

УДК 556.5

КП XXXXXX

№ держ. реєстр. 0113U007292

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ОДЕКУ)

65016 України, м. Одеса, вул. Львівська, 15

тел./факс (0482) 32-67-35 / (0482) 42-77-67

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з НР ОДЕКУ

д.геогр.н., с.н.с. Ю.С. Тучковенко

26.12.2017 р.

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧОК ТА ВОДОЙМ УКРАЇНИ
В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ
(остаточний)

Науковий керівник НДР

д.геогр.наук, проф.

Н.С. Лобода

2017

Рукопис закінчено 14 грудня 2017 р.

Результати роботи розглянуті науково-технічною радою ОДЕКУ,
протокол № 6 від 22.12.2017 р.

СПИСОК АВТОРІВ

| | | |
|---|------------|---|
| Науковий керівник, доктор географічних наук, професор | _____ | Н. Лобода Наукове керівництво (реферат, вступ, розділи 1- 5, висновки) |
| | 12.12.2017 | |
| Кандидат географічних наук, доцент | _____ | О. Гриб (вступ, розділ 5, висновки) |
| | 12.12.2017 | |
| Кандидат географічних наук, доцент | _____ | М. Даус (розділ 4) |
| | 12.12.2017 | |
| Кандидат географічних наук, доцент | _____ | Н. Отченаш (розділ 3) |
| | 12.12.2017 | |
| Старший викладач | _____ | Я. Яров (розділ 2) |
| | 12.12.2017 | |
| Старший викладач | _____ | Г.К. Балан (редагування) |
| | 12.12.2017 | |
| Кандидат географічних наук, асистент | _____ | А. Куза (розділ 5) |
| | 12.12.2017 | |
| Кандидат географічних наук, завідувач навчальної лабораторії | _____ | В. Пилип'юк (розділ 1) |
| | 12.12.2017 | |

| | |
|-----------------|--|
| Асистент | Т. Гращенко _____ (розділ 2) 12.12.2017 |
| Інженер кафедри | Т.В.Захарова _____ (редагування) 12.12.2017 |
| Магістр МEG-63 | А. Кулік _____ (збір вихідних даних) 12.12.2017 |
| Магістр МEG-63 | К.Устіменко _____ (збір вихідних даних) 12.12.2017 |
| Магістр МEG-63 | В. Дзюба _____ (збір вихідних даних, 12.12.2017 розділ 5.4) |
| Магістр МEG-63 | О.Котович _____ (збір вихідних даних) 12.12.2017 |
| Магістр МEG-63 | Н.Кликач _____ (збір вихідних даних) 12.12.2017 |
| Магістр МEG-63 | В.Лавтар _____ (збір вихідних даних) 12.12.2017 |
| Магістр МEG-63 | О.Марчук _____ (збір вихідних даних) 12.12.2017 |

Магістр МEG-63

О.Ренгач

_____ (збір вихідних даних)

12.12.2017

Магістр МEG-1

Петришен В.В.

_____ (збір вихідних даних)

12.12.2017

Магістр МEG-63

В.Урсул

_____ (збір вихідних даних)

12.12.2017

Магістр МEG-63

О.Димитрова

_____ (збір вихідних даних)

12.12.2017

Нормоконтролер

С.В. Малацковська

РЕФЕРАТ

Звіт про науково-дослідну роботу містить: 345 сторінок, 84 рисунка, 100 таблиць, 117 літературних джерел, 3 додатка.

АНТРОПОГЕННІ ДЖЕРЕЛА, ВОДНИЙ ОБ'ЄКТ, ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ЗАБРУДНЕННЯ, ЗМІНИ КЛІМАТУ, ЯКІСТЬ ВОДИ.

Об'єкт дослідження – річки та водойми різних географічних зон України (р. Десна, зона мішаних лісів; р. Латориця, гірська зона; р. Псел, р. Ворскла, лісостеп; р. Тилігул, Тилігільський лиман, степова зона; р. Барабой, південний степ).

Предмет дослідження: гідроекологічний стан досліджуваних водних об'єктів в умовах антропогенного впливу, включаючи зміни глобального клімату.

Метою роботи є встановлення змін гідроекологічного стану річок та водойм України, які знаходяться у різних географічних зонах та підлягають антропогенному впливу, включаючи зміни клімату на початку ХХІ сторіччя.

Методи дослідження: статистичні, балансові, стохастичні, електронно-інформаційні, картографічні, графоаналітичні, методи польових вимірювань гідрологічних та гідрохімічних характеристик, методи оцінки якості води та показників гідроекологічного стану досліджуваних водних об'єктів.

Наукова новизна полягає у виявленні тенденцій змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик та показників якості води водних об'єктів різних географічних зон, оцінці їх гідроекологічного стану на початку ХХІ сторіччя, коли вплив антропогенних навантажень формується в умовах змін глобального та регіонального клімату.

Результати дослідження:

- установлені зміни клімату в різних географічних зонах та їх вплив на формування гідрологічного, гідрохімічного режиму досліджуваних водних об'єктів та якість вод;
- виявлені основні джерела забруднення та установлені характерні забруднюючі речовини;
- описана динаміка змін якості води у часі та по довжині річок;
- виконана оцінка змін гідроекологічного стану досліджуваних водних об'єктів на початку XXI сторіччя;
- розроблені рекомендації щодо охорони, збереження, відновлення та подальшого використання водних об'єктів.

Результати наукових досліджень були запроваджені в роботі Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (лист від 14.12.2017р.) та в Громадській раді при Біляївській РДА, ГО "Еколого-культурний центр ім. В.М. Гонтаренко" (лист від 15.12.2017р).

Наразі, готується супровідна документація для отримання авторського свідоцтва за проведеним науковим дослідженням.

