

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний центр
за заочною формою навчання
Кафедра екології та охорони
довкілля

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
рівень вищої освіти: спеціаліст

на тему: «Оцінка придатності річкових вод для господарсько-питного
призначення (на прикладі Кілійського гирла Дунаю)»

Виконав студент I курсу групи Е–66
Спеціальності 101 «Екологія»
Михайлюк Світлана Леонідівна

Керівник к.т.н., доц.
Юрасов Сергій Миколайович

Рецензент к.геогр.н., доц.
Сапко О.Ю.

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний центр за заочною формою навчання

Кафедра *екології та охорони довкілля*

Рівень вищої освіти *спеціаліст*

Спеціальність *101 «Екологія»*

(шифр і назва)

Спеціалізація *«Охорона навколишнього середовища»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *екології та охорони довкілля*

Сафранов Т.А.

“13” березня 2017 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Михайлюк Світлані Леонідівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту *«Оцінка придатності річкових вод для господарсько-питного призначення (на прикладі Кілійського гирла Дунаю)»*

керівник проекту *Юрасов Сергій Миколайович, к.т.н., доцент,*

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від *“16” січня 2017 р.*

№ 3-С

2. Строк подання студентом проекту *01 червня 2017 р.*

3. Вихідні дані до проекту *дані досліджень ДП «ЧорноморНДІпроект», нормативна та технічна література*

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

1) Стисла характеристика річки Дунай.

2) Статистична обробка результатів спостережень за якістю вод.

3) Аналіз методів оцінки якості вод за вітчизняними нормами та нормами якості вод країн ЄС.

4) Оцінка якості вод р. Дунай за санітарними нормами (загальні положення, розрахунок).

5) Часова змінюваність показників і її врахування при оцінці якості вод.

6) Оцінка якості вод р. Дунай за ДСТУ 4808:2007 (загальні положення, розрахунок).

7) Аналіз результатів досліджень, вдосконалення вітчизняних методик оцінки якості вод.

8) Висновки і рекомендації.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) емпіричний розподіл у часі значень показників якості вод

6. Консультанти розділів проекту немає

7. Дата видачі завдання 13 березня 2017 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту | Термін виконання етапів дипломного проекту | Оцінка виконання етапу | |
|-------|---|--|------------------------|-----------------------|
| | | | у % | за 4-х бальною шкалою |
| 1 | Характеристика водного об'єкту (фізико-географічна, кліматичні умови, гідрологічний та гідрохімічний режими) | 13.03.17-20.03.17 | 80 | 4 (добре) |
| 2 | Статистична обробка результатів спостережень за гідрохімічним режимом | 21.03.17-02.04.17 | 80 | 4 (добре) |
| | <i>I рубіжна атестація</i> | 03.04.17-08.04.17 | 80 | 4 (добре) |
| 3 | Аналіз методичних основ існуючих методик оцінки якості поверхневих вод | 09.04.17-20.04.17 | 80 | 4 (добре) |
| 4 | Оцінка якості вод р. Дунай за санітарними нормами (загальні положення, розрахунок) | 21.04.17-02.05.17 | 80 | 4 (добре) |
| | <i>II рубіжна атестація</i> | 03.05.17-06.05.17 | 80 | 4 (добре) |
| 5 | Часова змінюваність показників і її врахування при оцінці якості вод | 07.05.17-17.05.17 | 80 | 4 (добре) |
| 6 | Оцінка якості вод р. Дунай за ДСТУ 4808:2007 (загальні положення, розрахунок), аналіз результатів досліджень і вдосконалення методики ДСТУ 4808:2007, висновки і рекомендації | 18.05.17-25.05.17 | 80 | 4 (добре) |
| 7 | Підготовка заключної версії дипломного проекту та графіки до попереднього захисту і захисту в АК | 26.05.17-01.06.17 | 80 | 4 (добре) |
| | Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам) | | 80,0 | |

Студент

(підпис)

Михайлюк С.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник

дипломного проекту _____

(підпис)

Юрасов С.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ | 6 |
| ВСТУП | 7 |
| 1 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ДУНАЙ | 8 |
| 1.1 Фізико-географічна характеристика | 8 |
| 1.2 Клімат | 11 |
| 1.3 Гідрологічний режим | 14 |
| 2 РЕЗУЛЬТАТИ ГІДРОХІМІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ І ЇХ СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА | 17 |
| 2.1 Вихідні дані для аналізу | 17 |
| 2.2 Методика і розрахунок фонових значень показників якості вод | 22 |
| 3 ЯКІСТЬ ВОД КІЛІЙСЬКОГО ГИРЛА ДУНАЮ ЯК ДЖЕРЕЛА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ | 30 |
| 3.1 Оцінка якості вод за санітарними нормами і її результати | 30 |
| 3.2 Оцінка класу якості вод за ГОСТ 2761–84 | 41 |
| 3.3 Оцінка класу якості вод за ДСТУ 4808-2007 | 43 |
| 4 НОРМИ ЯКОСТІ ВОД КРАЇН ЄС І ВДОСКОНАЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ НОРМ | 58 |
| 4.1 Норми якості вод країн ЄС | 58 |
| 4.2 Оцінка якості вод Кілійського гирла Дунаю з урахуванням перевищень ГДК | 64 |
| ВИСНОВКИ | 72 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | 74 |

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

| | | |
|------------|---|---|
| ГОСТ | – | Державний стандарт; |
| ДСТУ | – | Державний стандарт України; |
| ФРН | – | Федеративна республіка Німеччина; |
| ГМО | – | гідрометеорологічна обсерваторія; |
| ЛОШ | – | лімітуюча ознака шкідливості; |
| <i>pH</i> | – | показник концентрації іонів водню; |
| ХСК | – | хімічне споживання кисню; |
| БСК | – | біохімічне споживання кисню; |
| СПАР | – | синтетичні поверхнево-активні речовини; |
| ГДК | – | гранично допустима концентрація; |
| ЛКП | – | лактозопозитивні кишкові палички; |
| сан.-токс. | – | санітарно-токсикологічні; |
| орг.-лепт. | – | органолептичні; |
| заг.-сан. | – | загально-санітарні; |
| СанПиН | – | санітарні правила и норми; |
| ДСанПиН | – | Державні санітарні правила і норми; |
| ЄС | – | Європейське співтовариство. |

ВСТУП

Забезпечення населення питною водою є актуальною проблемою у теперішній час. Поверхневі води суші, які використовують для централізованого водопостачання, знаходяться під дуже великим антропогенним впливом, у результаті якого суттєво змінено природний стан вод. Антропогенні зміни обмежують можливість використання окремих водних об'єктів для потреб людини. У таких обставинах дуже важлива і актуальна об'єктивна інформація про стан водних об'єктів.

Основним методом оцінки якості вод для потреб людини є детальний метод. Цим методом виконують оцінку якості вод за санітарними нормами. Класифікація водних об'єктів, як джерел централізованого водопостачання у ГОСТ 2761-84, також заснована на детальному аналізі значень показників якості вод у класифікаторі з подальшим визначенням узагальненого класу якості за показником з найгіршим значенням. У нормативному документі ДСТУ 4808:2007, який вийшов на заміну ГОСТ 2761-84, надана методика, яка заснована на визначенні узагальненого класу води шляхом усереднення класів якості за окремими показниками.

Метою дипломного проекту є порівняння оцінок якості вод Кілійського гірла Дуною як джерела господарсько-питного водопостачання за санітарними нормами і ДСТУ 4808:2007. На даному слайді представлені основні задачі дослідження.

При виконанні дипломного проекту вирішені наступні завдання:

- дана фізико-географічна характеристика р. Дунай;
- зібрані дані про кліматичні умови району, що розглядається;
- зібрані і оброблені дані про гідрохімічний режим Кілійського гірла Дуною;
- викладені загальні положення оцінки якості вод за санітарними нормами і ДСТУ 4808:2007;
- виконана оцінка якості води р. Дунай за різними методиками і аналіз результатів;
- зроблено висновки.

1 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ДУНАЙ

1.1 Фізико-географічна характеристика

Географічне положення. Дунай – найбільша річка Центральної і Південно-східної Європи і друга після Волги по протяжності, водозбірній площі і середньорічному стоку річка континенту [1].

Річка Дунай починається на території ФРН в місці злиття приток Бреге і Бригах на висоті 678 м над рівнем моря. Від місця злиття приток Бреге і Бригах до Чорного моря (порт Суліна) – 2783 км. При відстані між ними по прямій в 1630 км коефіцієнт звивистості Дунаю складає 1,71. Відстані по річці вимірюються від гирла до витоків в кілометрах, у Суліні (Румунія) – нульовий кілометр. Від Суліни до Бреїли (170 км) на так званій морській ділянці Дунаю рахунок відстаней ведеться також і в милях.

Дунай перетинає різні ландшафтні зони, міняючи неодноразово свій напрям. На своєму шляху протікає спочатку по гірській області на території ФРН, перетинає Віденську улоговину, прокладає своє русло через ланцюги гір, що сполучають Альпи з Карпатами, і потім більше 600 км тече по Середньодунайській низовині. Проклавши русло через гірський ланцюг Південних Карпат, річка до Чорного моря (понад 900 км) протікає по Нижнедунайській низовині.

У нижній течії Дунай, розгалужуючись, утворює обширну, прорізну густою мережею проток, болотисту дельту завдовжки із заходу на схід 75 км і шириною з півночі на південь 65 км. Вершина дельти знаходиться біля мису Ізмаїльський Чатал (80 км), де основне русло Дунаю спочатку ділиться на два гирла: Кілійське (ліве) і Тульчинське (праве). У мису Георгіївський Чатал (63 км) Тульчинське гирло розділяється на Георгіївське (праве) і Сулінське (ліве), яке є головним глибоководним судноплавним, що пов'язує Дунай з морем.

Таким чином, в Чорне море Дунай впадає трьома основними гирлами: Кілійським (північним), Георгіївським (південним) і розташованим між ними Сулінським гирлом. Георгіївське і Кілійське гирла мають свої другорядні гирла, зокрема від останнього відходить Очаківське гирло, що пов'язує з Дунаєм порт Усть-Дунайськ.

В результаті дроблення дрібних рукавів на гирлових ділянках і їх висушення в морі відбувається природний розвиток дельти Дунаю в основному за рахунок збільшення дельти Кілійського гирла. Її площа за півтора століття збільшилася більш, ніж в чотири рази. У останні десятиліття зростання Кілійської дельти істотно сповільнилося у зв'язку з наближенням її морського краю і барової мілини до досить великих глибин на узмор'ї (20 – 25 м).

Водозбірна площа. Загальна площа водозбору Дунаю складає 817 тис. км². Протяжність басейну із заходу на схід 1690 км, ширина 820 км. Дунайський басейн граничить на півночі з водозбірними площами річок Везер, Ельба, Одер, Вісла, на північному сході – Дністра, на заході і північному заході – Рейну. На півдні розташовані басейни Адріатичного і Егейського морів.

Уздовж перебігу річки водозбірна площа розподіляється нерівномірно. Вище Мохача, розташованого приблизно в середній частині Дунаю (1448 км), площа водозбору складає 208,8 тис. км² (25,6 %), нижче Мохача – 608,2 тис. км² (74,4 %).

Живлять Дунай дощові води, що стікають з водозбірної площі басейну, талі води снігів і льодовиків, підземні води. У басейні Дунаю знаходяться сотні озер, багато з них також живлять річку своїми водами. Великі озера, що живлять Дунай, розташовані на Середньодунайській низовині. Найбільш численні озера в низов'ях Дунаю, розташовані вони, в основному, в безпосередній близькості від річки.

На українській ділянці придунайських земель знаходяться озера Кагул, Картал, Ялпуг, Кугурлуй, Катлабух, Китай. Всі вони мають рибпромислове

значення.

Кагул (92 км²) знаходиться східніше Рені, сполучений з Дунаєм протокою. Значно менше за розміром розташоване поряд оз. Картал, його сполучено з річкою каналом, що шлюзується.

Ялпуг і Кугурлуй є озерним комплексом площею 240 км², завдовжки понад 60 і шириною до 10 км. Водообмін між озерами забезпечується природною горловиною в піщаній косі шириною в 4 км. Ялпуг сполучений з Дунаєм вузькою протокою.

Озеро Катлабух площею 71 км² сполучено невеликою протокою з Дунаєм у с. Кислиця Ізмаїльського району. Сусіднє оз. Китай має меншу площу, але глибини в ньому досягають 5 м, вода містить багато солей.

Притоки. Дунайський басейн має асиметричну форму. Меншою за розміром є його правобережна частина (44 % площі водозбору). Проте на правому березі розташовані найбільш повноводні притоки, з якими до Дунаю поступає 2/3 води.

Близько 120 приток Дунаю формують мережу гідрографії басейну. Розподілені притоки нерівномірно: більшість їх розташовано в передгір'ях Альп і Карпат, рідкісні вони на території Угорської низовини.

Притоки Дунаю, що беруть початок в горах, мають у верхів'ях гірський характер. Вийшовши на рівнину, вони набувають типових рис рівнинних річок і на значній відстані судноплавні.

Інтенсивно судноплавання на повноводній Саве (Сербія) – судна піднімаються по річці більш ніж на 500 км до порту Сисак. Судноплавні Тіса на нижній і середній ділянках, пониззя Лозини (до Леово), Драви (до 105 км), Сирета, Інна і інших приток Дунаю.

У табл. 1.1 приведена характеристика основних приток річки Дунай.

Таблиця 1.1 – Характеристика основних приток річки Дунай [1]

| Річка | Довжина, км | Площа басейну, тис. км ² | Середня витрата води, м ³ /с | Місце впадання до | |
|---------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------|---------------------------------|
| | | | | беріг | відстань від Суліни (гирла), км |
| Інн | 505 | 26,1 | 800 | Правий | 2225 |
| Енс | 304 | ... | ... | Правий | 2112 |
| Морава | 340 | 26,6 | 115 | Лівий | 1880 |
| Раба | 398 | > 18 | 70 | Правий | 1854 |
| Ваг | 415 | 19,6 | 152 | Лівий | 1766 |
| Драва | 893 | 40,4 | 610 | Правий | 1382 |
| Тіса | 966 | > 157 | 810 | Лівий | 1214 |
| Сава | 861 | ≈ 95 | 1670 | Правий | 1170 |
| Таміш | 430 | ... | ... | Лівий | 1154 |
| Морава | 563 (від витоку Південної Морави) | 38,0 | 260 | Правий | 1103 |
| Жіул | 348 | 10,6 | 80 | Лівий | 692 |
| Іськир | 368 | 8,6 | 54 | Правий | 637 |
| Олт | 542 | ≈ 25 | 160 | Лівий | 604 |
| Яломіца | 414 | 8,9 | 70 | Лівий | 244 |
| Сирет | 726 | 45,0 | 185 | Лівий | 155 |
| Прут | 950 | 27,5 | 80 | Лівий | 134 |

1.2 Клімат

Кліматична характеристика даної ділянки р. Дунай складена за матеріалами спостережень Дунайської ГМО на метеорологічній станції Ізмаїл за період 1981 – 2000 рр. [2].

Температура повітря. Температурний режим в басейні Дунаю обумовлюється в основному характером циркуляції повітряних мас і особливостями рельєфу місцевості.

Температура повітря міняється в широкому діапазоні. Взимку середня температура найхолоднішого місяця – січня – коливається в межах від -1 до -5 °С. Літом середня місячна температура найтеплішого місяця – липня у верхній частині басейну складає від +16 до +18 °С. Середня липнева температура в центральній частині басейну змінюється в ширших межах – від +17 до +22 °С, а в нижній частині басейну – від +22 до +24 °С. Крайні ж значення температури по місяцях в басейні коливаються в значних межах.

Вітри. Басейн Дунаю знаходиться під впливом повітряних мас, проникаючих з Атлантики, Східної Європи і Західної Азії. Проникнення перших пов'язано з вітрами західних напрямів, інших же – з вітрами східних і північно-східних напрямів. У гірських районах басейну існують вітри місцевого походження.

У верхів'ях Дунаю пануючими вітрами в холодну пору року є вітри західних і північно-західних чвертей. У середній частині Дунаю переважають східний і південно-східний вітри, на Нижньому Дунаї – північний і північно-східний.

У теплу пору року напрям пануючих вітрів більш постійно і в основному доводиться на західну чверть.

На Середньому і частині Нижнього Дунаю дуже небезпечний для судноплавства вітер «кошава» (типу бори), що має західний і північно-західний напрям і досягає в окремих районах швидкості 20 – 30 м/с. У пригирловій частині Дунаю з добовою періодичністю дмуть вітри, що мають назву брізи.

Звичайно в басейні Дунаю переважають вітри з малою швидкістю (до 1 м/с) і штилі. Частота таких вітрів на Верхньому Дунаї складає близько 40 – 50 %, а на Нижньому Дунаї, особливо восени, досягає 75 %. Частота вітрів з швидкістю від 1 до 5 м/с складає близько 30 %, від 5 до 11 м/с – близько

10 %, від 11 до 15 м/с – не більше 5 %, а сильніших вітрів – близько 1 % (звичайно спостерігаються на початку весни і взимку).

Видимість, опади і тумани. Основними чинниками, що впливають на видимість в басейні Дунаю, є всі види опадів і тумани. Середня дальність видимості на рівнинних ділянках складає близько 10 км. Найбільш сприятливим відносно видимості є період з травня по серпень, найменше сприятливим – зима.

Атмосферні опади грають велику роль в живленні дунайського басейну. Їх вигляд, кількість, характер випадіння і розподіл протягом року визначають весь гідрологічний режим Дунаю.

Розподіл опадів по території басейну нерівномірний. Середня річна сума опадів на рівнині складає 400 – 600 мм, в Карпатах – 800 – 1200, в Альпах – 1800 – 2500 мм і більше. Найменша кількість опадів випадає в пригірловій частині Дунаю. Бувають роки, коли опади не випадають протягом всього літа.

Середня кількість днів з опадами коливається від 70 в долині і до 220 в горах. Мінімум опадів доводиться на осінь і зиму, а максимум – на літо.

У теплу пору року в басейні часто спостерігаються опади зливогого характеру, іноді інтенсивні.