ЗМІСТ

| | |
|---|-----|
| Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів | 11 |
| Вступ | 14 |
| 1 Гідроекологічний стан річок Псел та Ворскла в умовах антропогенного впливу | 19 |
| 1.1 Гідрологічна та гідрохімічна характеристика | 19 |
| 1.2 Антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан річок Псел та Ворскла та їх наслідки | 29 |
| 1.3 Оцінка змін гідрологічних та гідрохімічних характеристик у минулі два десятиріччя | 42 |
| 1.3.1 Зміни гідрологічних характеристик під впливом глобального потепління | 42 |
| 1.3.2 Вплив кліматичних змін на гідрохімічний склад води досліджуваних річок | 54 |
| 1.4 Оцінка гідроекологічного стану річок | 65 |
| 1.4.1 Екологічна оцінка якості вод річок Псел і Ворскла за індексами якості | 65 |
| 1.4.2 Екологічна оцінка якості вод річок Псел і Ворскла за методикою ІЗВ | 76 |
| 1.4.3 Екологічна оцінка якості вод річок Псел і Ворскла за критеріями шкідливості | 79 |
| 1.5 Висновки та рекомендації | 87 |
| 2 Гідроекологічний стан водних об'єктів водозбору р.Барабой в умовах антропогенного впливу | 91 |
| 2.1 Гідрологічні характеристики річки Барабой | 91 |
| 2.2 Гідрологічна і гідрохімічна характеристика підземних вод в басейні р.Барабой | 101 |

| | |
|---|-----|
| 2.3 Хімічний склад та якість ґрунтових вод | 109 |
| 2.4 Хімічний склад та якість напірних вод. Оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик підземних вод в басейні р.Барабой | 120 |
| 2.5 Оцінка гідроекологічного стану підземних вод в басейні р.Барабой | 122 |
| 2.6 Рекомендації щодо збереження і подальшого використання підземних вод в басейні р.Барабой, оптимізації їх експлуатації | 125 |
| 2.7 Барабойське водосховище | 126 |
| 2.8 Санжейське водосховище | 130 |
| 2.9 Антропогенні фактори впливу на гідрологічний і гідрохімічний стан водосховищ та їх наслідки | 135 |
| 2.10 Оцінка зміни гідрологічних, гідрохімічних характеристик водного об'єкта за останні десятиріччя | 138 |
| 2.10.1. Барабойське водосховище | 138 |
| 2.10.2 Санжейське водосховище | 144 |
| 2.10.3 Створи вище і нижче Санжейського водосховища. | 149 |
| 2.11 Оцінка гідроекологічного стану водного об'єкта по різних методикам | 152 |
| 2.11.1 Барабойське водосховище | 152 |
| 2.11.2 Санжейське водосховище | 155 |
| 2.11.3 Створи вище і нижче Санжейського водосховища | 158 |
| 2.12 Рекомендації щодо збереження і подальшого використання водних об'єктів, оптимізації їх експлуатації | 161 |
| 2.13 Висновки | 164 |
| 3 Гідроекологічний стан річки Латориця в умовах антропогенного впливу | 167 |
| 3.1 Гідрологічні та гідрохімічні характеристики р. Латориця | 167 |
| 3.1.1 Гідрологічні характеристики р. Латориця | 167 |
| 3.1.2 Гідрохімічні характеристики поверхневих вод | 171 |
| 3.2 Антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан річки Латориця та їх наслідки | 172 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.3 | Оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик річки Латориця за останні десятиріччя | 175 |
| 3.4 | Оцінка гідроекологічного стану річки Латориця | 185 |
| 3.4.1 | Оцінка якості вод за гідрохімічним індексом забруднення води (ІЗВ) | 185 |
| 3.4.2 | Оцінка якості води за комбінаторним індексом забрудненості (КІЗ) | 188 |
| 3.4.3 | Екологічна оцінка якості води за відповідними категоріями | 190 |
| 3.4.4 | Узагальнений індекс стану вод I_{CB} | 197 |
| 3.5 | Висновки та рекомендації щодо збереження та подальшого використання річки Латориця, оптимізація її експлуатації | 207 |
| 4 | Гідроекологічний стан річки Десна в умовах антропогенного впливу | 210 |
| 4.1 | Гідрологічна та гідрохімічна характеристика річки Десна | 210 |
| 4.2 | Антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан річки Десна та його наслідки | 214 |
| 4.3 | Оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик річки Десна за останні десятиріччя | 227 |
| 4.3.1 | Мережа моніторингу у басейні річки Десна та опис вихідних даних | 227 |
| 4.3.2 | Еколого-гідрохімічна характеристика річки Десна | 230 |
| 4.4 | Оцінка гідроекологічного стану річки Десна за індексом забруднення води (ІЗВ) та комплексною екологічною класифікацією поверхневих вод суші | 243 |
| 4.4.1 | Оцінка багаторічної динаміки якості води за ІЗВ | 243 |
| 4.4.2 | Оцінка багаторічної динаміки якості води за методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями р. Десна | 246 |
| 4.5 | Висновки та рекомендації щодо збереження та подальшого використання р. Десна | 254 |
| 5 | Гідроекологічний стан Тилігульського лиману в умовах антропогенного впливу | 258 |

| | |
|---|-----|
| 5.1 Гідрологічні та гідрохімічні характеристики екосистеми Тилігульського лиману | 258 |
| 5.2 Антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан екосистеми Тилігульського лиману та їх наслідки | 272 |
| 5.3 Оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик екосистеми Тилігульського лиману за останні десятиріччя | 273 |
| 5.4 Оцінка гідроекологічного стану р. Тилігул (за методиками ІЗВ модифікованою та ПКІЗ) та Тилігульського лиману | 284 |
| 5.4.1 Критерії якості води для рибогосподарських цілей | 284 |
| 5.4.2 Оцінка забрудненості води річки Тилігул за показником ІЗВ модифікованим | 285 |
| 5.4.3 Оцінка забрудненості води річки Тилігул за величиною комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ) | 289 |
| 5.4.4 Екологічна оцінка якості вод Тилігульського лиману | 294 |
| 5.5 Рекомендації щодо збереження та подальшого використання екосистеми Тилігульського лиману, оптимізація їх експлуатації | 296 |
| Висновки | 298 |
| Перелік джерел посилання | 312 |
| Додаток А | 327 |
| Додаток Б | 335 |
| Додаток В | 342 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

% – відсоток (процент), відсотки (проценти);

‰ – солоність води в проміле;

°С – температура в градусах Цельсія;

АЕС – атомна електростанція;

б. – балка;

бб. – балки;

БС – Балтійська система висот;

БСК₅ – біологічне споживання кисню за 5 діб;

га – гектар;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ГДС – гранично допустимий скид;

ГТС – гідротехнічні споруди;

ГХС – гідрохімічна станція;

г – грам;

г/дм³ – грам на дециметр кубічний;

ГМО – гідрометеорологічна обсерваторія

ГМС – гідрометеорологічна служба;

ДСТУ – Державний стандарт України;

ДП – дипломний проект;

дм³ – дециметр кубічний;

ІЗВ - індекс забрудненості води;

КІЗ – комбінаторний індекс забруднення;

км – кілометр;

км² – кілометр квадратний;

ЛОЗ – лімітуюча ознака забруднення;

м – метри;
м абс – метри абсолютної системи висот;
млн. – мільйон;
мм. – міліметри;
м. – місто;
МК – магістральний канал;
 m^3 – кубічні метри;
 m^3/c – метри кубічні за секунду;
м/с – метри за секунду;
мВ – мілівольти;
 mg/dm^3 – міліграм на дециметр кубічний;
 $mg-ekv/dm^3$ – міліграм еквівалента на дециметр кубічний;
м. ум. – відмітка в метрах в умовній системі висот;
НДЗС – Нижньодністровська зрошувальна система;
НДІ – науково-дослідний інститут;
НДР – науково-дослідна робота;
НС – насосна станція;
 O_2 – кисень (оксиген);
ОВП – окиснювально відновлювальний потенціал;
ОГМІ – Одеський гідрометеорологічний інститут;
ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет;
Одеські Облводресурси – Одеське обласне управління водних ресурсів;
ПЗС – прибережна захисна смуга;
ПКІЗ – питомий комбінаторний індекс забруднення;
р. – річка, рік;
РЕМ – радіоекологічний моніторинг;
рис. – рисунок;
РМО – рівень мертвого об'єму;
рр. – річки, роки;

с – секунда;

с. – селище, село;

СЕС – санітарно епідеміологічна служба;

см – сантиметри;

смт – селище міського типу;

СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;

ст. – сторіччя, століття;

табл. – таблиця;

тис. – тисяча;

Укрпівдендівпроводгосп – Український південний державний інститут проектування водного господарства;

ум. – умовна система висот;

ФПР – форсований підпірний рівень;

ШВ – штучна водойма;

шт. – штук;

ц – центнер

ВСТУП

Водні ресурси є скарбом для кожної країни. Задачею сучасних поколінь науковців є всебічне дослідження, оцінка та аналіз стану природних вод. Згідно із водним кодексом України: *“Водні ресурси забезпечують існування людей, тваринного і рослинного світу і є обмеженими та уразливими природними об'єктами. В умовах нарощування антропогенних навантажень на природне середовище, розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних потреб виникає необхідність розробки і додержання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту.”* [1].

В процесі інтеграції нашої країни в Європейський Союз, стало зрозумілим, що подальший впевнений розвиток України неможливий без раціонального використання природних ресурсів. Значна увага в цьому процесі приділяється сектору якості води та управлінню водними ресурсами. Документи, які встановлюють принципи водної політики є Директиви ЄС: Директива 2000/60/ЄС «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» [2], Директива 2008/56/ЄС «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища» [3], Директива 2007/60/ЄС «Про оцінку і управління ризиками затоплення» [4], Директива 91/271/ЄЕС «Про очистку міських стічних вод» [5], Директива 98/83/ЄС «Про якість води, призначеної для споживання людиною» [6], Директива 91/676/ЄЕС «Про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел» [7].

Визначальним в умовах сучасного водного менеджменту визнається “басейновий принцип”, який передбачає дотримання концепції басейнового управління використання та охорони водних ресурсів. Співробітниками кафедри гідроекології та водних досліджень Одеського державного

екологічного університету виконана суттєва кількість досліджень гідроекологічного стану водойм та водотоків України з урахуванням басейнового принципу [8 - 15]

Мета даного проекту полягала у встановленні змін гідрологічного та гідрохімічного режимів і показників якості вод річок, водойм України й оцінка їх гідроекологічного стану в умовах антропогенного впливу, включаючи зміни глобального клімату.

Під час роботи над НДР були виконані наступні етапи:

1) Надана гідрологічна, гідрохімічна, гідроекологічна характеристика річок Псел, Ворскла, Барабой, Латориця, Десна, Тилігул, водосховищ Барабойське, Санжейське та Тилігульське.

2) Установлені антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан водних об'єктів та їх вплив на водні об'єкти.

3) Виконана оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик водних об'єктів у часі та просторі, які відбулися в останнє десятиріччя.

4) Надана оцінка гідроекологічного стану річок Псел, Ворскла, Барабой, Латориця, Десна, Тилігул, водосховищ Барабойське, Санжейське та Тилігульське за офіційними методиками та за ІЗВ, КІЗ, НДІ ім. Ерісмана та іншими.

При виконанні НДР за 2013-2017рр. були вирішені наступні завдання, які складають її наукову новизну:

- установленні основних тенденцій щодо змін гідрологічного, гідрохімічного та гідроекологічного стану досліджуваних водних об'єктів на початку ХХІ сторіччя в умовах антропогенного впливу;

- установленні основних джерел забруднення водних об'єктів та виявлення хімічних речовин, концентрація яких значно перевищує гранично-допустимі норми для питного та рибогосподарського водоспоживання досліджуваних водних екосистем на початку ХХІ сторіччя;

- виявлення просторово-часових змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик, які відбулися в результаті антропогенного втручання, включаючи наслідки змін клімату, на початку XXI сторіччя

Наукова значимість отриманих результатів полягає в отриманні нової інформації щодо гідрологічного формування тенденцій у змінах гідрохімічного та гідроекологічного режимів річок в умовах антропогенного впливу на початку XXI сторіччя.

Практична цінність отриманих результатів полягає у:

- оцінках просторово-часової динаміки якості вод досліджуваних водних об'єктів, виконаних за гідрохімічними показниками за різними розрахунковими методиками [16];

- оцінках впливу змін клімату на окремі показники якості води, гідрохімічний та гідроекологічний стан водних об'єктів

- надані рекомендації щодо збереження та оптимізації використання водних об'єктів, запропоновані невідкладні заходи для їх охорони та відновлення в умовах антропогенного тиску, включаючи наслідки глобального потепління.