Сніжний покрив в басейні Дунаю нестійкий, за винятком гірських областей Верхнього Дунаю. Проте і там сніг тримається тільки в суворі зими.

Тумани утворюються частіше в долинах, але вони тут рідко тримаються цілий день. Найбільша ж кількість днів з туманами – в гірських районах басейну Дунаю (максимальне – в грудні). На Нижньому Дунаї максимальна повторюваність туманних днів спостерігається в грудні-січні. До кінця зими і особливо ранньою весною кількість днів з туманами на всьому Дунаї зменшується, а літом вона складає більше 4 днів.

1.3 Гідрологічний режим

Режим рівнів і витрати води. Коливання рівня води на окремих ділянках Дунаю залежить від наступних гідрометеорологічних чинників: кількості опадів, величини сніжного покриву, характеру погоди в період танення снігу, режиму вітрів і ін. [3].

Одночасно значний вплив на коливання рівнів роблять такі чинники, як подовжній ухил водної поверхні, форма русла, інтенсивність руслових деформацій, наявність шлюзів, льодові явища і ін.

Не дивлячись на складний в цілому режим рівнів, на Дунаї чітко простежуються періоди повені, межені і зимовий період. На Верхньому Дунаї найвищі рівні спостерігаються на початку літа (червень), найнижчі – взимку (грудні-лютому). На ділянці Середнього Дунаю, до впадіння крупних приток (Драви, Тіси і особливо Сави), режим рівнів зберігається близьким до Верхнього Дунаю, проте амплітуда коливань рівнів декілька згладжена. На Нижньому Дунаї найвищі рівні спостерігаються в період весняної повені (квітень-травень) і найнижчі – восени (вересень-жовтень).

Витрати води Дунаю, як і рівні, коливаються в широких межах в різні періоди року. Значення середньої багаторічної витрати наростає від витоків до гирла. Малі витрати води спостерігаються на Верхньому Дунаї взимку, на Середньому Дунаї – з кінця літа і до весни, а на Нижньому Дунаї – восени. Річний стік Дунаю в гирловій частині складає близько 210 км³ води.

У табл. 1.2 приведені характерні рівні води по основним водомірним постам.

Льодовий режим. Характерною особливістю льодового режиму Дунаю є крайня нестійкість льодових фаз і різночасність їх настання. У різні роки льодові явища можуть бути відсутніми, бути виникаючим лише на окремих ділянках або ж виявлятися майже на всьому протязі річки. Найменша вірогідність настання льодоставу наголошується на Верхньому Дунаї, проте

Таблиця 1.2 – Характерні рівні води по основним водомірним постам [3]

| Водомірний пост | Відстань від гирла | Характерний рівень води, см | | |
|-------------------------|--------------------|-----------------------------|----------|-----------------------|
| | | найнижчий | найвищий | середній багаторічний |
| Регенсбург (Німеччина) | 2376 | 47 | 656 | 226 |
| Хофкирхен (Німеччина) | 2257 | 174 | 698 | 307 |
| Лінц (Австрія) | 2135 | 30 | 962 | 253 |
| Відень (Австрія) | 1929 | 12 | 861 | 283 |
| Братислава (Словаччина) | 1869 | 106 | 984 | 350 |
| Будапешт (Угорщина) | 1646 | 51 | 845 | 315 |
| Мохач (Угорщина) | 1447 | 82 | 984 | 429 |
| Бездан (Сербія) | 1425 | -77 | 776 | 264 |
| Богоєво (Сербія) | 1367 | -30 | 817 | 300 |
| Турну–Северін (Румунія) | 931 | -76 | 843 | 314 |
| Лом (Болгарія) | 743 | 38 | 914 | 430 |
| Русе (Болгарія) | 496 | -19 | 888 | 386 |
| Олтеніца (Румунія) | 430 | -110 | 784 | 292 |
| Силістра (Болгарія) | 375 | -106 | 822 | 358 |
| Хиршова (Румунія) | 252 | -93 | 727 | 296 |
| Ізмаїл (Україна) | 93 | -30 | 420 | 170 |
| Тулча (Румунія) | 72 | -45 | 477 | 182 |

тут часто спостерігаються повторні замерзання і розтини річки протягом однієї зими. На Середньому Дунаї вірогідність льодоставу складає 25 – 50 %, на Нижньому Дунаї – 40 – 75 %.

У цих районах повторні замерзання і розтини річки протягом однієї зими спостерігаються рідко. Розтин річки відбувається не одночасно і нерідко супроводжується заторами, що викликають різкий підйом рівнів води, затоплення прибережних районів, руйнування гребель і портових споруд.

На Нижньому і Середньому Дунаї в більшості випадків розтин річки починається зверху вниз за течією і розвивається під впливом підвищення температури або наступаючих паводків. Навігація під час інтенсивного льодоходу і на період льодоставу припиняється.

Останніми роками у зв'язку з будівництвом на Дунаї великої кількості гідровузлів і утворенням водосховищ характер льодового режиму міняється у бік більшої вірогідності появи льодоставу.

2 РЕЗУЛЬТАТИ ГІДРОХІМІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ЇХ СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА

2.1 Вихідні дані для аналізу

Для оцінки якості води були використані результати гідрохімічних спостережень за якістю вод р. Дунай у районі міст Рені, Ізмаїл, Кілія і Вилкове за період з 2005 по 2009 рр.

У табл. 2.1 – 2.4 наведені характеристики рядків спостережень за якістю вод:

- $C_{СЕР}$ – середнє значення показника за період дослідження;
- $C_{МАХ}$ – максимальне значення показника в ряду спостережень;
- $C_{МІН}$ – мінімальне значення показника;
- σ – середньоквадратичне відхилення ряду спостережень;
- n^* – кількість ненульових значень показника в ряду;
- n – загальна кількість спостережень за період дослідження.

З усіх показників, значення яких визначалися в пробах води, були вибрані тільки ті показники, які нормовані для водних об'єктів господарський-питного і комунально-побутового призначення.

Максимальна кількість спостережень (табл. 2.1 – 2.4) дорівнює 63 (Вилкове), мінімальна – 26 (Кілія). Нульові значення спостерігалися для таких показників: хром, мідь, цинк, марганець та феноли.

Таблиця 2.1 – Характеристики рядів спостережень показників якості вод
р. Дунай-Рені

| № з/п | Показник | $C_{СЕР}$ | $C_{МАХ}$ | $C_{МИН}$ | σ | n^* | n |
|-------|---|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-----|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | 39,8 | 211 | 3,1 | 41,9 | 56 | 56 |
| 2 | <i>pH</i> | 8,01 | 8,63 | 7,67 | 0,179 | 56 | 56 |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | 9,42 | 13,0 | 5,70 | 1,96 | 53 | 53 |
| 4 | Азот амонійний, мг/дм ³ | 0,208 | 0,590 | 0,036 | 0,104 | 55 | 55 |
| 5 | Азот нітритний, мг/дм ³ | 0,0202 | 0,037 | 0,007 | 0,0056 | 56 | 56 |
| 6 | Азот нітратний, мг/дм ³ | 1,28 | 2,91 | 0,660 | 0,414 | 56 | 56 |
| 7 | Фосфати, мг/дм ³ | 0,160 | 0,302 | 0,005 | 0,0632 | 56 | 56 |
| 8 | Залізо, мг/дм ³ | 0,0884 | 1,72 | 0,008 | 0,227 | 56 | 56 |
| 9 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 18,9 | 42,0 | 11,0 | 6,33 | 55 | 55 |
| 10 | <i>BCK_Д</i> , мг/дм ³ | 5,40 | 9,70 | 1,9 | 2,06 | 52 | 52 |
| 11 | Кремній, мг/дм ³ | 3,20 | 8,00 | 0,50 | 1,34 | 56 | 56 |
| 12 | Кальцій, мг/дм ³ | 53,3 | 71,2 | 35,7 | 7,57 | 56 | 56 |
| 13 | Магній, мг/дм ³ | 14,0 | 21,5 | 9,7 | 2,26 | 56 | 56 |
| 14 | Натрій + калій, мг/дм ³ | 19,5 | 33,3 | 6,9 | 6,03 | 56 | 56 |
| 15 | Хлориди, мг/дм ³ | 29,1 | 44,2 | 20,1 | 5,70 | 56 | 56 |
| 16 | Сульфати, мг/дм ³ | 39,0 | 55,0 | 26,3 | 6,31 | 56 | 56 |
| 17 | Хром, мг/дм ³ | 0,00143 | 0,0060 | 0 | 0,00125 | 44 | 56 |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | 0,0104 | 0,0600 | 0 | 0,0154 | 25 | 52 |
| 19 | Мідь, мг/дм ³ | 0,00196 | 0,0100 | 0 | 0,00213 | 36 | 56 |
| 20 | Марганець, мг/дм ³ | 0,0406 | 0,150 | 0 | 0,0370 | 49 | 55 |
| 21 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | 0,0181 | 0,0440 | 0,004 | 0,00863 | 56 | 56 |
| 22 | Феноли, мг/дм ³ | 0,000943 | 0,0020 | 0 | 0,00071 | 42 | 56 |
| 23 | СПАР, мг/дм ³ | 0,0969 | 0,347 | 0,026 | 0,0848 | 51 | 51 |
| 24 | Мінералізація, мг/дм ³ | 335 | 448 | 254 | 44,6 | 56 | 56 |
| 25 | Група сумарної (с.-т.) | 0,437 | 0,951 | 0,171 | 0,142 | 56 | 56 |

Таблиця 2.2 – Характеристики рядів спостережень показників якості вод
р. Дунай-Ізмаїл

| № з/п | Показник | $C_{СЕР}$ | $C_{МАХ}$ | $C_{МІН}$ | σ | n^* | n |
|-------|---|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-----|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | 46,6 | 46,6 | 239 | 4,5 | 58 | 58 |
| 2 | <i>pH</i> | 7,98 | 7,98 | 8,42 | 7,45 | 58 | 58 |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | 9,28 | 9,28 | 12,9 | 5,77 | 56 | 56 |
| 4 | Азот амонійний, мг/дм ³ | 0,195 | 0,195 | 0,443 | 0,031 | 58 | 58 |
| 5 | Азот нітритний, мг/дм ³ | 0,0220 | 0,0220 | 0,0410 | 0,009 | 58 | 58 |
| 6 | Азот нітратний, мг/дм ³ | 1,34 | 1,34 | 3,00 | 0,48 | 57 | 57 |
| 7 | Фосфати, мг/дм ³ | 0,166 | 0,166 | 0,292 | 0,040 | 57 | 57 |
| 8 | Залізо, мг/дм ³ | 0,0833 | 0,0833 | 1,62 | 0,008 | 58 | 58 |
| 9 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 19,3 | 19,3 | 35,3 | 6,9 | 57 | 57 |
| 10 | <i>БСК_Л</i> , мг/дм ³ | 5,04 | 5,04 | 8,70 | 2,10 | 55 | 55 |
| 11 | Кремній, мг/дм ³ | 3,12 | 3,12 | 5,30 | 0,5 | 57 | 57 |
| 12 | Кальцій, мг/дм ³ | 53,1 | 53,1 | 70,5 | 36,1 | 57 | 57 |
| 13 | Магній, мг/дм ³ | 13,8 | 13,8 | 18,9 | 9,5 | 57 | 57 |
| 14 | Натрій + калій, мг/дм ³ | 19,1 | 19,1 | 32,6 | 8,0 | 57 | 57 |
| 15 | Хлориди, мг/дм ³ | 29,1 | 29,1 | 44,2 | 21,5 | 57 | 57 |
| 16 | Сульфати, мг/дм ³ | 38,9 | 38,9 | 53,1 | 28,2 | 57 | 57 |
| 17 | Хром, мг/дм ³ | 0,00141 | 0,00141 | 0,0040 | 0 | 46 | 57 |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | 0,00779 | 0,00779 | 0,0530 | 0 | 25 | 52 |
| 19 | Мідь, мг/дм ³ | 0,00284 | 0,00284 | 0,020 | 0 | 43 | 56 |
| 20 | Марганець, мг/дм ³ | 0,0395 | 0,0395 | 0,250 | 0 | 44 | 56 |
| 21 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | 0,0198 | 0,0198 | 0,045 | 0,006 | 58 | 58 |
| 22 | Феноли, мг/дм ³ | 0,000742 | 0,000742 | 0,0030 | 0 | 36 | 57 |
| 23 | СПАР, мг/дм ³ | 0,100 | 0,100 | 0,359 | 0,024 | 54 | 54 |
| 24 | Мінералізація, мг/дм ³ | 332 | 332 | 444 | 257 | 57 | 57 |
| 25 | Група сумачії (с.-т.) | 0,422 | 0,422 | 0,703 | 0,038 | 58 | 58 |

Таблиця 2.3 – Характеристики рядів спостережень показників якості вод
р. Дунай-Кілія

| № з/п | Показник | $C_{СЕР}$ | $C_{МАХ}$ | $C_{МІН}$ | σ | n^* | n |
|-------|---|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-----|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | 39,6 | 188 | 1,3 | 43,4 | 29 | 29 |
| 2 | <i>pH</i> | 7,92 | 8,41 | 7,02 | 0,232 | 30 | 30 |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | 9,02 | 13,1 | 5,1 | 2,34 | 29 | 29 |
| 4 | Азот амонійний, мг/дм ³ | 0,194 | 0,38 | 0,062 | 0,0921 | 30 | 30 |
| 5 | Азот нітритний, мг/дм ³ | 0,0242 | 0,074 | 0,002 | 0,0127 | 30 | 30 |
| 6 | Азот нітратний, мг/дм ³ | 1,34 | 2,10 | 0,524 | 0,405 | 30 | 30 |
| 7 | Фосфати, мг/дм ³ | 0,159 | 0,273 | 0,049 | 0,0562 | 29 | 29 |
| 8 | Залізо, мг/дм ³ | 0,0643 | 0,230 | 0,013 | 0,0569 | 30 | 30 |
| 9 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 19,3 | 37,2 | 9,7 | 6,72 | 29 | 29 |
| 10 | <i>БСК_Д</i> , мг/дм ³ | 4,83 | 7,31 | 2,4 | 1,44 | 26 | 26 |
| 11 | Кремній, мг/дм ³ | 3,06 | 5,2 | 0,5 | 1,36 | 29 | 29 |
| 12 | Кальцій, мг/дм ³ | 51,0 | 65,4 | 35,7 | 8,02 | 29 | 29 |
| 13 | Магній, мг/дм ³ | 13,7 | 16,8 | 9,4 | 1,84 | 29 | 29 |
| 14 | Натрій + калій, мг/дм ³ | 20,1 | 33,9 | 9,2 | 5,75 | 30 | 30 |
| 15 | Хлориди, мг/дм ³ | 28,6 | 39,3 | 20,5 | 4,33 | 30 | 30 |
| 16 | Сульфати, мг/дм ³ | 38,1 | 53,1 | 28,3 | 5,75 | 30 | 30 |
| 17 | Хром, мг/дм ³ | 0,00141 | 0,006 | 0 | 0,00118 | 24 | 29 |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | 0,00777 | 0,059 | 0 | 0,0154 | 8 | 26 |
| 19 | Мідь, мг/дм ³ | 0,00179 | 0,005 | 0 | 0,00157 | 20 | 28 |
| 20 | Марганець, мг/дм ³ | 0,0375 | 0,100 | 0 | 0,0246 | 25 | 28 |
| 21 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | 0,0244 | 0,180 | 0,007 | 0,0314 | 30 | 30 |
| 22 | Феноли, мг/дм ³ | 0,000857 | 0,002 | 0 | 0,000659 | 20 | 28 |
| 23 | СПАР, мг/дм ³ | 0,0891 | 0,371 | 0,027 | 0,0761 | 27 | 27 |
| 24 | Мінералізація, мг/дм ³ | 327 | 396 | 256,8 | 38,2 | 29 | 29 |
| 25 | Група сумації (с.-т.) | 0,431 | 0,664 | 0,155 | 0,141 | 30 | 30 |

Таблиця 2.4 – Характеристики рядів спостережень показників якості вод
р. Дунай-Вилкове

| № з/п | Показник | $C_{СЕР}$ | $C_{МАХ}$ | $C_{МІН}$ | σ | n^* | n |
|-------|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-----|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | 58,1 | 891 | 2,8 | 131 | 63 | 63 |
| 2 | pH | 7,98 | 8,41 | 7,45 | 0,157 | 62 | 62 |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | 9,34 | 13,4 | 5,85 | 1,95 | 63 | 63 |
| 4 | Азот амонійний, мг/дм ³ | 0,194 | 0,68 | 0,037 | 0,117 | 63 | 63 |
| 5 | Азот нітритний, мг/дм ³ | 0,0241 | 0,095 | 0,002 | 0,0157 | 63 | 63 |
| 6 | Азот нітратний, мг/дм ³ | 1,36 | 2,44 | 0,60 | 0,431 | 63 | 63 |
| 7 | Фосфати, мг/дм ³ | 0,160 | 0,395 | 0,052 | 0,0602 | 63 | 63 |
| 8 | Залізо, мг/дм ³ | 0,0728 | 0,466 | 0,004 | 0,0812 | 62 | 62 |
| 9 | XCK , мг/дм ³ | 18,2 | 29,7 | 5,8 | 5,14 | 62 | 62 |
| 10 | $BCK_{Д}$, мг/дм ³ | 4,55 | 10,4 | 1,6 | 1,86 | 60 | 60 |
| 11 | Кремній, мг/дм ³ | 2,92 | 5,8 | 0 | 1,38 | 60 | 63 |
| 12 | Кальцій, мг/дм ³ | 52,7 | 72,6 | 35,7 | 7,21 | 62 | 62 |
| 13 | Магній, мг/дм ³ | 13,6 | 19,8 | 7,8 | 2,19 | 62 | 62 |
| 14 | Натрій + калій, мг/дм ³ | 19,6 | 34,6 | 6,4 | 5,93 | 62 | 62 |
| 15 | Хлориди, мг/дм ³ | 29,1 | 44,5 | 17,6 | 5,80 | 63 | 63 |
| 16 | Сульфати, мг/дм ³ | 38,2 | 53,5 | 26,1 | 5,98 | 62 | 62 |
| 17 | Хром, мг/дм ³ | 0,00122 | 0,0040 | 0 | 0,00086 | 53 | 63 |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | 0,00700 | 0,052 | 0 | 0,0108 | 26 | 58 |
| 19 | Мідь, мг/дм ³ | 0,00218 | 0,016 | 0 | 0,00236 | 45 | 62 |
| 20 | Марганець, мг/дм ³ | 0,0331 | 0,13 | 0 | 0,0311 | 51 | 62 |
| 21 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | 0,0197 | 0,094 | 0,005 | 0,0142 | 63 | 63 |
| 22 | Феноли, мг/дм ³ | 0,000737 | 0,003 | 0 | 0,00072 | 39 | 63 |
| 23 | СПАР, мг/дм ³ | 0,107 | 0,451 | 0,021 | 0,097 | 59 | 59 |
| 24 | Мінералізація, мг/дм ³ | 332 | 434 | 256 | 40,4 | 62 | 62 |
| 25 | Група сумарної (с.-т.) | 0,413 | 0,734 | 0,102 | 0,147 | 63 | 63 |

2.2 Методика і розрахунок фонових значень показників якості вод

За фонову концентрацію речовини C_{ϕ}^* приймається статистично обґрунтована верхня довірна межа можливих середніх значень концентрацій цієї речовини, яка розрахована за даними гідрохімічних спостережень для найбільш несприятливих гідрологічних умов або найбільш несприятливого відносно якості води періоду (сезону) в річному циклі [4].