За 2013-2017рр. виконавцями проекту були отримані такі свідоцтва про науково-дослідні роботи.

1. №64866 «Звіт про науково-дослідну роботу «Комплексне управління водними ресурсами Тилігульського лиману та його гідроекологічним станом в умовах антропогенного впливу і кліматичних змін (заключний)» (від 11.04.2016 р.); (автори Лобода Н.С., доц. Гриб О.М.)

2. №66065 «Звіт про науково-дослідну роботу «Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін (проміжний)» (від 14.06.2016 р.), (Автори: Белов В.В., Божок Ю.В., Гриб О.М., Даус М.Є., Лобода Н.С., Отченаш Н.Д., Пилип'юк В.В., Яров Я.С.)

Результати науково-дослідної роботи використано в навчальному процесі при написанні:

▪ Монографій:

1) Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману: Колективна монографія / Під ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. Одеський державний екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2014. 276 с.

2) Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / За ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса: ТЕС, 2015. 520 с.

3) Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману / За ред. Лободи Н.С., Гопченка Є.Д. Одеса, ТЕС, 2016. 332 с.

▪ Підручників:

1) Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеса: ТЕС, 2014. 484с.

▪ Навчальних посібників:

1) Колодєєв Є. І., Захарова М. В. Гідроекологічні показники водопостачання та водовідведення: навчальний посібник. Одеса: «Екологія», 2013. 124 с.

2) Гриб О.М., Белов В.В., Отченаш Н.Д. Оцінка, прогнозування та управління якістю водних ресурсів: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2015. 121 с.

3) Балан Г.К., Селезньова Л.В., Захарова М.В., Гращенко Т.В. Основи геології та геоморфології. Практикум, Одеса, 2015, 120 с.

4) Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Підземні води, їх забруднення та вплив на навколишнє середовище. Навчальний посібник. Харків, ФОП Панов А.М., 2017. 200с.

5) Гриб О.М. Практикум з інженерної гідрометрії та техніки безпеки. Харків, ФОП Панов А.М., 2017.

▪ Конспектів лекцій:

- 1) Захарова М.В. Гідроекологічні основи водного господарства : конспект лекцій. Одес. держ. екол. ун-т. Одеса: ТЕС, 2012. 128 с.
- 2) Лобода Н.С. Вплив кліматичних змін на галузі економіки України (водне господарство): конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2015. 62с.
- 3) Лобода Н.С., Куза А.М. Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2017. 93 с.
- 4) Захарова М.В., Даус М.Є. Технологія захисту довкілля: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2014. 421 с.
- 5) Гриб О.М. Гідрометрія: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2014. 26 с.
- 6) Гриб О.М. Геодезія та картографія: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2017. 102 с.
- 7) Гриб О.М., Белов В.В., Отченаш Н.Д. Оцінка, прогноз та управління якістю водних ресурсів: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2015. 121 с.
- 8) Отченаш Н.Д. Математичне моделювання гідроекологічних систем та методи управління: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2017. 74с.
- 9) Яров Я.С., Гращенко Т.В. Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2017. 169 с.
- 10) Яров Я.С. Метеорологічні засоби гідрометеорологічних вимірювань: конспект лекцій (електронне видання). Одеса, 2017. 105 с.

Протягом виконання науково-дослідної роботи написано 21 методична вказівка.

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку джерел посилання та трьох додатків.

1 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧОК ПСЕЛ ТА ВОРСКЛА В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

1.1 Гідрологічна та гідрохімічна характеристика

Водозбори річок Псел та Ворскла відносяться до лівобережної України і є лівобережними притоками р. Дніпро [17]. Розглянуті річки є трансграничними, оскільки їх витoki знаходяться у межах Російської Федерації (рис.1.1). У межах України знаходиться 72% від загальної площі водозбору р. Псел та 86% площі водозбору р. Ворскла. За адміністративним картуванням водозбори розглядуваних річок розташовуються у межах Курської та Білгородської областей Російської Федерації та у межах Сумської й Полтавської областей України.

Згідно із фізико-географічним районуванням водозбори належать до Лівобережно-Дніпровської провінції лісостепової зони України [18]. Південна межа лісостепової зони (границя зі степом) проходить вздовж лінії: Велика Михайлівка - Ширяєво - Первомайськ - Новоукраїнка - Кіровоград - Знам'янка - гирло Ворскли - Кобеляки - Нові Санжари - Красноград - Балаклея і по долині р. Оскол та виходить за кордони України. Можна зазначити, що розглядувані водозбори практично цілком розташовані у лісостеповій зоні.

За кліматичним районуванням досліджувана територія відноситься до Північної кліматичної області, яка характеризується більш вираженим континентальним кліматом у порівнянні із Правобережжям. Серед ґрунтів переважають опідзолені, вилужені і типові чорноземи. Вся досліджувана територія знаходиться у межах Дніпровсько – Донецького артезіанського