Значення фонові концентрації речовини C_{ϕ}^* розраховується для конкретних створів водотоків і вважається статистично обґрунтованим, якщо воно визначене з довірчою вірогідністю $P = 0,95$.

Найбільш несприятливішими розрахунковими гідрологічними умовами слід вважати:

а) для незарегульованих водотоків – якнайменша (мінімальна) середньомісячна витрата води року 95 %-ї забезпеченості;

б) для зарегульованих водотоків – встановлена гарантована витрата води нижча за дамбу (санітарний попуск) при обов'язковому виключенні можливості зворотних течій в нижньому б'єфі. В тому випадку, якщо систематичні спостереження не проводилися, то спочатку визначають середньорічну витрату 95 %-ї забезпеченості. Потім, враховуючи внутрішньорічний розподіл стоку річки-аналога або користуючись схемами внутрішньорічного розподілу стоку по районах, встановлюють розрахункову середньомісячну мінімальну витрату для цього характерного року [4].

Визначення фонові концентрації для будь-якої речовини полягає в знаходженні C_{ϕ}^* , відповідної вищезгаданим розрахунковим гідрологічним умовам. Для періодично пересихаючих і перемерзаючих ділянок водотоків, а також в тому випадку, якщо відсутній достатньо надійний статистичний зв'язок між концентрацією речовини і витратою річкової води, розраховується значення фонові концентрації речовини C_{ϕ}^* за найбільш

несприятливий відносно якості води період в річному циклі.

У разі нерівномірного розподілу концентрації речовини в перетині заданого створу водотоку (наприклад, в зоні неповного перемішування річкової води із стічною водою або водою притоки) найважливішим параметром є та C_{ϕ}^* , яка розрахована окремо для потоку з найвищою концентрацією цієї речовини (контрольного потоку). Значення фонові концентрації речовини, отримане в контрольному потоці заданого створу водотоку, представляють як кінцевий результат розрахунку.

Для розрахунку фонові концентрації речовини C_{ϕ}^* використовують результати систематичних вимірів, при отриманні яких не змінювалися:

- методика відбору і аналізу проб води;
- водний режим водотоку (зарегулювання, забір води і т.п.);
- характер надходження хімічної речовини на вище розташованій ділянці водотоку.

При розрахунку фонові концентрації речовини C_{ϕ}^* слід враховувати тільки ті створи спостережень, де є дані не менше ніж за один рік – при щомісячній, щодакдній або ще більш дробовій системі відбору проб води; не менше ніж за дворічний період при 6 – 11-разовому відборі проб води в рік; не менше ніж за трирічний період при 4 – 5-разовому відборі проб води в рік. Основна умова, щоб виміри проводилися у всі характерні сезони не менше одного року, і мінімальне число даних в кожному сезоні за розрахунковий період було не менш трьох [4].

Заданий для розрахунку фонові концентрації речовини створ водотоку може бути розташований нижче, вище або співпадати із створом, результати спостережень в якому відповідають умовам, перерахованим в попередніх двох абзацах.

За специфікою обчислювальних операцій для заданої хімічної речовини умовно можна виділити п'ять методів розрахунку, пов'язаних з визначенням фонові концентрації речовини C_{ϕ}^* :

- 1) виділення в заданому створі максимально забрудненого потоку (контрольного потоку);
- 2) оцінка достовірності статистичного зв'язку між концентрацією речовини і витратою води у водотоці (окремо для максимально забрудненого потоку і маси решти води у водотоці); розрахунок фонові концентрації речовини за наявності достовірного статистичного зв'язку між вказаними параметрами;
- 3) розрахунок фонові концентрації речовини для випадку, коли систематичні спостереження протягом останніх трьох років проводилися не рідше, ніж один раз в місяць;
- 4) розрахунок фонові концентрації речовини для випадків, коли спостереження проводилися рідше, ніж один раз в місяць;
- 5) перерахунок фонові концентрації речовини, одержаної в створі систематичних гідрохімічних спостережень, на інший заданий створ водотоку [4].

Виділення в заданому створі максимально забрудненого потоку проводиться тільки в тому випадку, якщо число точок контролю за якістю води в створі, що розглядається, перевищує одиницю, і кількість спостережень в кожній точці контролю відповідає вказаному вище.

Оцінку можливості встановлення і використання для розрахунків фонових концентрацій статистичних зв'язків між концентрацією речовини C і витратою води у водотоці Q здійснюють в тому випадку, якщо на дату відбору проб представлені значення витрати річкової води.

Із сказаного в останніх двох абзацах видно, що даний випадок відповідає пункту 4.

Розрахунок фонові концентрації речовини за відсутності достовірного статистичного зв'язку типу $C = f(Q)$ і наявності щомісячних спостережень за хімічним складом води не менші три роки повинен виконуватися з виділенням найбільш несприятливих умов відносно якості води в річному циклі по даній речовині. Нижче показана послідовність етапів розрахунку [4].

1) У діапазоні років, що розглядається, з результатів спостережень виключають непоказові екстремальні значення. Для цього розраховують величини I' і I'' за формулами:

$$I' = \frac{C_{\max} - C_{CEP}}{\sigma}, \quad (2.1)$$

$$I'' = \frac{C_{\min} - C_{CEP}}{\sigma}, \quad (2.2)$$

де C_{CEP} , C_{\max} , C_{\min} – відповідно середня, максимальна і мінімальна концентрації речовини за період, що розглядається;

σ – середньоквадратичне відхилення значень концентрації речовини.

Середнє значення концентрації даної речовини розраховується за формулою:

$$C_{CEP} = \frac{1}{n} \sum C_i, \quad (2.3)$$

де C_{CEP} – середня концентрація речовини в точці контролю, що розглядається;

C_i – i -е значення концентрації речовини в цій точці;

n – число значень C_i , взятих для визначення C_{CEP} .

В тому випадку, якщо $I' > I_H$ або $I'' > I_H$ (де I_H – нормативне значення, що визначається по табл. 2.5), то взяте для аналізу екстремальне значення концентрації речовини виключається з даного ряду даних.

2) Останній рік спостережень слід приймати за основний. З попередніх років беруть дані тільки за ті роки, в яких значення концентрації даної речовини неістотно відрізняються від значень концентрації за основний рік.

Якщо для визначення фонові концентрації речовини C_ϕ виділено контрольний потік, то вибір числа років для статистичної обробки проводять окремо по даних, що характеризують вміст речовини в контрольному потоці,

Таблиця 2.5 – Граничні значення I_H

| n | I_H | n | I_H |
|-----|-------|-----|-------|
| 3 | 1,150 | 16 | 2,440 |
| 4 | 1,460 | 17 | 2,480 |
| 5 | 1,670 | 18 | 2,500 |
| 6 | 1,820 | 19 | 2,530 |
| 7 | 1,940 | 20 | 2,560 |
| 8 | 2,030 | 25 | 2,635 |
| 9 | 2,110 | 30 | 2,696 |
| 10 | 2,180 | 40 | 2,792 |
| 11 | 2,230 | 50 | 2,860 |
| 12 | 2,290 | 200 | 3,076 |
| 13 | 2,330 | 250 | 3,339 |
| 14 | 2,370 | 500 | 3,528 |
| 15 | 2,410 | | |

і даним, що характеризують його вміст в іншій масі води водотоку.

3) Вибрані для розрахунку фонові концентрації речовини C_ϕ дані зводяться в градації по місяцях (число градацій – 12).

Далі з кожної виділеної градації виключають непоказові екстремальні значення концентрації згідно п. 1.

4) У виділених градаціях розраховують середню концентрацію речовини. Місяць з найбільшим значенням концентрації речовини приймають за основний (опорний). Якщо значення концентрації речовини цього місяця істотно відрізняється від значень концентрації в решті місяців, то верхня довірча межа середньої концентрації речовини в основному місяці береться за шукане значення фонові концентрації речовини C_ϕ . Формула для розрахунку фонові концентрації речовини C_ϕ має вигляд [4]:

$$C_O = C_{СЕР} + \frac{\sigma_{St}}{n^{0,5}}, \quad (2.4)$$

де $C_{СЕР}$ – середня концентрація речовини в основному місяці;

σ – середньоквадратичне відхилення значень концентрації цього місяця;

n – число даних в градації.

Для розчиненого кисню у формулі (2.4) знак «+» слід замінити на «-».

Якщо відмінність даних в основному місяці від даних в одному або декількох інших місяцях неістотна, то результати спостережень, які потрапили в градації, що неістотно відрізняються, об'єднуються з результатами спостережень в основній градації. Для знову складеної (збільшеної) градації визначають середню концентрацію. Верхня довірча межа, що визначається за формулою (2.4), складе шукане значення фонові концентрації речовини C_{ϕ} .

Якщо одержане значення фонові концентрації C_{ϕ} перевищує максимальне спостережуване значення C_{max} , то це означає, що або були неправильно обрані градації (або періоди) часових змін концентрації речовини, або при дійсно високій мінливості значень концентрації речовини у виділеному періоді було проведено недостатньо спостережень для розрахунку фонові концентрації

Дана методика використовується для розрахунку фонових концентрацій речовин при нормуванні їх скидів із стічними водами. При оцінці якості вод для розрахунку фонових значень показників була використана формула (2.4). При цьому були оброблені ряди спостережень без розбиття на градації по місяцях.

У табл. 2.6 і 2.7 представлені результати розрахунку середніх ($C_{СЕР}$) і фонових (C_{ϕ}) значень показників якості води за окремими пунктами спостережень та узагальнено ($\hat{C}_{СЕР}$ і \hat{C}_{ϕ}) для Кілійського гирла Дунаю.

Таблиця 2.6 – Середні значення показників

| № з/п | Показник | $C_{СЕР}$ | | | | |
|-------|---|-----------|----------|----------|---------|-----------------|
| | | Рені | Ізмаїл | Кілія | Вилкове | $\hat{C}_{СЕР}$ |
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | 39,8 | 46,6 | 39,6 | 58,1 | 46,0 |
| 2 | <i>pH</i> | 8,01 | 7,98 | 7,92 | 7,98 | 7,97 |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | 9,42 | 9,28 | 9,02 | 9,34 | 9,27 |
| 4 | Азот амонійний, мг/дм ³ | 0,208 | 0,195 | 0,194 | 0,194 | 0,198 |
| 5 | Азот нітритний, мг/дм ³ | 0,0202 | 0,0220 | 0,0242 | 0,0241 | 0,0226 |
| 6 | Азот нітратний, мг/дм ³ | 1,28 | 1,34 | 1,34 | 1,36 | 1,33 |
| 7 | Фосфати, мг/дм ³ | 0,160 | 0,166 | 0,159 | 0,160 | 0,161 |
| 8 | Залізо, мг/дм ³ | 0,0884 | 0,0833 | 0,0643 | 0,0728 | 0,077 |
| 9 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 18,9 | 19,3 | 19,3 | 18,2 | 18,9 |
| 10 | <i>BCK</i> ₂₀ , мг/дм ³ | 5,40 | 5,04 | 4,83 | 4,55 | 4,96 |
| 11 | Кремній, мг/дм ³ | 3,20 | 3,12 | 3,06 | 2,92 | 3,08 |
| 12 | Кальцій, мг/дм ³ | 53,3 | 53,1 | 51,0 | 52,7 | 52,5 |
| 13 | Магній, мг/дм ³ | 14,0 | 13,8 | 13,7 | 13,6 | 13,8 |
| 14 | Натрій + калій, мг/дм ³ | 19,5 | 19,1 | 20,1 | 19,6 | 19,6 |
| 15 | Хлориди, мг/дм ³ | 29,1 | 29,1 | 28,6 | 29,1 | 29,0 |
| 16 | Сульфати, мг/дм ³ | 39,0 | 38,9 | 38,1 | 38,2 | 38,6 |
| 17 | Хром, мг/дм ³ | 0,00143 | 0,00141 | 0,00141 | 0,00122 | 0,00137 |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | 0,0104 | 0,00779 | 0,00777 | 0,00700 | 0,0082 |
| 19 | Мідь, мг/дм ³ | 0,00196 | 0,00284 | 0,00179 | 0,00218 | 0,00219 |
| 20 | Марганець, мг/дм ³ | 0,0406 | 0,0395 | 0,0375 | 0,0331 | 0,0377 |
| 21 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | 0,0181 | 0,0198 | 0,0244 | 0,0197 | 0,0205 |
| 22 | Феноли, мг/дм ³ | 0,000943 | 0,000742 | 0,000857 | 0,00074 | 0,00082 |
| 23 | СПАР, мг/дм ³ | 0,0969 | 0,100 | 0,0891 | 0,107 | 0,098 |
| 24 | Мінералізація, мг/дм ³ | 335 | 332 | 327 | 332 | 332 |
| 25 | Група сумачії (с.-т.) | 0,437 | 0,422 | 0,431 | 0,413 | 0,426 |

Таблиця 2.7 – Розрахункові фонові значення показників

| № з/п | Показник | C_{ϕ} | | | | |
|-------|---|------------|----------|---------|----------|------------------|
| | | Рені | Ізмаїл | Кілія | Вилкове | \hat{C}_{ϕ} |
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | 51,0 | 60,5 | 55,8 | 91,2 | 64,6 |
| 2 | <i>pH</i> | 8,05 | 8,03 | 8,01 | 8,02 | 8,03 |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | 8,88 | 8,77 | 8,15 | 8,85 | 8,66 |
| 4 | Азот амонійний, мг/дм ³ | 0,236 | 0,216 | 0,228 | 0,224 | 0,226 |
| 5 | Азот нітритний, мг/дм ³ | 0,0217 | 0,0237 | 0,0289 | 0,0281 | 0,0256 |
| 6 | Азот нітратний, мг/дм ³ | 1,40 | 1,47 | 1,49 | 1,47 | 1,46 |
| 7 | Фосфати, мг/дм ³ | 0,176 | 0,181 | 0,180 | 0,176 | 0,178 |
| 8 | Залізо, мг/дм ³ | 0,149 | 0,138 | 0,0851 | 0,0934 | 0,116 |
| 9 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 20,7 | 20,8 | 21,8 | 19,5 | 20,7 |
| 10 | <i>BCK</i> ₂₀ , мг/дм ³ | 5,97 | 5,48 | 5,39 | 5,03 | 5,47 |
| 11 | Кремній, мг/дм ³ | 3,56 | 3,40 | 3,57 | 3,27 | 3,45 |
| 12 | Кальцій, мг/дм ³ | 55,3 | 55,0 | 53,9 | 54,6 | 54,7 |
| 13 | Магній, мг/дм ³ | 14,6 | 14,3 | 14,3 | 14,2 | 14,4 |
| 14 | Натрій + калій, мг/дм ³ | 21,1 | 20,5 | 22,2 | 21,1 | 21,2 |
| 15 | Хлориди, мг/дм ³ | 30,6 | 30,6 | 30,2 | 30,5 | 30,5 |
| 16 | Сульфати, мг/дм ³ | 40,7 | 40,5 | 40,2 | 39,7 | 40,3 |
| 17 | Хром, мг/дм ³ | 0,00176 | 0,00172 | 0,00185 | 0,00144 | 0,00169 |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | 0,0146 | 0,0111 | 0,0138 | 0,00983 | 0,0123 |
| 19 | Мідь, мг/дм ³ | 0,00253 | 0,00377 | 0,00238 | 0,00278 | 0,00287 |
| 20 | Марганець, мг/дм ³ | 0,0506 | 0,0538 | 0,0468 | 0,0410 | 0,0481 |
| 21 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | 0,0204 | 0,0228 | 0,0358 | 0,0232 | 0,0256 |
| 22 | Феноли, мг/дм ³ | 0,00113 | 0,000936 | 0,00111 | 0,000918 | 0,00102 |
| 23 | СПАР, мг/дм ³ | 0,121 | 0,124 | 0,118 | 0,132 | 0,124 |
| 24 | Мінералізація, мг/дм ³ | 347 | 343 | 341 | 342 | 343 |
| 25 | Група сумачії (с.-т.) | 0,475 | 0,454 | 0,483 | 0,450 | 0,466 |

3 ЯКІСТЬ ВОД КІЛІЙСЬКОГО ГИРЛА ДУНАЮ ЯК ДЖЕРЕЛА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

3.1 Оцінка якості вод за санітарними нормами та її результати

Санітарні норми [7] використовують при оцінці якості вод для господарсько-питних та комунально-побутових потреб.

До господарсько-питного належить використання водних об'єктів як джерел централізованого господарсько-питного водозабезпечення, а також для водозабезпечення підприємств харчової промисловості.