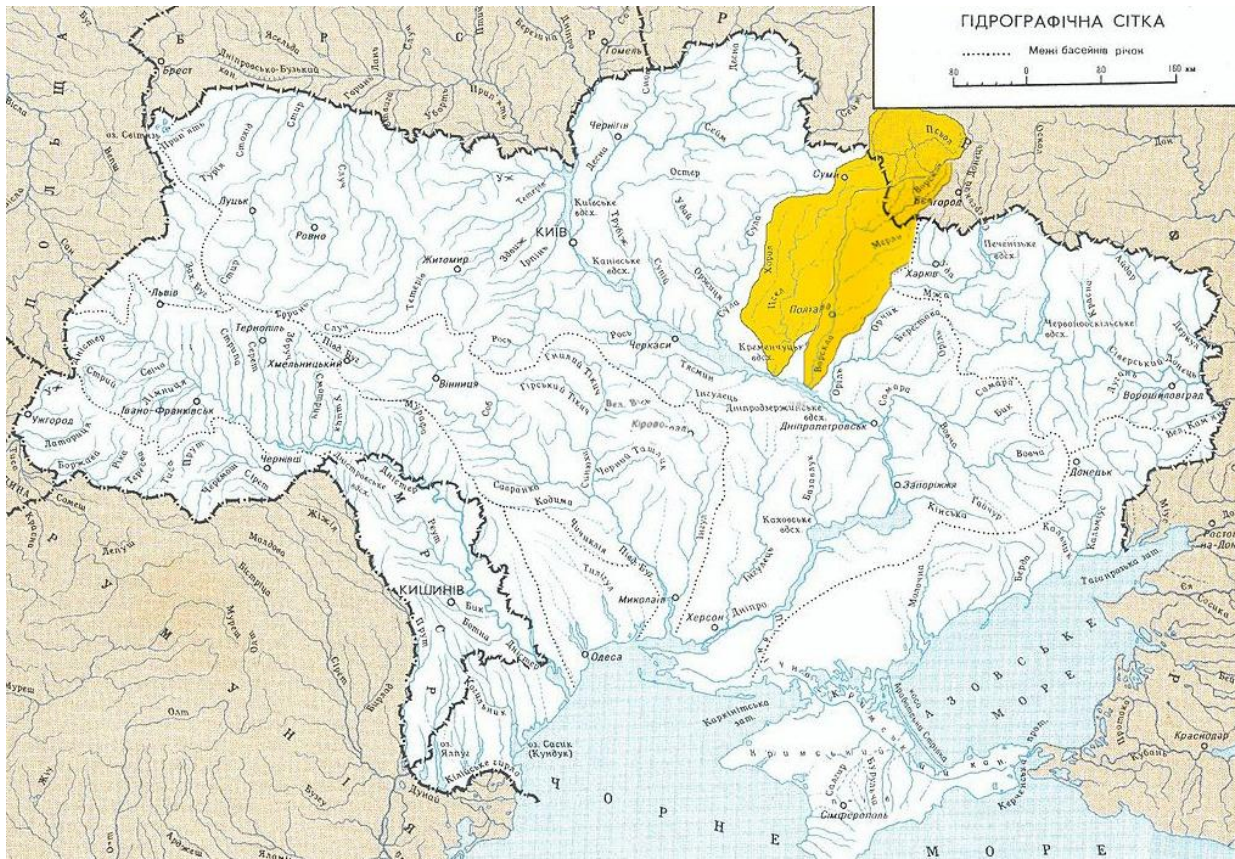


Рисунок 1.1 – Географічне положення басейну річок Псел та Ворскла (жовтим кольором означені границі водозбору річок)

басейну, що має потужну товщу осадових відкладів, у яких зосереджена значна кількість водоносних горизонтів. Територія досить добре вивчена у гідрологічному відношенні: кількість водозборів, що охоплені гідрологічним постами, на обох річках перевищує 65%. Середня висота водозборів коливається у межах 160-220 м, лісистість змінюється від 2 до 12 %, найбільші значення заболоченості не перевищують 3%

Загальна кількість гідрологічних постів на річці Псел - 12, а на річці Ворскла – 9. До водозборів з площею менше 100 км² відноситься лише один (р. Ворскла –с. Яковлеве). Значна частина створів спостережень знаходиться у межах Російської Федерації, гідрологічна інформація по яких відсутня, починаючи з 1980 року. На території України кількість гідрологічних постів

скоротилася у останні десятиріччя. До закритих на сьогодні гідрологічних постів відносяться р. Псел - с. Яреськи, р. Ворскла – с. Березівка, р. Ворскла – м. Полтава. Станом на 2013 рік дані по стоку р. Ворскла існують лише для створів с. Чернеччина, м. Кобеляки та для притоки р. Мерла – м. Богодухів. На річці Псел ведуться гідрологічні спостереження у створах м. Суми, м. Гадяч та с. Запсілля, а також у створах приток - р. Говтва - с. Михнівка та р. Хорол – м. Миргород.

За гідрологічним районуванням водозбори річок Псел та Ворскла знаходяться у зоні у Лівобережно-Дніпровській області достатньої водності [19]. Згідно ландшафтно-гідрологічному районуванню В.В. Гребіня [20], розглядувані річки відносяться до Лісостепової недостатньо зволоженої ландшафтно-гідрологічної зони, а саме Лівобережно - Дніпровської ландшафтно-гідрологічної провінції. Те, що різні автори по різному характеризують водність річок, свідчить про наявність на розглядуваній території перехідної зони від області достатньої водності до недостатньої. Водний режим річок характеризується добре вираженим весняним водопіллям і низькою меженню. Суттєво меншими є витрати зимового сезону у порівнянні із витратами літньо - осінньої межени. На сезон весна припадає 65-70% річного стоку. Внесок підземного живлення у середні за водністю роки досягає близько 30%. В.В. Гребінем встановлено, що починаючи з 1989р. роль підземної складової на річках Лівобережно - Дніпровської ландшафтно-гідрологічної провінції зросла до 40-50%, а роль весняного водопілля зменшилася. Весняний сезон триває з березня по травень (III-V), літній – з червня по серпень (VI-VIII), осінній – з вересня по листопад (IX-XI), зимовий – з грудня по лютий (XII-II). Стійкий сніговий покрив утворюється у грудні. Скресання річок відбувається у березні та на початку квітня. Весняне водопілля триває з початку березня до середини травня. На літній сезон припадає приблизно 5% річного стоку, на осінній – 7% та на зимовий – 8-10%.

Річні температури повітря та температури теплого і холодного періодів у останні десятиріччя (починаючи з 1989р.) мають стійку тенденцію до зростання. Опади холодного періоду практично не змінилися, а у коливаннях сум опадів теплого періоду виявлений статистично значущий тренд, що свідчить про їх збільшення. Зростання середніх температур теплого періоду сприяє збільшенню втрат на випаровування з поверхні суші. Зростання середніх температур холодного періоду обумовлює формування відлиг, зменшення глибини промерзання ґрунтів і відповідне зростання втрат на інфільтрацію, що призводить до зменшення максимальних витрат весняного водопілля.

Порівняльний аналіз даних про характеристики максимального та мінімального стоку, виконаний за даними до та після 1989 року, показав, що відбувається зменшення середніх значень максимального стоку і зростання характеристик мінімального стоку зимової та літньо - осінньої межени. Розчленування гідрографів стоку та виділення поверхневої й підземної складових річного стоку у роки різної водності показало, що підземний стік зростає у середні та маловодні роки на 20-30%, а у багатоводні такі зміни є несуттєвими. Аналіз різницевих інтегральних кривих річного стоку показав, що після 1989 року коливання стоку річок Псел та Ворскла перейшли у маловодну фазу.