До комунально-побутового належить використання водних об'єктів для купання, занять спортом та відпочинку населення.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для різних видів водокористування (табл. 3.1); перелік *ГДК* речовин у воді водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних та комунально-побутових потреб (санітарно-гігієнічні *ГДК* деяких речовин наведені у табл. 3.2).

У переліках *ГДК* зазначаються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості (*ЛОШ*), нормативне числове значення (норматив) та клас небезпеки.

У переліку санітарно-гігієнічних *ГДК* речовини поділені на три групи за *ЛОШ*: перша група об'єднує речовини з санітарно-токсикологічною *ЛОШ*; друга – з органолептичною *ЛОШ*; третя – із загально-санітарною *ЛОШ*.

За санітарними нормами у групи сумації об'єднують показники, нормовані з *ЛОШ* 1 і 2 класу небезпеки. Решта показників, нормованих без *ЛОШ* або з *ЛОШ*, але 3 і 4 класу небезпеки, не мають ефекту сумарної дії.

Якщо вимоги норм не виконуються хоча б по одному з показників, то водний об'єкт або його ділянка вважаються забрудненими.

Продовження табл. 3.1

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|----------------------|
| Хімічні речовини | Не повинні міститися у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності з правилами охорони поверхневих вод. | |
| Збудники хвороб | Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших. | |
| Лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП) не більше | 10000 дм ³ | 5000 дм ³ |
| Коліфаги (у бляшкоутворюючих одиницях) не більше | 100 в 1 дм ³ | |

Якщо природні властивості і склад води не відповідають нормам водокористування, то ці природні властивості та склад води повинні дотримуватись у місцях водокористування.

Оцінка якості вод виконується методом детального аналізу [6], який полягає у тому, що виміряне або розраховане значення кожного показника з усього їх набору, який використовується при оцінці якості води, порівнюється з його нормативом (*ГДК*). На основі цього аналізу дається висновок о придатності чи непридатності води для певних потреб.

Послідовність оцінки якості вод цим методом така.

1. Для потреб, що розглядаються, визначаються відповідні норми.
2. Для усіх необхідних показників якості води визначається *ЛОШ*, якщо вона є, і норматив (*ГДК*). При оцінці якості води за санітарними нормами визначається також і клас небезпеки.

3. Якщо за нормами, які використовуються для потреб, що розглядаються, враховується ефект сумарної дії речовин, то показники якості води розподіляються на дві частини: перша – показники без ефекту сумації; друга – з ефектом сумації.

Таблиця 3.2 – ГДК забруднювальних речовин у водних об'єктах господарсько-питного призначення

| № з/п | Показник | ЛОШ | Клас небезпеки | ГДК |
|-------|---------------------------------------|--------------|----------------|----------|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | - | - | фон+0,25 |
| 2 | <i>pH</i> | - | - | 6,5-8,5 |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | - | - | 4,0 |
| 4 | ХСК, мг/дм ³ | - | - | 15 |
| 5 | БСК _П , мг/дм ³ | - | - | 3,0 |
| 6 | Мінералізація, мг/дм ³ | - | - | 1000 |
| 7 | Азот амонійний, мг/дм ³ | сан.-токс. | 3 | 2,0 |
| 8 | Азот нітратний, мг/дм ³ | сан.-токс. | 3 | 10,2 |
| 9 | Хром (VI), мг/дм ³ | сан.-токс. | 3 | 0,05 |
| 10 | Залізо, мг/дм ³ | органолепт. | 3 | 0,3 |
| 11 | Хлориди, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 350 |
| 12 | Сульфати, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 500 |
| 13 | Мідь, мг/дм ³ | органолепт. | 3 | 1,0 |
| 14 | Марганець, мг/дм ³ | органолепт. | 3 | 0,1 |
| 15 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 0,3 |
| 16 | Феноли, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 0,001 |
| 17 | СПАР, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 0,5 |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | загальносан. | 3 | 1,0 |
| 19 | Азот нітритний, мг/дм ³ | сан.-токс. | 2 | 1,0 |
| 20 | Кремній, мг/дм ³ | орг.-лепт. | 2 | 10 |
| 21 | Натрій, мг/дм ³ | орг.-лепт. | 2 | 200 |

4. Для першої частини значення показників (кожного окремо) мають бути не більше за норматив (крім розчиненого O_2)

$$C_i \leq ГДК_i. \quad (3.1)$$

де C_i – значення i -го показника (концентрація речовини);

$ГДК_i$ – норматив i -го показника.

5. Показники другої частини об'єднуються у групи сумачії. Для кожної групи розраховується груповий показник ψ , його значення повинно бути не більше, ніж одиниця (СанПиН 4630–88, ДСанПіН 2.2.4–400–10):

$$\psi = \sum_{i=1}^n (C_i / ГДК_i) \leq 1, \quad (3.2)$$

де n – кількість показників (речовин) у групі сумачії.

Показники у групах сумачії не можна розглядати окремо і порівнювати їх значення з відповідними нормативами. Часто значення кожного показника окремо може бути менш його нормативу, але при цьому вміст речовин усієї групи у воді може не відповідати вимогам норм.

6. Оцінка якості води двобальна: якщо хоча б один показник перевищує норматив, то вважається, що вода брудна (не відповідає вимогам нормам); у іншому випадку – чиста (відповідає нормам).

Оцінка якості води (табл. 3.3 – 3.7) Кілійського гирла Дунаю виконана за даними, наведеними у табл. 2.6 і 2.7.

Аналіз табл. 3.3 – 3.7 показує, що вода в гирлі за значеннями показників, що осереднені за період з 2005 по 2009 рр., не відповідає вимогам санітарних норм за вмістом органічних сполук по показниках XCK ($20,7 > 15$) і BCK_{II} ($5,5 > 3,0$). У створах Рені і Кілія спостерігається слабке забруднення фенолами (табл. 3.3 і 3.5). При узагальненні даних по усьому гирлу вміст фенолів відповідає вимогам норм (табл. 3.7). Це підкреслює той факт, що при узагальненні втрачається інформація про змінюваність значень показників.

Гігієнічна класифікація водних об'єктів здійснюється за табл. 3.8. У цій таблиці категорія I – об'єкти господарсько-питного призначення, категорія II – об'єкти комунально-побутового призначення.

Ступінь забруднення вод Кілійського гирла Дунаю (табл. 3.9) характеризується як «помірний» класу 1 за показником BCK_{II} .

Таблиця 3.3 – Оцінка якості вод р. Дунай-Рені (санітарні норми)

| № з/п | Показник | ЛОШ | Клас небезп. | Норматив | C_{ϕ} | C_{ϕ}/H | Прим. |
|-------|--|-------|--------------|----------|----------------|--------------|-------|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | - | - | фон+0,25 | 51,0 | - | - |
| 2 | <i>pH</i> | - | - | 6,5-8,5 | 8,05 | - | - |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | - | - | 4,0 | 8,88 | - | - |
| 4 | ХСК, мг/дм ³ | - | - | 15 | 20,7 | - | ні |
| 5 | БСК ₂₀ , мг/дм ³ | - | - | 3,0 | 5,97 | - | ні |
| 6 | Мінералізація, мг/дм ³ | - | - | 1000 | 347 | - | - |
| 7 | Азот амонійний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 2,0 | 0,236 | - | - |
| 8 | Азот нітратний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 10,2 | 1,40 | - | - |
| 9 | Хром (VI), мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 0,05 | 0,00176 | - | - |
| 10 | Залізо, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,3 | 0,149 | - | - |
| 11 | Хлориди, мг/дм ³ | орг. | 4 | 350 | 30,6 | - | - |
| 12 | Сульфати, мг/дм ³ | орг. | 4 | 500 | 40,7 | - | - |
| 13 | Мідь, мг/дм ³ | орг. | 3 | 1,0 | 0,0025 | - | - |
| 14 | Марганець, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,1 | 0,0506 | - | - |
| 15 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,3 | 0,0204 | - | - |
| 16 | Феноли, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,001 | 0,00113 | - | ні |
| 17 | СПАР, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,5 | 0,121 | - | - |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | заг. | 3 | 1,0 | 0,0146 | - | - |
| 19 | Азот нітритний, мг/дм ³ | с.-т. | 2 | 1,0 | 0,0217 | 0,022 | - |
| 20 | Кремній, мг/дм ³ | | 2 | 10 | 3,56 | 0,356 | |
| 21 | Натрій, мг/дм ³ | | 2 | 200 | 21,1 | 0,106 | |
| Σ | | | | | | 0,483 | |

Таблиця 3.4 – Оцінка якості вод р. Дунай-Ізмаїл (санітарні норми)

| № з/п | Показник | ЛОШ | Клас небезп. | Норма-тив | C_{ϕ} | C_{ϕ}/H | Прим. |
|-------|--|-------|--------------|-----------|-------------|--------------|-------|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | - | - | фон+0,25 | 60,5 | - | - |
| 2 | pH | - | - | 6,5-8,5 | 8,03 | - | - |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | - | - | 4,0 | 8,77 | - | - |
| 4 | ХСК, мг/дм ³ | - | - | 15 | 20,8 | - | ні |
| 5 | БСК ₂₀ , мг/дм ³ | - | - | 3,0 | 5,48 | - | ні |
| 6 | Мінералізація, мг/дм ³ | - | - | 1000 | 343 | - | - |
| 7 | Азот амонійний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 2,0 | 0,216 | - | - |
| 8 | Азот нітратний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 10,2 | 1,47 | - | - |
| 9 | Хром (VI), мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 0,05 | 0,00172 | - | - |
| 10 | Залізо, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,3 | 0,138 | - | - |
| 11 | Хлориди, мг/дм ³ | орг. | 4 | 350 | 30,6 | - | - |
| 12 | Сульфати, мг/дм ³ | орг. | 4 | 500 | 40,5 | - | - |
| 13 | Мідь, мг/дм ³ | орг. | 3 | 1,0 | 0,0038 | - | - |
| 14 | Марганець, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,1 | 0,0538 | - | - |
| 15 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,3 | 0,0228 | - | - |
| 16 | Феноли, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,001 | 0,000936 | - | - |
| 17 | СПАР, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,5 | 0,124 | - | - |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | заг. | 3 | 1,0 | 0,0111 | - | - |
| 19 | Азот нітритний, мг/дм ³ | с.-т. | 2 | 1,0 | 0,0237 | 0,024 | - |
| 20 | Кремній, мг/дм ³ | | 2 | 10 | 3,4 | 0,340 | - |
| 21 | Натрій, мг/дм ³ | | 2 | 200 | 20,5 | 0,103 | - |
| Σ | | | | | | 0,466 | |

Таблиця 3.5 – Оцінка якості вод р. Дунай-Кілія (санітарні норми)

| № з/п | Показник | ЛОШ | Клас небезп. | Норматив | C_{ϕ} | C_{ϕ}/H | Прим. |
|-------|---|-------|--------------|----------|----------------|--------------|-------|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | - | - | фон+0,25 | 55,8 | - | - |
| 2 | <i>pH</i> | - | - | 6,5-8,5 | 8,01 | - | - |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | - | - | 4,0 | 8,15 | - | - |
| 4 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | - | - | 15 | 21,8 | - | ні |
| 5 | <i>BCK</i> ₂₀ , мг/дм ³ | - | - | 3,0 | 5,39 | - | ні |
| 6 | Мінералізація, мг/дм ³ | - | - | 1000 | 341 | - | - |
| 7 | Азот амонійний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 2,0 | 0,228 | - | - |
| 8 | Азот нітратний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 10,2 | 1,49 | - | - |
| 9 | Хром (VI), мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 0,05 | 0,00185 | - | - |
| 10 | Залізо, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,3 | 0,085 | - | - |
| 11 | Хлориди, мг/дм ³ | орг. | 4 | 350 | 30,2 | - | - |
| 12 | Сульфати, мг/дм ³ | орг. | 4 | 500 | 40,2 | - | - |
| 13 | Мідь, мг/дм ³ | орг. | 3 | 1,0 | 0,0024 | - | - |
| 14 | Марганець, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,1 | 0,0468 | - | - |
| 15 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,3 | 0,0358 | - | - |
| 16 | Феноли, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,001 | 0,00111 | - | ні |
| 17 | СПАР, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,5 | 0,118 | - | - |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | заг. | 3 | 1,0 | 0,0138 | - | - |
| 19 | Азот нітритний, мг/дм ³ | с.-т. | 2 | 1,0 | 0,0289 | 0,029 | - |
| 20 | Кремній, мг/дм ³ | | 2 | 10 | 3,57 | 0,357 | |
| 21 | Натрій, мг/дм ³ | | 2 | 200 | 22,2 | 0,111 | |
| Σ | | | | | | 0,497 | |

Таблиця 3.6 – Оцінка якості вод р. Дунай-Вилкове (санітарні норми)

| № з/п | Показник | ЛОШ | Клас небезп. | Норматив | C_{ϕ} | C_{ϕ}/H | Прим. |
|----------|---|-------|--------------|----------|-------------|--------------|-------|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | - | - | фон+0,25 | 91,2 | - | - |
| 2 | <i>pH</i> | - | - | 6,5-8,5 | 8,02 | - | - |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | - | - | 4,0 | 9,83 | - | - |
| 4 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | - | - | 15 | 19,5 | - | ні |
| 5 | <i>BCK</i> ₂₀ , мг/дм ³ | - | - | 3,0 | 5,03 | - | ні |
| 6 | Мінералізація, мг/дм ³ | - | - | 1000 | 342 | - | - |
| 7 | Азот амонійний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 2,0 | 0,224 | - | - |
| 8 | Азот нітратний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 10,2 | 1,47 | - | - |
| 9 | Хром (VI), мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 0,05 | 0,00144 | - | - |
| 10 | Залізо, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,3 | 0,093 | - | - |
| 11 | Хлориди, мг/дм ³ | орг. | 4 | 350 | 30,5 | - | - |
| 12 | Сульфати, мг/дм ³ | орг. | 4 | 500 | 39,7 | - | - |
| 13 | Мідь, мг/дм ³ | орг. | 3 | 1,0 | 0,0028 | - | - |
| 14 | Марганець, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,1 | 0,041 | - | - |
| 15 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,3 | 0,0232 | - | - |
| 16 | Феноли, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,001 | 0,000918 | - | - |
| 17 | СПАР, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,5 | 0,132 | - | - |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | заг. | 3 | 1,0 | 0,0098 | - | - |
| 19 | Азот нітритний, мг/дм ³ | с.-т. | 2 | 1,0 | 0,0281 | 0,028 | - |
| 20 | Кремній, мг/дм ³ | | 2 | 10 | 3,27 | 0,327 | - |
| 21 | Натрій, мг/дм ³ | | 2 | 200 | 21,1 | 0,106 | - |
| Σ | | | | | | 0,461 | |

Таблиця 3.7 – Оцінка якості вод Кілійського гирла Дунаю узагальнено
(санітарні норми)

| № з/п | Показник | ЛОШ | Клас небезп. | Норматив | C_{ϕ} | C_{ϕ}/H | Прим. |
|-------|---|-------|--------------|----------|------------|--------------|-------|
| 1 | Завислі речовини, мг/дм ³ | - | - | фон+0,25 | 64,6 | - | - |
| 2 | <i>pH</i> | - | - | 6,5-8,5 | 8,03 | - | - |
| 3 | Розчинений кисень, мг/дм ³ | - | - | 4,0 | 8,66 | - | - |
| 4 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | - | - | 15 | 20,7 | - | ні |
| 5 | <i>БСК</i> ₂₀ , мг/дм ³ | - | - | 3,0 | 5,47 | - | ні |
| 6 | Мінералізація, мг/дм ³ | - | - | 1000 | 343 | - | - |
| 7 | Азот амонійний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 2,0 | 0,226 | - | - |
| 8 | Азот нітратний, мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 10,2 | 1,46 | - | - |
| 9 | Хром (VI), мг/дм ³ | с.-т. | 3 | 0,05 | 0,0017 | - | - |
| 10 | Залізо, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,3 | 0,116 | - | - |
| 11 | Хлориди, мг/дм ³ | орг. | 4 | 350 | 30,5 | - | - |
| 12 | Сульфати, мг/дм ³ | орг. | 4 | 500 | 40,3 | - | - |
| 13 | Мідь, мг/дм ³ | орг. | 3 | 1,0 | 0,0029 | - | - |
| 14 | Марганець, мг/дм ³ | орг. | 3 | 0,1 | 0,048 | - | - |
| 15 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,3 | 0,026 | - | - |
| 16 | Феноли, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,001 | 0,0010 | (1,00) | - |
| 17 | СПАР, мг/дм ³ | орг. | 4 | 0,5 | 0,124 | - | - |
| 18 | Цинк, мг/дм ³ | заг. | 3 | 1,0 | 0,0123 | - | - |
| 19 | Азот нітритний, мг/дм ³ | с.-т. | 2 | 1,0 | 0,0256 | 0,026 | - |
| 20 | Кремній, мг/дм ³ | | 2 | 10 | 3,45 | 0,345 | - |
| 21 | Натрій, мг/дм ³ | | 2 | 200 | 21,2 | 0,106 | - |
| Σ | | | | | | 0,477 | |

Таблиця 3.8 – Гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення (СанПиН – 4630–88) [4]

| Ступень забруднення | Оціночні показники забруднення для водних об'єктів І і ІІ категорій | | | | | | Індекс забруднення | |
|---------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|---|-----|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | органолептичний | | токсикологічний | санітарний режим | | бактеріологічний | | |
| | запах, присмак, бали | кратність перевищення <i>ГДК</i> | кратність перевищення <i>ГДК</i> | <i>БСК_П</i> , мг/дм ³ | | розчинений кисень, мг/дм ³ | | кількість ЛКП в 1 дм ³ |
| І | | | | ІІ | | | | |
| Допустимий | ≤2 | ≤1 | ≤1 | ≤3 | ≤6 | ≥4 | <1*10 ⁴ | 0 |
| Помірний | 3 | 4 | 3 | 6 | 8 | 3 | 1*10 ⁴ -1*10 ⁵ | 1 |
| Високий | 4 | 8 | 10 | 8 | 10 | 2 | 1*10 ⁵ -1*10 ⁶ | 2 |
| Надвисокий | >4 | >8 | >10 | >8 | >10 | 1 | >1*10 ⁶ | 3 |

Таблиця 3.9 – Оцінка ступеню забруднення Кілійського гирла Дунаю за санітарними нормами (СанПиН – 4630–88)

| Показник | | Одиниця виміру | \hat{C}_ϕ | Індекс забруднення | Характеристика ступеню забруднення |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------|----------------|--------------------|------------------------------------|
| Запах | | бал. | – | – | помірний (1) |
| Присмак | | бал. | – | – | |
| Кратність перевищення <i>ГДК</i> | органолептичні | од. | 1,00 | 0 | |
| | санітарно-токсикологічні | од. | 0,48 | 0 | |
| <i>БСК_П</i> | | мг/дм ³ | 5,5 | 1 | |
| Розчинений кисень | | мг/дм ³ | 8,7 | 0 | |
| ЛКП | | в 1 дм ³ | – | – | |

Примітка: ступінь забруднення води помірний (1).