Згідно із принципами районування, розробленими у Київському Національному університеті імені Тараса Шевченка, за фізико – хімічними умовами річки Псел та Ворскла відносяться до Лівобережно-Дніпровської провінції, яка включає в себе область пліоцен-неогенових та верхньо - палеогенових відкладень і район розповсюдження еолово-делювіальних відкладень у межах Полтавської лесової акумулятивної рівнини [21]. За оцінкою хімічного складу річкових вод України, басейни річок Псел та Ворскла можуть бути представлені як окреме однорідне гідрохімічне поле у межах лісостепової зони. При розгляді підземних вод лісостепової зони досліджувалися води четвертинних відкладень, у яких територіально поширені

води в еолово-делювіальних утвореннях та води дочетвертинних відкладень (підчетвертинних відкладів), які відносяться до пластових. При розгляді хімічного складу пластових (напірних) вод вони розглядаються як води палеогенових (дочетвертинних) відкладень, а при дослідженні ґрунтових вод – як води еолово-делювіальних відкладень [22]. Гідролого - гідрохімічне районування території водозбору р. Дніпро у межений період наведене у роботі, виконаній під керівництвом В.К. Хільчевського [23]. При цьому басейни річок Сула, Псел та Ворскла були об'єднані у один район із середньою мінералізацією 780 мг/дм^3 для мінімальних середньомісячних модулів стоку 50-відсоткової забезпеченості у період межені (із серпня по вересень), які дорівнюють $0,2-1,3 \text{ л/с/км}^2$ і мають гідрокарбонатний кальцієво-магнієвий хімічний тип.

О.О. Алекін [24] запропонував систематизацію типів гідрохімічного режиму річок згідно із особливостями їх водного режиму, що ґрунтується на двох ознаках: характерних змінах мінералізації води протягом року та переважаючий вид аніонів у складі води. Розглядувані річки віднесені до східноєвропейського типу, який характеризується збігом у часі мінімуму мінералізації з максимумом витрати води у річці й порівняно великою амплітудою коливання значної кількості розчинених солей [25]. За переважаючим складом аніонів, води річок віднесені до гідрокарбонатних. При цьому води Псла та Ворскли ідентифікуються як гідрокарбонатно - кальцієві. Формули Курлова для місцевого стоку та підземних вод лісостепу України мають, відповідно, такий вигляд [26]:

$$\frac{\text{HCO}_3 54\text{SO}_4 24\text{Cl} 22}{\text{Ca} 52(\text{Na} + \text{K}) 26\text{Mg} 22} ; \quad (1.1)$$

$$\frac{\text{HCO}_3 82\text{Cl} 10\text{SO}_4}{\text{Ca} 64\text{Mg} 22(\text{Na} + \text{K}) 14} . \quad (1.2)$$

У роботі вчених Гриба Й.В., Клименко М.О., Сондака В.В. [27] наводиться формула Курлова, що отримана безпосередньо для річкових вод р. Ворскла, яку автори представляють як річку зони комплексного антропогенного впливу

$$\frac{HCO_3 60SO_4 22Cl18}{(Na + K)64Ca30Mg6} \quad (1.3)$$

Оцінка середнього хімічного складу річкових вод в умовах близьких до природних (1937-1953 рр.) та у роки інтенсивної антропогенної діяльності (1961-1983 рр.), виконана Л.М. Горевим, В.І. Пелешенко та В.В. Кирничним, показала тенденцію до зростання мінералізації з 441 мг/дм³ до 564 мг/дм³. Згідно із даними за 1994-2004 рр. В.К. Хільчевського, середні значення мінералізації на досліджуваних річках коливаються в межах 600-1000 мг/дм³. Це означає, що за останні десятиріччя відбувся перехід від прісних вод до вод із підвищеною мінералізацією.

Мінералізація підземних вод вища мінералізації річкових: для вод четвертинних відкладень вона зростає від 672 мг/дм³ до 771 мг/дм³ по течії річок, для вод дочетвертинних відкладень – від 580 мг/дм³ до 709 мг/дм³, відповідно. У зоні активного водообміну, де формується річний стік, мінералізація дорівнює 638 мг/дм³. Води дочетвертинних відкладень є гідрокарбонатно - кальцієвими, з підвищеною мінералізацією. Вміст водневих іонів в ґрунтових водах значно більший ніж у поверхневих, що зумовлено більшими концентраціями вуглекислоти, яка не споживається в процесі фотосинтезу. Середні значення рН становлять 7,0 – 7,8 при фоновій концентрації 5,7 - 8,7. Пластові води є нейтральними (рН = 7,0 – 7,1) із значним вмістом гідрокарбонатних іонів. Однією із особливостей гідрохімічних умов у водах дочетвертинних відкладів є підвищені у порівнянні із ґрунтовими водами концентрації іонів амонію і нітритів та зменшується концентрація нітратних

іонів. Це пояснюється зменшенням вмісту кисню у напірних водах і утворенням анаеробних умов, які зменшують швидкість процесів нітрифікації. Хімічний склад річкових вод для літньої межени, коли живлення річок відбувається переважно за рахунок підземних вод, визначений як гідрокарбонатно - кальцієвий і тільки води річки Хорол розглядаються як гідрокарбонатно – натрієво – кальцієві [28].

Згідно із сучасними просторово-часовими узагальненнями, наведеними у роботі [25], середні значення вмісту гідрокарбонатного іона за період 1994-2004 рр. на території водозборів річок Псел та Ворскла становили 320-400 мг/дм³, перевищуючи 400 мг/дм³ у містах Суми та Полтава. Основним джерелом цих іонів є карбонатні породи – вапняки, мергелі, доломіти. Середні значення концентрацій сульфатного іону змінюються у межах 100-200 мг/дм³, іноді 50-100 мг/дм³. Надходження сульфатів у воду пов'язане із осадовими породами. Сульфатні іони біологічно нестійкі і за відсутності кисню (анаеробні умови) можуть відновлюватися до сірководню. Карбонатні іони утворюються у воді при зростанні рН через порушення стану рівноваги, а в сильно лужних водах стають домінуючими. Вміст сульфат іонів і гідрокарбонатних іонів у воді лімітується наявністю іонів Ca²⁺.

Середні багаторічні значення хлоридних іонів сягають значень 89-150мг/дм³. Вони не утворюють важкорозчинних мінералів і мають високу міграційну здатність. Надходять ці іони від гірських порід та ґрунтів (особливо солончаків) і від скупчень солей, які мають місце на водозборах розглядуваних річок. Хлоридні іони можуть надходити до води із промисловими і господарсько-побутовими стічними водами.

Середні концентрації іонів кальцію у водах Псла та Ворскли змінюються у межах 50-100 мг/дм³, збільшуючись до значень 100-200 мг/дм³ у водах р. Хорол. Домінуючий вміст кальцію серед катіонів характерний для слабкомінералізованих вод. Гідрокарбонатні кальцієві води мають регіональне поширення у добре дренованих місцевостях. Якщо мінералізація зростає, то

відносний вміст Ca^{2+} швидко зменшується, що пояснюється порівняно обмеженою розчинністю сірчаноокислотних і низькою розчинністю вуглекислих солей кальцію. Джерелом надходження Ca^{2+} у природні води є вапняки, доломіти, гіпс, які розчиняються у воді.

Надходження до природних вод іонів магнію пов'язане переважно з розчиненням доломітів, мергелів або продуктів вивітрювання порід. Краща розчинність сульфатів та гідрокарбонатів магнію у порівнянні із відповідними солями кальцію сприяє збільшенню концентрацій Mg^{2+} . Середні концентрації іонів магнію за період 1994-2004 рр. становлять 20-50 мг/дм³.

Значуще місце серед катіонів вод досліджуваних річок займає натрій. Середні концентрації іонів натрію за період 1994-2004 рр. становлять 50-100 мг/дм³, а для р. Хорол - 100-200 мг/дм³. Всі солі натрію добре розчинні. За міграційною здатністю натрій поступається лише хлору. Більшість іонів натрію урівноважується іонами хлору, утворюючи рухливу і стійку рівновагу. Одним із джерел надходження Na^+ у воду досліджуваних річок є продукти вивітрювання вивержених порід. Другим важливим джерелом надходження Na^+ у водах є поклади його солей, переважно кам'яної, а також розсіяні в ґрунтах і породах його сполуки (кристалики мінералів галіту, мірабіліту тощо). Крім того, одновалентні іони натрію витісняються з комплексу порід та ґрунтів двовалентними іонами кальцію і магнію, що сприяє його накопиченню у водах.

Серед біогенних речовин можна виділити наявність у водах річок сполуки фосфору. Середня концентрація фосфатних іонів змінюється у межах 0,10-0,20 мг/дм³, досягаючи у річці Хорол та у гирлі р. Ворскла 0,20-0,50 мг/дм³.

З мікроелементів у водах річок Псел та Ворскла зустрічаються іони важких металів: заліза, міді, цинку.

Середня концентрація загального заліза у природних водах, за даними [29], не перевищує 0,5 мг/дм³ і лише на р. Мерла (притоці р. Ворскла) може досягати 0,5-1,0 мг/дм³.

Середні значення вмісту міді у водах річок можуть досягати 10-20 мкг/дм³. Найважливішими джерелами надходження міді є стічні води хімічних та металургійних виробництв, шахтні води, стічні води з сільськогосподарських угідь.

Залізомарганцеві руди, які знаходяться на території Курської магнітної аномалії, обумовлюють наявність у водах марганцю концентрації якого у водах поблизу м. Суми можуть становити 100-150 мкг/дм³, а у середньому становлять 50-100 мкг/дм³.

Багаторічна динаміка (1981-1998 рр.) хімічного складу річкових вод лівобережних приток Дніпра у зоні Лісостепу (р. Сула і р. Псел) розглядалася у роботі В.М. Савицького, І.О. Шевчука, В.І. Пелешенко [30]. В ній коротко охарактеризовані групи головних іонів, біогенних речовин, деяких важких металів й забруднюючих речовин. Для р. Псел – с. Запсілля автори відзначають зростання вмісту хлоридів. Вміст сульфатів у воді р. Псел дещо знизився, а динаміка мінералізації води характеризувалася значними варіаціями з відчутним зниженням у кінці досліджуваного періоду. Стосовно динаміки вмісту інших хімічних компонентів чітких закономірностей не виявлено.

Певне уявлення про сезонні зміни, у другій половині минулого сторіччя, вмісту головних іонів, біогенних речовин і деяких мікроелементів в річкових водах Псла і Ворскли дають матеріали роботи Л.М. Горєва, В.І. Пелешенка, В.К. Хільчевського [28], у яких наведені дані (до 1980 року) для двох пунктів спостережень: р. Псел – с. Запсілля та р. Ворскла – с. Чернеччина (табл. 1.1). В ній відзначається про наявність зв'язку між мінералізацією та водним режимом: у період весняного водопілля спостерігається найменша мінералізація.

Таблиця 1.1 - Середній вміст головних іонів (мг/дм³) у воді річок Псел і Ворскла в різні сезони року [31]

| Сезони | HCO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ + K ⁺ | Сума |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------|
| р. Псел – с. Запсілля | | | | | | | |
| Весняна повінь | 249.9 | 77.1 | 49.9 | 51.9 | 38.8 | 33.2 | 500.8 |
| Літньо-осіння межень | 345.4 | 83.7 | 35.2 | 92.8 | 22.9 | 36.7 | 616.7 |
| Зимова межень | 413.7 | 107.9 | 34.9 | 96.4 | 23.9 | 33.1 | 709.9 |
| р. Ворскла – с. Чернеччина | | | | | | | |
| Весняна повінь | 237.0 | 63.8 | 20.1 | 63.9 | 15.9 | 26.5 | 427.2 |
| Літньо-осіння межень | 363.9 | 71.9 | 25.6 | 70.2 | 23.6 | 51.3 | 606.5 |
| Зимова межень | 452.2 | 89.3 | 36.4 | 122.7 | 21.2 | 68.4 | 790.2 |