3.2 Оцінка класу якості за ГОСТ 2761–84

Склад води джерел централізованого водопостачання повинен відповідати наступним вимогам ГОСТ 2761–84 [7]:

- сухий залишок не більш 1000 мг/дм³;
- загальна жорсткість не більш 7 моль/дм³;
- концентрація хімічних речовин (крім вказаних у табл. 3.10) не повинна перевищувати санітарно-гігієнічних ГДК.

Таблиця 3.10 – Класифікація поверхневих джерел централізованого водопостачання ГОСТ 2761–84 [7]

| Показник | Одиниця виміру | Значення показника по класах | | |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Мутність | мг/дм ³ | ≤20 | ≤1500 | ≤10000 |
| Кольоровість | град. | ≤35 | ≤120 | ≤200 |
| Запах | бал | ≤2 | ≤3 | ≤4 |
| <i>pH</i> | – | 6,5 – 8,5 | 6,5 – 8,5 | 6,5 – 8,5 |
| Залізо | мг/дм ³ | ≤1,0 | ≤3,0 | ≤5,0 |
| Марганець | мг/дм ³ | ≤0,1 | ≤1,0 | ≤2,0 |
| Фітопланктон | мг/дм ³ | ≤1,0 | ≤5,0 | ≤50,0 |
| | кл/см ³ | ≤1000 | ≤10000 | ≤100000 |
| Окислюваність перманганатна | мгО/дм ³ | ≤7 | ≤15 | ≤20 |
| <i>БСК_П</i> | мгО/дм ³ | ≤3,0 | ≤5,0 | ≤7,0 |
| ЛКП | шт. в 1 дм ³ | ≤1000 | ≤10000 | ≤50000 |

Примітка: кількість одноклітинних організмів оцінюється в кл/см³, плівчастих та нитчастих – в мг/дм³.

Для отримання води, яка відповідає ГОСТ 2761–84, потрібне:

- 1-й клас – знезаражування, фільтрування з коагулюванням чи без нього;

- 2-й клас – коагулювання, відстоювання, фільтрування, знезаражування, при наявності фітопланктону – мікрофільтрування;

3-й клас – обробка, як у 2-му класі, з додатковими – додатковим ступенем освітлення, використанням окислювальних і сорбційних методів, а також більш ефективних методів знезаражування тощо.

Результати оцінки класу якості вод Кілійського гирла Дунаю за ГОСТ 2761-84 (табл. 3.11) показують: як джерело централізованого водопостачання гирло відноситься до класу 3 за вмістом органічних сполук.

Таблиця 3.11 – Оцінка класу якості вод Кілійського гирла Дунаю, як джерела централізованого водопостачання (ГОСТ 2761-84)

| Показник | Одиниця виміру | \hat{C}_ϕ | Клас за показником | Узагальнений клас |
|-----------------------------|-------------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| Мутність | мг/дм ³ | 64,6 | 2 | 3 |
| Кольоровість | град. | – | – | |
| Запах | бал | – | – | |
| <i>pH</i> | – | 8,0 | 1 | |
| Залізо | мг/дм ³ | 0,116 | 1 | |
| Марганець | мг/дм ³ | 0,048 | 1 | |
| Фітопланктон | мг/дм ³ | – | – | |
| | кл/см ³ | – | – | |
| Окислюваність перманганатна | мгО/дм ³ | – | – | |
| <i>БСК_п</i> | мгО/дм ³ | 5,5 | 3 | |
| ЛКП | шт. в 1 дм ³ | – | – | |

Примітка: клас якості води 3.

3.3 Оцінка якості вод Кілійського гирла Дуною за ДСТУ 4808:2007

Цей стандарт [13] поширюється на джерела централізованого питного водопостачання та встановлює гігієнічні, екологічні та технологічні вимоги до вибору нових і оцінювання наявних джерел централізованого водопостачання. Стандарт може бути використаний усіма суб'єктами господарювання у сфері питного водопостачання та органами, що здійснюють державний нагляд. Стандарт не поширюється на джерела нецентралізованого питного водопостачання.

Водні об'єкти, якість води в яких відповідає комплексу зазначених нижче гігієнічних, епідеміологічних, екологічних та технологічних вимог, використовують чи можуть бути використані для централізованого питного водопостачання.

Відповідність водного об'єкта вимогам, встановленим до джерел питного водопостачання, визначають на основі:

- гігієнічного та екологічного оцінювання умов формування і ступеня захищеності підземного джерела водопостачання у межах поясів зон санітарної охорони;
- гігієнічного та екологічного оцінювання поверхневого джерела водопостачання, а також прилеглої території вище і нижче водозабору за течією води у межах поясів зон санітарної охорони;
- якісного оцінювання на підставі аналізів проб води, які відбиралися щомісячно протягом останніх 3-х років, та кількісного оцінювання запасів води у джерелах водопостачання;
- санітарного оцінювання місця розміщення водозабору;
- прогнозування гігієнічного та екологічного стану джерел водопостачання.

Джерела водопостачання і водозабірні споруди станцій централізованого питного водопостачання повинні бути захищені від забруднення організацією зон санітарної охорони відповідно до чинного законодавства.

Висновок щодо відповідності наявного або запроектованого певного поверхневого або підземного джерела водопостачання вимогам даного стандарту видають органи державного санітарно-епідеміологічного нагляду на підставі попереднього висновку екологічних та геологічних організацій та органів водного господарства.

Продовжують використовувати наявні джерела централізованого питного водопостачання за погодженням органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду, а також служб інших відомств, на які покладено вирішення цього питання (зокрема представників геологічної служби Мінприроди та Держводгоспу України).

Якість води поверхневого і підземного джерел питного водопостачання повинна забезпечувати відповідність одержуваної питної води вимогам санітарного законодавства та цього стандарту з використанням необхідних сучасних технологій водопідготовки.

Класифікація якості поверхневих вод України – джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними і екологічними критеріями охоплює 80 показників (табл. 3.12), які застосовують для оцінювання якості питної води згідно з санітарним законодавством і має сім окремих груп (блоків): I група – 4 органолептичних показники; II група – 17 загально-санітарних показників хімічного складу води; III група – 6 гідробіологічних показників; IV група – 6 мікробіологічних показників; V група – 2 паразитологічних показники; VI група – 9 показників радіаційної безпеки; VII група – 36 пріоритетних токсикологічних показників хімічного складу води (з них: 25 – неорганічних та 11 – органічних компонентів).

Діапазон величин показників (критеріїв) якості води в класифікації поділений на чотири класи: 1 клас – відмінна, бажана якість води; 2 клас – добра, прийнятна якість води; 3 клас – задовільна, прийнятна якість води; 4 клас – посередня, обмежено придатна, небажана якість води.

Показники складу і властивостей води у поверхневих джерелах, долучені до таблиці 3.8, є обов'язковими для визначання.

Таблиця 3.12 – Класифікація якості поверхневих вод – джерел питного водопостачання по гігієнічним и екологічним критеріям* [13]

| № з/п | Показники якості води у поверхневих водних об'єктах | Одиниці виміру | Класи якості води | | | |
|---|---|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I. Органолептичні показники¹⁾ | | | | | | |
| 1 | Запах | Бали | <1 | 1 – 2 | 3 – 4 | >4 |
| | | Показник розведення за температури 25°C | <2 | 2 – 16 | 17 – 23 | >23 |
| 2 | Присмак | Бали | <1 | 1 – 2 | 3 – 4 | >4 |
| 3 | Забарвленість (кольоровість) | градуси Pt-Co шкали | <20 | 20 – 80 | 81 – 120 | >120 |
| 4 | Каламутність | мг/дм ³ | <20 | 20 – 1500 | 1501 – 5000 | >5000 |
| II. Загально-санітарні хімічні показники | | | | | | |
| 5 | Сухий залишок (мінералізація) | мг/дм ³ | <400 | 400 – 650 | 651 – 1000 | >1000 |
| 6 | Сульфати ¹⁾ | мг/дм ³ | <40 | 40 – 120 | 121 – 250 | >250 |
| 7 | Хлориди ¹⁾ | мг/дм ³ | <30 | 30 – 100 | 101 – 250 | >250 |
| 8 | Магній | мг/дм ³ | <10 | 10 – 30 | 31 – 80 | >80 |
| 9 | Твердість, загальна ¹⁾ | ммоль/дм ³ | <3 | 3,0 – 5,0 | 5,1 – 7,0 | >7,0 |
| 10 | Лужність ¹⁾ | ммоль/дм ³ | <1,5 | 1,5 – 4,0 | 4,1 – 6,5 | >6,5 |
| 11 | Водневий показник ¹⁾ | одиниці рН | <u>6,9 – 7,0</u> 7,1 – 7,5 | <u>6,8 – 6,5</u> 7,6 – 8,1 | <u>6,4 – 6,1</u> 8,2 – 8,5 | <u>≤6,1</u> >8,5 |
| 12 | Азот амонійний ¹⁾ | мгN/дм ³ | <0,10 | 0,10 – 0,30 | 0,31 – 1,00 | >1,00 |
| 13 | Азот нітритний ¹⁾ | мгN/дм ³ | <0,002 | 0,002 – 0,010 | 0,011 – 0,050 | >0,050 |
| 14 | Азот нітратний ¹⁾ | мгN/дм ³ | <0,20 | 0,20 – 0,50 | 0,51 – 1,00 | >1,00 |
| 15 | Фосфор фосфатів ¹⁾ | мгP/дм ³ | <0,015 | 0,015 – 0,050 | 0,051 – 0,200 | >0,200 |
| 16 | Розчинений кисень | мгO ₂ /дм ³ | >8,0 | 8,0 – 7,1 | 7,0 – 5,0 | <5,0 |
| 17 | Насичення води киснем | % | <u>96 – 100</u> 101 – 105 | <u>95 – 81</u> 106 – 120 | <u>80 – 60</u> 121 – 140 | <u>≤60</u> >140 |
| 18 | Окислюваність перманганатна (KMnO ₄) | мгO/дм ³ | <3,0 | 3,0 – 10,0 | 10,1 – 15,0 | >15,0 |

Продовження табл. 3.12

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 19 | Окислюваність біхроматна (ХСК) $K_2Cr_2O_7$ | мгО/дм ³ | <9,0 | 9,0 – 30,0 | 31,0 – 40,0 | >40,0 |
| 20 | БСК _П | мгО ₂ /дм ³ | <1,3 | 1,3 – 3,0 | 3,1 – 7,0 | >7,0 |
| 21 | Загальний органічний вуглець | мгС/дм ³ | <5,0 | 5,0 – 15,0 | 15,1 – 25,0 | >25,0 |
| III. Гідробіологічні показники | | | | | | |
| Фітопланктон ²⁾ , домінування синьо-зелених водоростей переважно у водоймах (водосховища, лимани, озера): | | | | | | |
| 22 | – чисельність | тис. кл./дм ³ | <10 | 10 – 40 | 50 – 100 | >100 |
| 23 | – біомаса | мг/дм ³ | <1 | 1 – 4 | 5 – 10 | >10 |
| Фітопланктон ²⁾ , домінування діатомових водоростей переважно у водотоках (річки, канали): | | | | | | |
| 24 | – чисельність | тис. кл./дм ³ | <1 | 1 – 4 | 5 – 10 | >10 |
| 25 | – біомаса | мг/дм ³ | <1 | 1 – 4 | 5 – 10 | >10 |
| 26 | Загальний рівень хронічної токсичності води | одиниці хронічної токсичності | <1 | 1 – 2 | 3 – 4 | >4 |
| 27 | Мікроскопічні (недосконалі) гриби | кл./дм ³ | відсутність | відсутність | відсутність | відсутність |
| IV. Мікробіологічні показники³⁾ | | | | | | |
| 28 | Загальне мікробне число (ЗМЧ) | КУО/см ³ | десятки | сотні | тисячі | десятки тисяч |
| 29 | Загальні коліформи (лактозопозитивні кишкові бактерії), індекс БГКП, не більше ніж | КУО/дм ³ | 100 | 1000 | 10000 | 50000 |
| 30 | Термостабільні кишкові бактерії (ТКБ), індекс | КУО/100 дм ³ | відсутність ³⁾ | 50 | 500 | >1000 |
| 31 | Наявність патогенних ентеробактерій (сальмонели, шигели) | наявність/дм ³ | відсутність ³⁾ | відсутність ³⁾ | відсутність ³⁾ | наявність/відсутність ³⁾ |
| 32 | Коліфаги, індекс | БУО/дм ³ | відсутність ³⁾ | 10 | 100 | 1000 |
| 33 | Ентеровіруси, аденовіруси та антигени ротавірусів, реовірусів, аденовірусів і вірусу гепатиту А | наявність/дм ³ | відсутність ³⁾ | відсутність ³⁾ | відсутність ³⁾ | наявність/відсутність ³⁾ |

Продовження табл. 3.12

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| V. Паразитологічні показники | | | | | | |
| 34 | Число патогенних кишкових найпростіших у 50 дм ³ досліджуваної проби води | клітини, цисти/ 50 дм ³ | відсутність | відсутність | відсутність | відсутність |
| 35 | Число кишкових гельмінтів у 50 дм ³ досліджуваної води | клітини, яйця, личинки/ 50 дм ³ | відсутність | відсутність | відсутність | відсутність |
| VI. Показники радіаційної безпеки | | | | | | |
| 36 | Сумарна активність α -випромінювачів ($\Sigma\alpha$ -активність) | Бк/дм ³ | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| 37 | Сумарна активність β -випромінювачів ($\Sigma\beta$ -активність) | Бк/дм ³ | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 38 | Стронцій-90 (⁹⁰ Sr) | Бк/дм ³ | <2 | <2 | <2 | <10 |
| 39 | Цезій-137 (¹³⁷ Cs) | Бк/дм ³ | <2 | <2 | <2 | <100 |
| 40 | Уран (U) сумарна активність/ концентрація природної суміші ізотопів ⁴⁾ | Бк/дм ³ (мг/дм ³) | <1 (0,04) ⁴⁾ | <1 (0,04) | <1 (0,04) | <1 (0,04) |
| 41 | Радій-226 (²²⁶ Ra) | Бк/дм ³ | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 42 | Радій-228 (²²⁸ Ra) | Бк/дм ³ | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 43 | Радон-222 (²²² Rn) | Бк/дм ³ | <100 | <100 | <100 | <100 |
| 44 | Тритій (H-3) | Бк/дм ³ | <3·10 ⁴ | <3·10 ⁴ | <3·10 ⁴ | <3·10 ⁴ |
| VII. Токсикологічні показники хімічного складу води (пріоритетні⁵⁾) | | | | | | |
| Неорганічні | | | | | | |
| 45 | Алюміній (Al) ¹⁾ | мкг/дм ³ | <50 | 50 – 200 | 201 – 500 | >500 |
| 46 | Барій (Ba) | мкг/дм ³ | <100 | 100 – 1000 | 1001 – 2000 | >2000 |
| 47 | Берилій (Be) | мкг/дм ³ | <0,2 | 0,2 – 2,0 | 2,1 – 4,0 | >4,0 |
| 48 | Бор (B) | мкг/дм ³ | <100 | 100 – 200 | 201 – 4000 | >4000 |
| 49 | Броміди | мкг/дм ³ | <100 | 100 – 200 | 201 – 500 | >500 |
| 50 | Ванадій (V) | мкг/дм ³ | <2 | 2 – 10 | 11 – 20 | >20 |
| 51 | Залізо загальне (Fe) ¹⁾ | мкг/дм ³ | <50 | 50 – 100 | 101 – 1000 | >1000 |
| 52 | Кадмій (Cd) | мкг/дм ³ | <0,1 | 0,1 – 0,5 | 0,6 – 5,0 | >5,0 |

Продовження табл. 3.12

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------|---|---------------------|-------|-------------|-------------|-------|
| 53 | Кобальт (<i>Co</i>) | мкг/дм ³ | <10 | 10 – 20 | 21 – 50 | >50 |
| 54 | Літій (<i>Li</i>) | мкг/дм ³ | <10 | 10 – 50 | 51 – 100 | >100 |
| 55 | Марганець (<i>Mn</i>) ¹⁾ | мкг/дм ³ | <10 | 10 – 100 | 101 – 1000 | >1000 |
| 56 | Миш'як (<i>As</i>) | мкг/дм ³ | <1 | 1 – 10 | 11 – 50 | >50 |
| 57 | Мідь (<i>Cu</i>) ¹⁾ | мкг/дм ³ | <1 | 1 – 25 | 26 – 50 | >50 |
| 58 | Молібден (<i>Mo</i>) | мкг/дм ³ | <1 | 1 – 25 | 26 – 200 | >200 |
| 59 | Нікель (<i>Ni</i>) | мкг/дм ³ | <20 | 20 – 50 | 51 – 100 | >100 |
| 60 | Ртуть (<i>Hg</i>) | мкг/дм ³ | <0,20 | 0,20 – 0,50 | 0,51 – 2,5 | >2,5 |
| 61 | Свинець (<i>Pb</i>) | мкг/дм ³ | <5 | 5 – 20 | 21 – 100 | >100 |
| 62 | Селен (<i>Sl</i>) | мкг/дм ³ | <1,5 | 1,5 – 5,0 | 5,1 – 10,0 | >10,0 |
| 63 | Сурма (<i>Sb</i>) | мкг/дм ³ | <0,1 | 0,1 – 0,5 | 0,6 – 1,0 | >1,0 |
| 64 | Талій (<i>Tl</i>) | мкг/дм ³ | <0,1 | 0,1 – 0,5 | 0,6 – 2,0 | >2,0 |
| 65 | Фториди (<i>F</i>) | мкг/дм ³ | <700 | 700 – 1000 | 1001 – 1500 | >1500 |
| 66 | Хром (III), <i>Cr</i> (III) ¹⁾ | мкг/дм ³ | <100 | 100 – 250 | 251 – 500 | >500 |
| 67 | Хром (VI), <i>Cr</i> (VI) ¹⁾ | мкг/дм ³ | <4 | 4 – 10 | 11 – 50 | >50 |
| 68 | Цинк (<i>Zn</i>) | мкг/дм ³ | <10 | 10 – 100 | 101 – 1000 | >1000 |
| 69 | Ціаніди (<i>CN</i>) | мкг/дм ³ | <1 | 1 – 10 | 11 – 50 | >50 |
| Органічні | | | | | | |
| 70 | Бенз(а)пірен | мкг/дм ³ | <0,01 | 0,01–0,70 | 0,71–5,00 | >5,00 |
| 71 | Бензол ¹⁾ , ксилол ¹⁾ , толуол ¹⁾ | мкг/дм ³ | <5 | 5 – 30 | 31 – 70 | >70 |
| 72 | Етилбензол | мкг/дм ³ | <0,5 | 0,5 – 2,0 | 2,1 – 5,0 | >5,0 |
| 73 | Нафтопродукти (загальні, вуглеводні) ¹⁾ | мкг/дм ³ | <10 | 10 – 50 | 51 – 200 | >200 |
| 74 | Пестициди хлорорганічні (сума) | мкг/дм ³ | <0,1 | 0,1 – 1,0 | 1,1 – 5,0 | >5,0 |
| 75 | Синтетичні поверхневоактивні речовини (СПАР) | мкг/дм ³ | <10 | 10 – 50 | 51 – 250 | >250 |
| 76 | Тетрахлорбензол | мкг/дм ³ | <0,5 | 0,5 – 2,0 | 2,1 – 5,0 | >5,0 |
| 77 | Тетрахлорвуглець (чотирихлористий вуглець) | мкг/дм ³ | <0,5 | 0,5 – 2,0 | 2,1 – 6,0 | >6,0 |

Продовження табл. 3.12

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|---------------------|------|-----------|-----------|------|
| 78 | Тригалометани (ТГМ) – хлороформ, дибромхлорметан, дихлорметан (сума) | мкг/дм ³ | <50 | 50 – 100 | 101 – 200 | >200 |
| 79 | Феноли леткі ¹⁾ | мкг/дм ³ | <1 | 1 – 10 | 11 – 50 | >50 |
| 80 | Хлорфеноли ¹⁾ | мкг/дм ³ | <0,3 | 0,3 – 0,5 | 0,6 – 1,0 | >1,0 |

* Показники I, II, IV, V, VI, VII груп віднесені до гігієнічних, показники II, III, V, VI, VII груп – до екологічних.

¹⁾ Крім показників блоку I, органолептичні властивості (за певних умов) мають також окремі речовини з блоків II і VII.

²⁾ Стосовно глибин понад 1 м від водної поверхні.

³⁾ У разі виявлення фекальних колиформ у двох послідовно відібраних пробах води протягом 12 год. слід розпочати більш ґрунтовне досліджування води на наявність збудників інфекційних захворювань бактеріальної чи вірусної етіології (залежно від епідситуації).

⁴⁾ Оскільки вміст урану визначають фотометричним методом, треба враховувати, що масова концентрація 1 Бк природної суміші урану відповідає 0,04 мг, а тому нормою можна вважати 1 Бк/дм³ (0,04 мг/дм³).

⁵⁾ Пріоритетні токсикологічні показники: найважливіші за шкідливістю і поширенням речовини токсичної дії, які потребують першочергової уваги.

Крім цього, розроблено класифікацію якості поверхневих вод України – джерел централізованого питного водопостачання за факультативними речовинами токсичної дії (табл. 3.13) для періодичного контролювання представниками санітарних і водоохоронних органів імовірної присутності цих токсичних речовин, небезпечних для здоров'я населення (необхідність проведення, періодичність та сезонність контролювання таких показників визначають у кожному конкретному випадку).

Величини складу і властивостей води за показниками класифікації якості поверхневих вод – джерел централізованого питного водопостачання визначають з використанням методик досліджування і аналізування показників якості води стандартизованих та надійно апробованих. У цьому стандарті враховано вітчизняні і зарубіжні методики, які застосовують у світовій практиці контролювання окремих показників якості поверхневих і підземних вод джерел централізованого питного водопостачання у відповідності з Директивою ЄС (2000 р.) і рекомендаціями ВОЗ (2004 р.), а також вимогами ІСО.

Таблиця 3.13 – Класифікація якості поверхневих вод – джерел питного водопостачання по факультативним токсикологічним показникам* [13]

| Показники якості води у поверхневих водних об'єктах | Одиниці виміру | Класи якості води | | | |
|--|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Токсичні показники (факультативні)* | | | | | |
| Органічні | | | | | |
| Хлоровані алкани | | | | | |
| 1,2-дихлоретан | мкг/дм ³ | <3 | 3 – 25 | 26 – 100 | >100 |
| 1,1-дихлоретан | мкг/дм ³ | <200 | 200 – 300 | 301 – 1000 | >1000 |
| 1,1,2-трихлоретан | мкг/дм ³ | <1 | 1 – 3 | 4 – 5 | >5 |
| Хлоровані етилені | | | | | |
| Вінілхлорид | мкг/дм ³ | <0,5 | 0,5 – 15 | 16 – 50 | >50 |
| 1,1-дихлоретилен | мкг/дм ³ | <7 | 7 – 30 | 31 – 100 | >100 |
| 1,2-дихлоретилен | мкг/дм ³ | <50 | 50 – 110 | 111 – 170 | >170 |
| Трихлоретилен | мкг/дм ³ | <5 | 5 – 30 | 31 – 70 | >70 |
| Тетрахлоретилен | мкг/дм ³ | <5 | 5 – 50 | 51 – 160 | >160 |
| Елементоорганічні сполуки | | | | | |
| Біс(трибутилолово) оксид | мкг/дм ³ | <0,01 | 0,01 – 0,10 | 0,11 – 0,20 | >0,20 |
| Діалкілолово | мкг/дм ³ | <0,1 | 0,1 – 1,0 | 1,1 – 2,0 | >2,0 |
| Оксид трибутилолово | мкг/дм ³ | <0,2 | 0,2 – 2,0 | 2,1 – 4,0 | >4,0 |
| Тетраетилолово | мкг/дм ³ | <0,01 | 0,01 – 0,10 | 0,11 – 0,20 | >0,20 |
| Трибутилметакрилатолово | мкг/дм ³ | <0,01 | 0,01 – 0,10 | 0,11 – 0,20 | >0,20 |
| Інші сполуки | | | | | |
| Акриламід | мкг/дм ³ | <0,5 | 0,5 – 3,0 | 3,1 – 10,0 | >10,0 |
| Акролеїн | мкг/дм ³ | <1 | 1 – 10 | 11 – 20 | >20 |
| Гексахлорбутадиєн | мкг/дм ³ | <0,6 | 0,6 – 3,0 | 3,1 – 10,0 | >10,0 |
| Гексахлорциклопентадиєн | мкг/дм ³ | <1 | 1 – 20 | 21 – 50 | >50 |
| Ди(2-етилгексил)адилат | мкг/дм ³ | <80 | 80 – 200 | 201 – 400 | >400 |
| Ди(2-етилгексил)фталат | мкг/дм ³ | <6,0 | 6,0 – 7,0 | 7,1 – 8,0 | >8,0 |
| Епіхлоргідрин | мкг/дм ³ | <0,1 | 0,1 – 3,0 | 3,1 – 10,0 | >10,0 |
| Етилендіамін тетраоцтова кислота (EDTA) | мкг/дм ³ | <10 | 10 – 60 | 61 – 200 | >200 |
| Тринітрилооцтова кислота | мкг/дм ³ | <50 | 50 – 200 | 201 – 500 | >500 |
| * Факультативні токсикологічні показники: менш шкідливі і поширені, ніж пріоритетні речовини токсичної дії, визначання яких доцільне, але здійснюють рідше і вибірково залежно від наявності методик аналізування вмісту і технічного оснащення лабораторної бази. | | | | | |

Послідовність виконання оцінки.

1. Кількісною основою оцінювання якості води у джерелах централізованого питного водопостачання є класифікації якості поверхневих і підземних вод за гігієнічними і екологічними критеріями (табл. 3.12, 3.13).

2. Оцінювання якості води у поверхневих і підземних джерелах залежно від її конкретного призначення можна виконувати, зважаючи на три методичні підходи:

- за значеннями окремих показників;
- за значеннями інтегральних блокових індексів (без урахування загального рівня хронічної токсичності води, який визначають у виняткових випадках);
- за значеннями інтегрального комплексного індексу.

3. Оцінювання (орієнтовне) якості води у поверхневих і підземних джерелах централізованого питного водопостачання за значеннями окремих показників виконують тоді, коли необхідно одержати попереднє уявлення щодо якості води у місцях водозабору в будь-який час. Таке уявлення можна отримати на підставі аналізу кількісних характеристик деяких найпріоритетніших показників якості води, які чітко демонструють сприятливий або несприятливий стан джерел питного водопостачання і перелік яких встановлюють, виходячи із конкретної санітарної ситуації та екологічного стану на території зон санітарної охорони.

Наприклад, якщо величина такого гідрохімічного показника як біхроматна окислюваність (*XCK*) у поверхневому джерелі є меншою за 9 мгО/дм^3 , а в підземному джерелі – меншою за 4 мгО/дм^3 , то це свідчить про низький загальний вміст органічних речовин у воді, отже про сприятливий стан відповідних джерел. І навпаки, якщо величина такого органолептичного показника як каламутність води в поверхневому джерелі перевищує 5000 мг/дм^3 , а в підземному джерелі – 5 мг/дм^3 , що характеризує 4 клас якості вод, то такий високий вміст завислих речовин у воді свідчить про певне гігієнічну і екологічну несприятливість цих джерел. Орієнтовне оцінювання якості води за величинами окремих показників виконують на підставі разових

або серійних вимірювань величин цих показників, здійснюваних одночасно або протягом короткого відрізка часу (доба, тиждень).

Результати цих досліджень реєструють у протоколах дослідження якості води в поверхневих і підземних джерелах питного водопостачання.

4. Оцінювання якості води в поверхневих і підземних джерелах за величинами інтегральних блокових індексів (грунтового) виконують для переконливих і відповідальних висновків і рішень щодо якості води в цих джерелах на підставі арифметичної обробки емпіричних величин усіх (повне оцінювання) або кількох (неповне оцінювання) показників I, II, III, IV, V, VI і VII груп. Емпіричні величини показників якості води, що відносяться до кожного з цих блоків, одержують у результаті систематичних досліджень (моніторингу) гігієнічного і екологічного станів поверхневих і підземних джерел.

5. Грунтового оцінювання якості води в поверхневих і підземних джерелах питного водопостачання за величинами групових індексів виконують за процедурою, що складається з трьох послідовних етапів:

- етап групування і обробки вихідних даних гігієнічних та екологічних показників якості води;
- етап визначення класів якості води джерела водопостачання;
- етап узагальнення оцінювання якості води і погодження їх з технологічними прийомами кондиціонування поверхневих і підземних вод залежно від фізико-хімічної та мікробіологічної природи забруднювальних домішок.

Етап групування і оброблення вихідних даних щодо якості води.

Вихідними даними ґрунтового оцінювання якості води є, насамперед, результати розрізнених і зведених досліджень якості води у водних об'єктах – наявних чи потенційних джерелах централізованого питного водопостачання, які зібрані і оброблені мережею пунктів спостережень і лабораторій систем Гідрометслужби, обласних управлінь Мінприроди, державної санітарно-епідеміологічної служби України та територіальних організацій

Держводгоспу, Державної геологічної служби Мінприроди і низових ланок Міністерства будівництва, архітектури і житлово-комунального господарства України. До уваги беруть також матеріали спостережень за якістю води, одержані науковими установами санітарно-гігієнічного та екологічного профілю.

Вихідні дані щодо якості води за окремими показниками об'єднують у межах груп I – VII. Подані у відповідних групах (табл. 3.12 і 3.13) вихідні дані (вибірки) щодо кожного наявного показника піддають певній обробці: обчислюють середні та найгірші значення. Вони характеризують межі діапазону мінливості величин кожного з показників якості води у реальних умовах виконання і аналізування результатів спостережень.

Етап визначення класів якості води за окремими показниками полягає у виконанні таких дій:

- середні та найгірші значення для кожного показника окремо зіставляють з відповідними критеріями якості води, поданими у табл. 3.8 і 3.9;
- на основі проведеного зіставлення середніх і найгірших значень для кожного показника окремо визначають класи якості води для кожного показника окремо;
- зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями класифікацій якості води (табл. 3.12 і 3.13) та визначення класів якості води за окремими показниками виконують (як і на першому етапі) у межах відповідних груп показників (I – VII).

Етап узагальнення оцінювання якості води за окремими показниками з визначенням інтегрального показника теж виконують лише на основі аналізу і обчислення величин у межах окремих груп показників. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найгірших значень для семи групових індексів якості води, а саме: для індексу органолептичних показників – $I_{Iсер.}$ та $I_{Iнг.}$; для індексу загально-санітарних хімічних показників – $I_{IIсер.}$ та $I_{IIнг.}$; для індексу гідробіологічних показників – $I_{IIIсер.}$ та $I_{IIIнг.}$; для індексу мікробіологічних показників – $I_{IVсер.}$ та $I_{IVнг.}$; для індексу

паразитологічних показників – $I_{Vсер.}$ та $I_{Vнг.}$; для індексу показників радіаційної безпеки – $I_{VIсер.}$ та $I_{VIнг.}$; для індексу токсикологічних показників – $I_{VIIсер.}$ та $I_{VIIнг.}$.

Значення блокового індексу якості води визначають шляхом усереднення значень усіх наявних показників у межах розглядуваного блоку показників не за абсолютними, а за відносними значеннями, вираженими номерами класів (1 – 4). Значення найгіршого блокового індексу якості води визначають по показнику з найгіршим значенням (з найбільшим номером класу) серед інших показників даного блоку.

Маючи середні й найгірші значення групових індексів якості води, визначають їх приналежність до певного класу якості води за допомогою табл. 3.12 і 3.13.

Значення блокових індексів якості води у поверхневих і підземних джерелах питного водопостачання можуть бути виражені як цілими, так і дробовими числами. Використання дробових значень блокових індексів і обчислених на їх основі підкласів якості води дозволяє диференціювати оцінювання якості води, робити його гнучкішим і точнішим. Для визначення підкласів якості води треба діапазони дробових значень (з точністю до сотих) у межах окремих груп показників поділити на рівні частини і позначити відповідним чином згідно з наведеною нижче схемою (табл. 3.14) визначення класів і підкласів якості води у поверхневих і підземних водних об'єктах – джерелах централізованого питного водопостачання.

Узагальнене оцінювання якості води у поверхневих і підземних джерелах централізованого питного водопостачання за значеннями інтегрального індексу доцільне в тих випадках, коли зручніше мати однозначне і в той же час узагальнене оцінювання якості води у поверхневих та підземних водних об'єктах – джерелах централізованого питного водопостачання, а саме: для порівняння різних варіантів розташування водозабору станцій водопідготовки у випадку проектування їх будівництва чи реконструкції; для картографування стану поверхневих джерел

Таблиця 3.14 – Схема визначення класів і підкласів якості вод в поверхневих і підземних водних об'єктах [13]

| Позначення класів якості води | Середні значення блокових індексів якості води | Позначення відповідних підкласів якості води | Характеристика класів і підкласів якості води |
|-------------------------------|--|--|--|
| 1 | 1,00 – 1,25 | 1 | «Відмінна», дуже чиста вода |
| | 1,26 – 1,50 | 1(2) | «Відмінна», дуже чиста вода з ухилом до класу «доброї», чистої води бажаної якості |
| 2 | 1,51 – 1,75 | 1 – 2 | Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої |
| | 1,76 – 1,99 | 2(1) | «Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої |
| | 2,00 – 2,25 | 2 | «Добра», чиста вода прийнятної якості |
| | 2,26 – 2,50 | 2(3) | «Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабко забрудненої прийнятної якості |
| 3 | 2,51 – 2,75 | 2 – 3 | Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабко забрудненої |
| | 2,76 – 2,99 | 3(2) | «Задовільна», слабко забруднена вода з ухилом до класу «доброї», чистої |
| | 3,00 – 3,25 | 3 | «Задовільна», слабко забруднена вода прийнятної якості |
| | 3,26 – 3,50 | 3(4) | «Задовільна», слабко забруднена вода з ухилом до класу «обмежено придатної» небажаної якості |
| 4 | 3,51 – 3,75 | 3 – 4 | Вода, перехідна за якістю від «задовільної», слабко забрудненої |
| | 3,76 – 3,99 | 4(3) | «Обмежено придатна» небажаної якості з ухилом до класу «задовільної», слабо |
| | 4,00 | 4 | «Посередня», «обмежено придатна» небажаної якості |

централізованого питного водопостачання; для планування водоохоронних заходів щодо захисту поверхневих джерел централізованого питного водопостачання.

Значення узагальненого інтегрального індексу якості води визначають за формулою:

$$I_{\text{іоаа?}} = \frac{I_I + I_{II} + I_{III} + I_{IV} + I_V + I_{VI} + I_{VII}}{7}, \quad (3.1)$$

де $I_I - I_{VII}$ – величини групових індексів, виражених у класах;

7 – кількість групових індексів.

У разі відсутності одного або двох групових індексів, $I_{\text{інтегр}}$ обчислюють як частку від ділення суми значень наявних групових індексів. Значення $I_{\text{інтегр}}$ обчислюють на підставі групових індексів, обчислених за середніми і найгіршими значеннями окремих показників якості води. Індеси якості води мають чисельні значення класів і підкласів, а також мовні пояснення.

Оцінка якості вод Кілійського гирла Дунаю за ДСТУ 4808–2007 за 2005–2009 рр. наведена у табл. 3.15. З табл. 3.15 видно, що за $I_{\text{ІНТЕГРсер}}$ вода відноситься до класу 2 – «**добра**», **чиста** вода прийнятної якості.

Видно, що оцінка не збігається з СанПиН 6530-88 і ГОСТ 2761–84, де вода характеризується як помірно забруднена. Розбіжність оцінок можна пояснити подвійним осередненням індексів по показниках в ДСТУ 4808-2007: спочатку усередині блоків, далі – між блоками.

Цей недолік можна усунути, якщо блокові індекси визначати за найгіршим показником, а осереднення виконувати тільки при розрахунку інтегрального індексу (осереднення між блоками). У цьому випадку значення інтегрального індексу $I_{\text{ІНТЕГРmax}}$ буде дорівнювати 3 – «**задовільна**», **слабо** забруднена вода прийнятної якості (у табл. 3.15 показано напівжирним шрифтом у дужках). Ця оцінка більше відповідає стану вод.

Таблиця 3.15 – Оцінка якості вод Кілійського гирла Дунаю за
ДСТУ 4808–2007

| Блок | Показник | Одиниця виміру | $\hat{C}_{СЕР}$ | Клас за показником | Блоковий індекс |
|--|--------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|--|
| I | Запах | бал | - | | $I_{Iсер} = 2,00$ $(I_{Imax} = 2)$ |
| | Завислі речовини | мг/дм ³ | 46,0 | 2 | |
| | Прозорість | см | - | | |
| II | Сухий залишок | мг/дм ³ | 332 | 1 | 1+1+1+2+2+3 +4+3+1+3+2= 23 $I_{IIсер} = 23/11 =$ $= 2,09$ $(I_{IImax} = 4)$ |
| | Сульфати (SO_4^{2-}) | мг/дм ³ | 38,6 | 1 | |
| | Хлориди (Cl) | мг/дм ³ | 29,0 | 1 | |
| | pH | - | 8,0 | 2 | |
| | Азот амонійний | мг/дм ³ | 0,198 | 2 | |
| | Азот нітритний | мг/дм ³ | 0,0226 | 3 | |
| | Азот нітратний | мг/дм ³ | 1,33 | 4 | |
| | Фосфати (по фосфору) | мг/дм ³ | 0,161 (0,053) | 3 | |
| | Розчинений кисень | мг/дм ³ | 9,27 | 1 | |
| | БСК _П | мг/дм ³ | 4,96 | 3 | |
| | ХСК | мг/дм ³ | 18,9 | 2 | |
| VII | Залізо | мг/дм ³ | 0,077 | 2 | 2+2+2+1+1+ +1+3+2=14 $I_{VIIсер} = 14/8 =$ $= 1,75$ $(I_{VIImax} = 3)$ |
| | Мідь | мг/дм ³ | 0,0022 | 2 | |
| | Марганець | мг/дм ³ | 0,038 | 2 | |
| | Хром (6) | мг/дм ³ | 0,0014 | 1 | |
| | Цинк | мг/дм ³ | 0,0082 | 1 | |
| | Феноли | мг/дм ³ | 0,00082 | 1 | |
| | СПАР | мг/дм ³ | 0,098 | 3 | |
| | Нафтопродукти | мг/дм ³ | 0,0205 | 2 | |
| $I_{INTEГPсер} = (2,00+2,09+1,75)/3 = 1,95$ (клас 2) $(I_{INTEГPmax} = (2+4+3)/3 = 3)$ | | | | | |

Примітка: Вода відноситься до класу 2 – «добра», чиста вода прийнятної якості.

4 НОРМИ ЯКОСТІ ВОД КРАЇН ЄС І ВДОСКОНАЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ НОРМ

4.1 Норми якості вод країн ЄС

З метою впорядкування українського законодавства із законодавством Європейського Співтовариства [9] (ЄС) подальший законодавчо-нормативний розвиток в Україні у галузі охорони та ощадливого використання водних ресурсів буде здійснюватися на основі Директив Ради ЄС у цій галузі.

Директиви Ради ЄС у відношенні вод, що використовуються для купання, пиття й у рибогосподарських цілях, були прийняті ще у 1976 р. В 80-х і 90-х роках ХХ ст. у ці Директиви вносились зміни та доповнення.

Фізичні, хімічні та мікробіологічні параметри (показники), які встановлюються для води при тому або іншому водокористуванні, містяться у додатках до Директив і є їх невід'ємною частиною.

Країни-члени Співтовариства зобов'язані встановити нормативи не менш жорсткі, ніж нормативи, зазначені у додатках як обов'язкові (у відповідному стовпчику). Ці країни мають право у будь-яку мить встановити більш жорсткі нормативи. Якщо у додатках для будь-яких показників не наведені нормативи, то країни-члени Співтовариства можуть не встановлювати для них ніяких значень до моменту, поки ці значення не будуть визначені.

Якщо значення показника в додатках вказане як оптимальне (стоїть у відповідному стовпчику), то незалежно від того, вказане чи ні його обов'язкове значення, країни – члени Співтовариства під час встановлення своїх нормативів повинні намагатися дотримуватись цих значень.

Країни-члени Співтовариства повинні ухвалити заходи щодо забезпечення того, щоб у 10-річний строк з моменту опублікування

Директиви якості води, яка використовується задля того або іншого водокористування, відповідали прийнятим нормативам.

Держави-члени Співтовариства повинні ввести в дію закони, правила та адміністративні правові акти, необхідні для виконання Директив та додатків до них, протягом двох років з моменту їх опублікування.

До Комісії повинні бути подані тексти основних правових актів національного законодавства, які приймаються за умов, що регулюються Директивами.

Якість вод оцінюється детальним методом. Нормативи якості вод для купання та пиття наведені у табл. 4.1 і 4.2.

Вода для купання відповідає нормам, якщо результати проб цієї води відповідають нормативам якості у співвідношенні: 95 % проб для обов'язкових нормативів, 90 % у решті випадків, за виключенням показників «загальні колі-форми» та «фекальні колі-форми», для яких допустимим є процентне значення 80 %, а також у 5, 10 і 20 % проб, які не відповідають встановленим нормативам: відсутні відхилення від нормативів більше ніж на 50 %, окрім мікробіологічних показників, *pH* та розчиненого кисню; відсутні відхилення від нормативів у пробах, послідовно відібраних одна за одною через відповідні проміжки часу.

Вода для пиття відповідає нормам, якщо 95 % проб відповідають нормативам, зазначеним як обов'язкові; якщо 90 % проб відповідають вимогам у решті випадків, а також, якщо у 5 і 10 % проб, які не відповідають встановленим нормативам, відсутні відхилення від встановлених нормативів більш ніж на 50 %, окрім *pH*, розчиненого кисню та мікробіологічних показників, відсутня загроза здоров'ю населення, відсутні відхилення від нормативів у послідовно відібраних одна за одною проб.

Оцінка якості вод в країнах ЄС виконується за значеннями показників у разових пробах води. Зі останніх двох абзаців видно, що в країнах ЄС передбачається нормування частоти перевищення *ГДК*: не більш 5, 10 або 20 % от усіх проб. Нормується також само перевищення нормативу: не більш

Таблиця 4.1 – Вимоги до якості води, яка використовується для купання [9]

| Показник | Значення | | Мінімальна частота відбору проб на місяць | Методи аналізу |
|--|------------|--|---|--|
| | оптимальне | обов'язкове | | |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
| Загальні колі-форми, шт. /100 мл | 500 | 10000 | 2 | підрахунок у відповідності з найбільш імовірними числами |
| Фекальні колі-форми, шт. /100 мл | 100 | 2000 | 2 | –'– |
| Фекальні стрептококи, шт. /100 мл | 100 | – | 4 | –'– |
| Сальмонела, шт./1дм ³ | – | 0 | 4 | концентрація методом фільтрування |
| Ентеровіруси PFU, шт./10 дм ³ | – | 0 | 4 | –'– |
| <i>pH</i> | – | 6 – 9 (0) | 4 | електрометрія |
| Колір | – | відсутність незвичної зміни кольору | 2 | візуально |
| | – | – | 4 | фотометрія |
| Мінеральні масла, мг/дм ³ | – | відсутність плівки на поверхні та запаху | 2 | візуально |
| | – | – | 4 | екстракція за зважуванням сухого залишку |

Продовження табл. 4.1

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
|--|-------------|---------------------------------|----------|-------------------------------|
| ПАР, мг/дм ³ | – | відсутність довгочасної піни | 2 | візуально |
| | 0,3 | – | 4 | абсорбційна спектрофотометрія |
| Феноли, мг/дм ³ C ₆ O ₅ OH | – | відсутність специфічного запаху | 2 | підтвердження відсутності |
| | – | 0,005 | 4 | абсорбційна спектрофотометрія |
| Прозорість, м | 2 | 1(0 ⁰) | 2 | диск Секкі |
| Розчинений кисень, % насиченості O ₂ | 80–120 | – | 4 | електрохімічний |
| Смолисті опади, плаваючі матеріали | відсутність | – | 2 | візуальний та перевірка |
| Амоній, мг/дм ³ NH ₄ ⁺ | | | 6 | абсорбційна спектрометрія |
| Кейлдахазот, мг/дм ³ | | | 6 | метод Кейлдахла |
| Пестициди (паратоїн, НСН, діелдрін), мг/дм ³ | | | 4 | хроматографія |
| Важкі метали (As, Cd, Cr ^{VI} , Pb, Hg), мг/дм ³ | | | 4 | абсорбційна спектрофотометрія |
| Ціаніди, мг/дм ³ CN | | | 4 | абсорбційна спектрофотометрія |

Продовження табл. 4.1

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
|------------------------------------|----------|----------|----------|-------------------------------|
| Нітрати, мг/дм ³ NO_3 | | | 4 | абсорбційна спектрофотометрія |
| Фосфати, мг/дм ³ PO_4 | | | 4 | абсорбційна спектрофотометрія |

50 %. Крім того, нормується тривалість періодів можливого забруднення: треба щоб були відсутні відхилення від нормативів у послідовно відібраних одна за одною проб. Це означає, що при відборі проб чотири рази на місяць остання вимога буде виконана при тривалості періоду забруднення не більш 7 діб. Тоді протягом року кількість таких періодів може бути менше $5 \approx 12 * 4 * 0,10$ (при 10 % кількості перевищень *ГДК*), тобто сумарна тривалість періодів забруднення протягом року повинна бути не більш 35 діб.

Вітчизняні норми не відповідають цим вимогам. При оцінці якості вод у них використовуються середні або фонові значення показників за тривалі (декілька років) періоди часу. Якщо середні значення показників дорівнюють *ГДК*, то сумарна тривалість періодів забруднення становить приблизно 50 % періоду осереднення (рис. 4.1). Фонові значення показників не сильно відрізняються від середніх значень, тому вірогідність їх перевищення значно більш 10 %.

Таблиця 4.2 – Нормативи якості вод, які використовуються для пиття (ЄС) [9]

| Показник | Значення для А1 | | Значення для А2 | | Значення для А3 | |
|---|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | опти- мальне | обов'яз- кове | опти- мальне | обов'яз- кове | опти- мальне | обов'яз- кове |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> |
| pH | 6,5–8,5 | | 5,5–9,0 | | 5,5–9,0 | |
| Загальні завислі частинки, мг/дм ³ | 25 | | | | | |
| Температура, °С | 22 | 25 (0) | 22 | 25(0) | 22 | 25(0) |
| Провідність при 20 °С | 1000 | | 1000 | | 1000 | |
| Запах, коеф. розводження при 25 °С | 3 | | 10 | | 20 | |
| Нітрати, мг/дм ³ (NO ₃) | 25 | 50 (0) | | 50 (0) | | 50 (0) |
| Фтористі сполуки, мг/дм ³ (F) | 0,7–1,0 | 1,5 | 0,7–1,7 | | 0,7–1,7 | |
| Загальний хлор, мг/дм ³ (Cl) | | | | | | |
| Розчинене залізо, мг/дм ³ (Fe) | 0,1 | 0,3 | 1 | 2 | 1 | |
| Марганець, мг/дм ³ (Mn) | 0,05 | | 0,1 | | 1 | |
| Мідь, мг/дм ³ (Cu) | 0,02 | 0,05 (0) | 0,05 | | 1 | |
| Цинк, мг/дм ³ (Zn) | 0,5 | 3 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| Нікель, мг/дм ³ (Ni) | | | | | | |
| Кобальт, мг/дм ³ (Co) | | | | | | |
| Загальний хром, мг/дм ³ (Cr) | | 0,05 | | 0,05 | | 0,05 |
| Свинець, мг/дм ³ (Pb) | | 0,01 | | 0,01 | | 0,01 |
| Сульфати, мг/дм ³ (SO ₄) | 150 | 250 | 150 | 250 (0) | 150 | 250 (0) |
| Хлориди, мг/дм ³ (Cl) | 200 | | 200 | | 200 | |

Продовження табл. 4.2

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Фосфати, мг/дм ³ (<i>PO₄</i>) | 0,4 | | 0,7 | | 0,7 | |
| Розчинені або емульсовані вуглеводи, мг/дм ³ | | 0,05 | | 0,2 | 0,5 | 1 |
| <i>ХСК</i> , мг/дм ³ <i>O₂</i> | | | | | 30 | |
| Розчинений кисень, % <i>O₂</i> | >70 | | >50 | | >30 | |
| <i>БСК</i> , мг/дм ³ | 3 | | 5 | | 7 | |
| Аміак, мг/дм ³ (<i>NH₄</i>) | 0,05 | | 1 | 1,5 | 2 | 4 (0) |
| Загальні колі- форми, шт./100 мл | 50 | | 5000 | | 50000 | |
| Фекальні колі- форми, шт./100 мл | 20 | | 2000 | | 20000 | |
| Фекальні стрептококи, шт./100 мл | 20 | | 1000 | | 10000 | |
| Сальмонела, шт./5000 мл | відсутн. | | відсутн. | | | |

Примітка: питна вода: категорії А1 – проста фізична обробка та дезінфекція; категорії А2 – нормальна фізична обробка, хімічна обробка та дезінфекція, категорії А3 – інтенсивна фізична та хімічна обробка, розширена обробка та дезінфекція.

4.2 Оцінка якості вод Кілійського гирла Дунаю з урахуванням перевищень ГДК

Аналіз змінюваності показників якості вод у Кілійському гирлі (табл. 4.3; рис. 4.2а і 4.2б) показав, що недопустима кількість перевищень ГДК (> 10 %) спостерігається за показниками *ХСК* (від 62 до 79 %), *БСК_П* (від 75 до 88 %) і фенолам (від 16 до 25 %). Видно, що забруднення вод Кілійського гирла Дунаю органічними сполуками носить стабільний характер.

а) ХСК



б) БСК_П



в) феноли

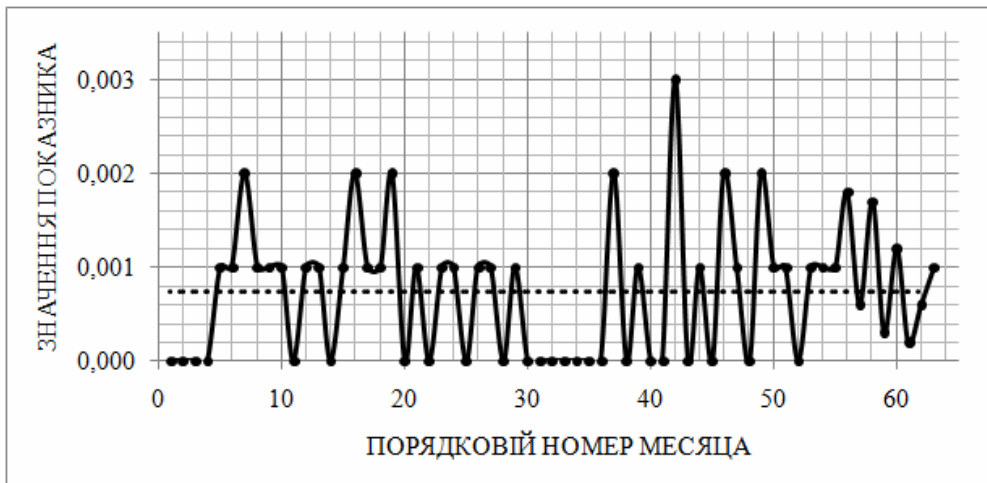
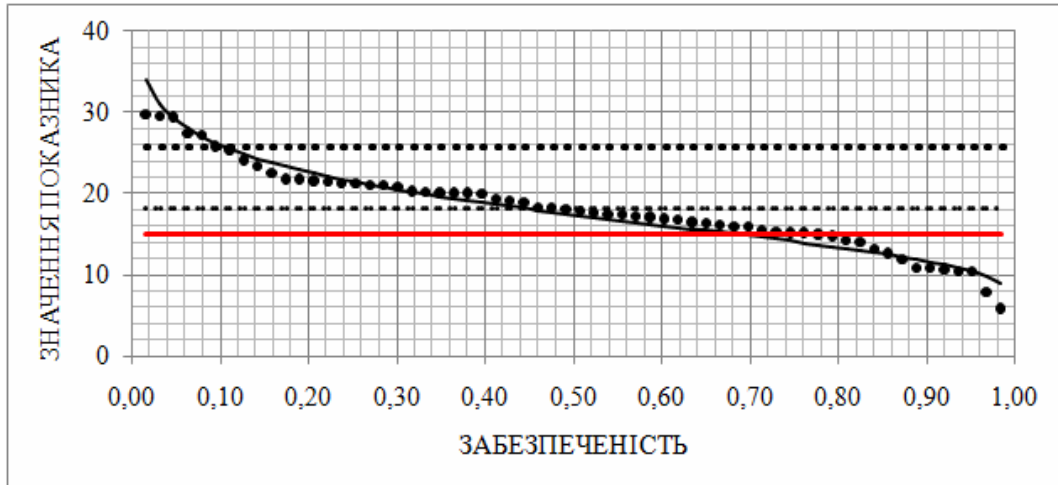


Рис. 4.1 – Хронологічні графіки змін показників якості вод в районі Вилкове:
а – ХСК; б – БСК_П; в – феноли; точкова горизонтальна лінія – середнє значення.

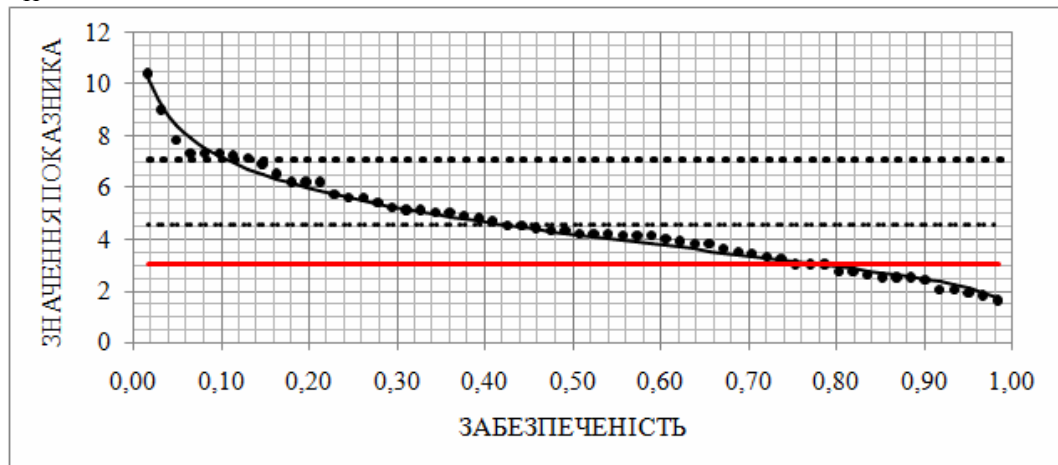
Таблиця 4.3 – Кількість перевищень ГДК за показниками

| № з/п | Показник | Норма-тив | <i>m</i> | <i>n</i> | <i>m/n, %</i> | Прим. |
|---------|---|-----------|----------|----------|---------------|-------|
| Рені | | | | | | |
| 2 | <i>pH</i> | 6,5-8,5 | 1 | 56 | 2 | |
| 7 | Залізо, мг/дм ³ | 0,3 | 1 | 56 | 2 | |
| 8 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 15 | 37 | 55 | 67 | ні |
| 9 | <i>BCK_П</i> , мг/дм ³ | 3,0 | 45 | 52 | 87 | ні |
| 17 | Марганець, мг/дм ³ | 0,1 | 4 | 55 | 7 | |
| 19 | Феноли, мг/дм ³ | 0,001 | 14 | 56 | 25 | ні |
| Ізмаїл | | | | | | |
| 7 | Залізо, мг/дм ³ | 0,3 | 1 | 58 | 2 | |
| 8 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 15 | 45 | 57 | 79 | ні |
| 9 | <i>BCK_П</i> , мг/дм ³ | 3,0 | 47 | 55 | 85 | ні |
| 17 | Марганець, мг/дм ³ | 0,1 | 4 | 56 | 7 | |
| 19 | Феноли, мг/дм ³ | 0,001 | 9 | 57 | 16 | ні |
| Кілія | | | | | | |
| 8 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 15 | 18 | 29 | 62 | ні |
| 9 | <i>BCK_П</i> , мг/дм ³ | 3,0 | 23 | 26 | 88 | ні |
| 19 | Феноли, мг/дм ³ | 0,001 | 6 | 28 | 21 | ні |
| Вилкове | | | | | | |
| 7 | Залізо, мг/дм ³ | 0,3 | 3 | 62 | 5 | |
| 8 | <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 15 | 48 | 62 | 77 | ні |
| 9 | <i>BCK_П</i> , мг/дм ³ | 3,0 | 45 | 60 | 75 | ні |
| 17 | Марганець, мг/дм ³ | 0,1 | 2 | 62 | 3 | |
| 19 | Феноли, мг/дм ³ | 0,001 | 10 | 63 | 16 | ні |

а) ХСК



б) БСК_П



в) феноли

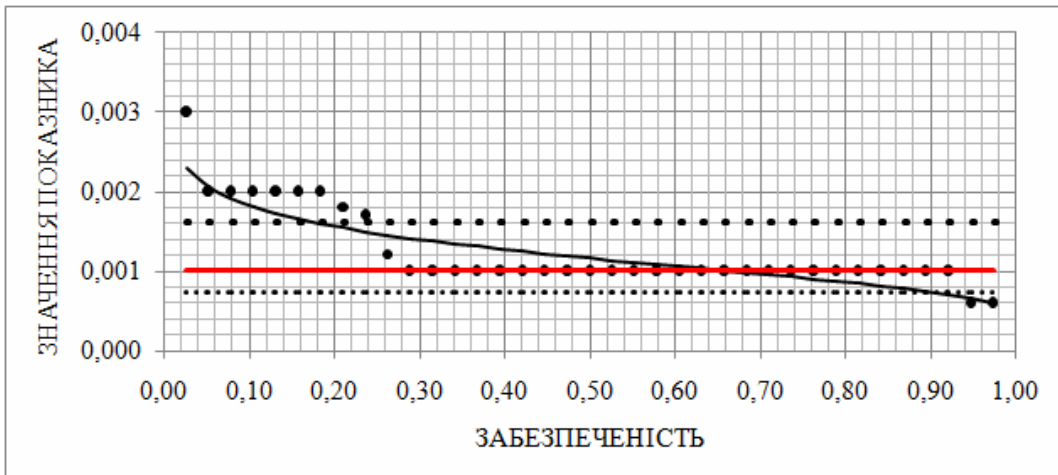


Рис.4.2 – Розподіл значень показників в районі Вилкове:
 маркер коло – результати спостережень; суцільна крива – логнормальний закон; жирна точкова лінія – значення з 10 %-ю забезпеченістю; суцільна горизонтальна лінія – ГДК; точкова лінія – середнє значення.

Середнє значення фенолів менш їх *ГДК* (рис. 4.2в), однак частота перевищень *ГДК* не відповідає вимогам норм країн ЄС. Звідси можна зробити висновок: для того, щоб оцінка якості вод за вітчизняними нормами відповідала вимогам норм країн ЄС, необхідно використовувати не середні значення показників, а з 10 % забезпеченістю. У такому випадку при збігу цього значення показника з нормативом кількість перевищень нормативу буде не більш 10 %.

У табл. 4.4 наведені значення (C_{10}) показників якості вод Кілійського гирла біля м. Вилкове з 10 % забезпеченістю. Ці значення розраховані за логнормальним законом розподілу.

У табл. 4.5 приведена оцінка якості вод. Видно, що при використанні C_{10} вже і за показником феноли в районі Вилкове спостерігається перевищення *ГДК*.

Оцінка за ДСТУ 4808:2007 з використанням C_{10} (табл. 4.6) у даному випадку не змінюється: вода відноситься до класу 3 – «**задовільна**», **слабо забруднена** вода прийнятної якості.

Таблиця 4.4 – Значення показників з 10 %-ю забезпеченістю (Дунай-Вилкове)

| Показник | Середнє значення ($\ln C_i$) | Сер. кв. відх. $\ln C_i$ | C_{10} |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------|
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 3,195 | 0,9128 | 77,3 |
| <i>pH</i> | 2,077 | 0,01972 | 8,18 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | 2,212 | 0,2145 | 6,94 |
| <i>XCK</i> , мг/дм ³ | 2,856 | 0,3131 | 27,9 |
| <i>BCK_П</i> , мг/дм ³ | 1,432 | 0,4208 | 7,09 |
| Мінералізація, мг/дм ³ | 5,796 | 0,1233 | 385 |
| Азот амонійний, мг/дм ³ | -1,816 | 0,6214 | 0,361 |
| Азот нітратний, мг/дм ³ | 0,2540 | 0,3398 | 1,99 |
| Хром (VI), мг/дм ³ | -6,642 | 0,4502 | 0,0022 |
| Залізо, мг/дм ³ | -3,041 | 0,9425 | 0,159 |
| Хлориди, мг/дм ³ | 3,351 | 0,1954 | 36,7 |
| Сульфати, мг/дм ³ | 3,631 | 0,1572 | 46,1 |
| Мідь, мг/дм ³ | -5,990 | 0,3908 | 0,0038 |
| Марганець, мг/дм ³ | -3,492 | 0,7796 | 0,075 |
| Нафтопродукти, мг/дм ³ | -4,088 | 0,5309 | 0,0331 |
| Феноли, мг/дм ³ | -6,838 | 0,4899 | 0,00174 |
| СПАР, мг/дм ³ | -2,564 | 0,7887 | 0,205 |
| Цинк, мг/дм ³ | -4,399 | 0,7342 | 0,0205 |
| Азот нітритний, мг/дм ³ | -3,927 | 0,7084 | 0,049 |
| Кремній, мг/дм ³ | 1,003 | 0,5585 | 5,49 |
| Натрій, мг/дм ³ | 2,926 | 0,3327 | 28,6 |

Таблиця 4.5 – Оцінка якості вод (Дунай–Вилкове) за санітарними нормами
(СанПиН – 4630–88) з використанням C_{10}

| Показник | ЛОШ | Клас | ГДК _i , мг/дм ³ | C_{10i} , мг/дм ³ | $\frac{C_{10i}}{ГДК_i}$ | Прим. |
|---|--------------|------|--|-----------------------------------|-------------------------|-------|
| Завислі речовини, мг/дм ³ | – | – | фон+0,25 | 77,3 | – | – |
| <i>pH</i> | – | – | 6,5-8,5 | 8,18 | – | – |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | – | – | 4,0 | 6,94 | – | – |
| <i>ХСК</i> , мг/дм ³ | – | – | 15 | 27,9 | – | ні |
| <i>БСК_П</i> , мг/дм ³ | – | – | 3,0 | 7,09 | – | ні |
| Мінералізація, мг/дм ³ | – | – | 1000 | 385 | – | – |
| Азот амонійний, мг/дм ³ | сан.-токс. | 3 | 2,0 | 0,361 | – | – |
| Азот нітратний, мг/дм ³ | сан.-токс. | 3 | 10,2 | 1,99 | – | – |
| Хром (VI), мг/дм ³ | сан.-токс. | 3 | 0,05 | 0,00222 | – | – |
| Залізо, мг/дм ³ | органолепт. | 3 | 0,3 | 0,159 | – | – |
| Хлориди, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 350 | 36,7 | – | – |
| Сульфати, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 500 | 46,1 | – | – |
| Мідь, мг/дм ³ | органолепт. | 3 | 1,0 | 0,0038 | – | – |
| Марганець, мг/дм ³ | органолепт. | 3 | 0,1 | 0,075 | – | – |
| Нафтопродукти, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 0,3 | 0,0331 | – | – |
| Феноли, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 0,001 | 0,00174 | – | ні |
| СПАР, мг/дм ³ | органолепт. | 4 | 0,5 | 0,205 | – | – |
| Цинк, мг/дм ³ | загальносан. | 3 | 1,0 | 0,0205 | – | – |
| Азот нітритний, мг/дм ³ | сан.-токс. | 2 | 1,0 | 0,0489 | 0,049 | |
| Кремній, мг/дм ³ | | 2 | 10 | 5,49 | 0,549 | |
| Натрій, мг/дм ³ | | 2 | 200 | 28,6 | 0,143 | |
| Σ | | | | | 0,740 | – |

Таблиця 4.6 – Оцінка якості вод (Дунай-Вилкове) за ДСТУ 4808–2007 з використанням C_{10}

| Блок | Показник | Одиниця виміру | C_{10} | Клас за показником | Блоковий індекс |
|---|--------------------------|--------------------|---------------|--------------------|------------------|
| I | Запах | бал | - | - | $I_{Icep} = 2$ |
| | Завислі речовини | мг/дм ³ | 77,3 | 2 | |
| | Прозорість | см | - | - | |
| II | Сухий залишок | мг/дм ³ | 385 | 1 | $I_{IIcep} = 4$ |
| | Сульфати (SO_4^{2-}) | мг/дм ³ | 46,1 | 2 | |
| | Хлориди (Cl) | мг/дм ³ | 36,7 | 2 | |
| | pH | – | 8,18 | 3 | |
| | Амоній (по азоту) | мг/дм ³ | 0,361 | 3 | |
| | Нітрити (по азоту) | мг/дм ³ | 0,049 | 4 | |
| | Нітрати (по азоту) | мг/дм ³ | 1,99 | 2 | |
| | Фосфати (по фосфору) | мг/дм ³ | 0,246 (0,080) | 3 | |
| | Розчинений кисень | мг/дм ³ | 6,94 | 3 | |
| | БСК _п | мг/дм ³ | 7,09 | 3 | |
| | ХСК | мг/дм ³ | 27,9 | 3 | |
| VII | Залізо | мг/дм ³ | 0,159 | 3 | $I_{VIIcep} = 3$ |
| | Мідь | мг/дм ³ | 0,0038 | 2 | |
| | Марганець | мг/дм ³ | 0,075 | 1 | |
| | Хром (6) | мг/дм ³ | 0,0022 | 1 | |
| | Цинк | мг/дм ³ | 0,0205 | 2 | |
| | Феноли | мг/дм ³ | 0,00174 | 2 | |
| | СПАР | мг/дм ³ | 0,205 | 3 | |
| | Нафтопродукти | мг/дм ³ | 0,0331 | 2 | |
| $I_{INTEGpcep} = (2+4+3)/3 = 3,00$ (класс 3), | | | | | |

Примітка: фосфати перераховані у фосфор фосфатів з коефіцієнтом 0,3261.

ВИСНОВКИ

1. За фоновими значеннями показників за період спостережень 2005 – 2009 рр. якість вод Кілійського гирла Дунаю не відповідає вимогам санітарних норм за вмістом органічних сполук (значення *ХСК* і *БСК* перевищують нормативи). Значення інших показників у нормі. Ступінь забруднення відповідно СанПин 4630–88 характеризується як «помірний» класу 1.

2. Як джерело централізованого господарсько-питного водопостачання Кілійське гирло за ГОСТ 2761–84 відноситься до класу 3 за показником *БСК*.

Відповідно ДСТУ 4808-2007 за середнім інтегральним показником вода відноситься до класу 2 «добра», чиста вода прийнятної якості.

Розбіжність оцінок за ГОСТ 2761-84 з СанПин 4630-88 і ДСТУ 4808-2007 можна пояснити подвійним осередненням показників у ДСТУ 4808-2007 (не враховуючи осереднення значень показників за попередній період часу), що значно покращує стан води.

Цей недолік можна усунути, якщо блокові індекси визначати за найгіршим показником.

3. За показником феноли якість вод Кілійського гирла Дунаю біля Викове та Ізмаїл не відповідає вимогам норм країн ЄС за частотою перевищення *ГДК*: спостерігалось 16 % випадків перевищення *ГДК* від загальної кількості спостережень, допустимо 10 %.

4. Суттєвим недоліком вітчизняних норм при оцінці якості вод є використання середніх значень показників (або фонових, які не дуже сильно відрізняються від середніх значень) за певний період часу. Аналіз змінюваності значень показників якості води показав, що при збіганні середнього значення показника з його *ГДК* приблизно 50 % періоду осереднення спостерігається забруднений стік води. Це з точки зору водокористування не є прийнятним.

5. Вітчизняні норми необхідно коригувати у бік відповідності нормам країн ЄС. Для зіставлення з нормативом (спираючись на досвід країн ЄС) необхідно використовувати значення показника з 10 %-ю забезпеченістю.

6. Класифікація вод за ДСТУ 4808:2007 буде відповідати дійсному їх стану, якщо:

- замість середніх значень показників використовувати C_{10} ;
- блокові індекси визначати за найгіршим показником;
- осереднення виконувати при підрахунку інтегрального індексу.

З урахуванням цих пропозицій води р. Дунай-Кілія за ДСТУ 4808:2007 класифікуються як «задовільні», слабо забруднені прийнятною якістю, що відповідає СанПін 4630-88.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. Москва: ГЕОС, 1997. 413 с.
2. Систематизация и анализ данных по материалам наблюдений Дунайской ГМО. Одесса: Черноморниипроект, 2001.
3. Михайлов В.Н., Вагин Н.Ф., Морозов В.Н. Основные закономерности гидрологического режима дельты Дуная и его антропогенных изменений // Водные ресурсы. – 1981. – № 6. – С. 22 – 44.
4. СанПиН – 4630–88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Министерство здравоохранения СССР. Москва, 1988.
5. Юрасов С.М. Методи оцінки якості природних вод. Конспект лекцій. Одеса: ТЕС, 2011. 91 с.
6. Юрасов С.М. Збірник методичних вказівок з дисципліни «Методи оцінки якості природних вод» для студентів спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2005. 86 с.
7. ГОСТ 2761–84. Источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. Москва, 1985.
8. Матеріали семінару «Основи природоохоронного законодавства України та Європейського співтовариства: водні ресурси». Київ: Державний інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Мінекобезпеки України, травень 1997 р.
9. Представництво України при Європейському Союзі. Відносини Україна – Європейський Союз: засади розвитку відносин між Україною та ЄС. Електронний ресурс: URL: <http://www.ukraine-eu.be>.
10. Фонарюк Д.В. Адаптація українського законодавства ЄС як фактор швидкого розвитку євроінтеграції. Електронний ресурс: URL: <http://www.intkonf.org>fonaryuk.adaptatsiya.evrointegratsiyi/>.

11. Юрасов С.Н., Алексеенко Е.А. Учет временной изменчивости состава и свойств вод при оценке их качества по санитарным нормам на примере р. Днестр - г. Беляевка // Український гідрометеорологічний журнал. – 2012. – № 11. – С. 14 – 23.
12. Козлов М.В., Прохоров А.В. Введение в математическую статистику. Москва: Изд-во МГУ, 1987. 264 с.
13. ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання». Київ, 2007.
14. ДСанПіН 2.2.4–400–10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010 р.
15. Юрасов С.М., Кур'янова С.О., Юрасов М.С. Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення // Український гідрометеорологічний журнал. – 2009. – № 5 – С. 42 – 53.