Подальші узагальнення багаторічних даних гідрохімічного моніторингу Гідрометслужби України (1946-2009 рр.) були виконані О.О. Винарчук [32] під керівництвом проф. В.К. Хільчевського. Авторами приділена значна увага внутрішньорічному режиму хімічних елементів річок лівобережного лісостепу України. Установлена тенденція до постійного зростання мінералізації по всіх сезонах, яка найбільш виражено проявляється нижче міст. У внутрішньорічному ході біогенних речовин виявлене зменшення їх концентрацій у вегетаційний період та зростання у зимовий сезон. У багаторічних коливаннях мінералізації води та концентрації головних іонів виділені три характерних періоди: умовного гідрохімічного фону (1946-1979 рр.), трансформаційний (1980-1993 рр.) та сучасний (1994-2009 рр.). У сучасному періоді відмічені наслідки внутрішньорічного перерозподілу стоку (зменшення максимального стоку весняного водопілля та зростання стоку

межені), яке відбувається за рахунок змін клімату та супроводжується зростанням мінералізації у водопіллі у порівнянні із попередніми роками.

1.2 Антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан річок Псел та Ворскла та їх наслідки

Водозбори річок Псел та Ворскла знаходяться у Східному районі нафтогазоносною провінції, яка ще має назву Дніпровсько-Донецької нафтогазоносною області [18]. Ця область пов'язана з верхньопалеозойськими (меншою мірою – з мезозойськими) осадовими відкладами Дніпровсько-Донецької западини. Вона поширюється на території Сумської, Полтавської областей. Нафта і газ тут розташовані переважно на глибинах 3.0 – 3.5 км, хоч окремі родовища на Сумщині залягають вже на глибинах 80 – 110 м, а на Радченківській площі (Полтавська обл.) сировина вуглеводню зустрічається навіть на глибині 15 – 20 м від поверхні.

Досліджувані річки беруть початок у межах Курської магнітної аномалії, де відбувається добуток залізної руди. Найзначніше родовище залізної руди за назвою «Яківлівське» знаходиться у басейні р. Ворскла на території Російської Федерації. Окрім того, у нижній течії цієї ж річки знаходиться Кременчуцьке залізорудне родовище (Кривбас), де добуваються і марганцеві руди. Марганець є другим за значенням після заліза чорним металом, що у сплавах із залізом та кремнієм використовується для виробництва сталі.

За обсягами водокористування у басейнах досліджуваних річок головне місце займає промисловість, на яку припадає 45% загального водоспоживання. Майже 83% усієї забраної води в промисловості використовує енергетика, чорна металургія та хімічна промисловість, які є найбільш водомісткими галузями.

Істотне значення в системі водопостачання та водовикористання мають також водосховища і ставки. Загальна кількість водойм на водозборі р. Псел становить 686, на водозборі р. Ворскла -703. Загальний об'єм водосховищ та ставків сягає 13% від середньої багаторічної величини стоку для кожного з водозборів. За кількістю та об'ємом водосховищ стік річки Псел у більшій мірі регулюється ніж стік р. Ворскла.

Річки Псел та Ворскла знаходяться у транскордонній зоні Росія – Україна. Верхня частина р. Псел знаходиться у межах Курської області Росії, р. Ворскла – Білгородської. Загальна кількість гідрологічних постів, які знаходяться на водозборі р. Псел, дорівнює 12, з них у межах Росії розташовано 2. З 9 гідрологічних постів, діючих у межах водозбору р. Ворскла, на території Росії знаходяться 3.

Відстань за довжиною річки Псел між ближчими водозборами, розташованими на обох сторонах межі, дорівнює 108 км, а на р. Ворскла – 93 км. При переході з території Росії до України площа водозбору збільшується у 1.6 рази для р. Псел та в 3.9 рази – для р. Ворскла. Об'єм річного стоку зростає у 1.56 раз для р. Псел та у 2.9 раз – для р. Ворскла.

За даними звіту міжнародної програми «Екологическое оздоровление Днепра», яка розпочалася у 1995 році, основну частину хімічних речовин, які переносяться через кордон між державами, складають сульфати, хлориди, азот мінеральний, фосфор та залізо (табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Перенос забруднюючих речовин через межу Росія – Україна (т/рік)

| Показники | Псел | Ворскла |
|------------------|-------|---------|
| Зважені речовини | 8168 | 2556 |
| Сульфати | 47142 | 16004 |
| Хлориди | 20962 | 15192 |

Продовження таблиці 1.2

| Показники | Псел | Ворскла |
|------------------|-------|---------|
| ХСК | 12446 | 2820 |
| БСК ₅ | 1459 | 445.5 |
| Нафтопродукти | 30,87 | 14.50 |
| Феноли | 0,774 | 0.510 |
| СПАР | 49,62 | 4.535 |
| Азот мін. | 604,1 | 188.8 |
| Фосфор загальний | 267,7 | 62.74 |
| Залізо загальне | 95,89 | 54.82 |
| Мідь | 2,506 | 0.486 |
| Цинк | 11,73 | 1.376 |
| Cr ⁶⁺ | 1,122 | 0.200 |

Установлено [33], що води річок Псел та Ворскла використовуються для господарсько – питного водопостачання. Цей вид споживання води на території України у 7 разів перевищує об’єми споживання на території Росії (табл. 1.3; 1.4). Головним споживачем для р. Псел є промисловість.

На території Росії використана вода скидається у поверхневі водотоки майже неочищеною (табл.1.3). На території України очищується 77% скидної води, для р. Псел та приблизно 90% - для р. Ворскла. Значна кількість води скидається до р. Псел промисловим об’єднанням «Хімпром», яке розташоване у м. Суми. На річці Ворскла головним споживачем води є підприємства нафтогазовидобувної промисловості (м. Ахтирка) [34]. Місто Полтава, яке є обласним центром, має ще більший антропогенний вплив на екологічний стан річок: тверді відходи промислових підприємств складають 122 млн. т за рік [35].

Таблиця 1.3 - Використання води

| Країна | Господарсько-питне водопостачання, (млн. м ³) | Підприємство, (млн. м ³) | Зрошення, (млн. м ³) | Сільськогосподарське водопостачання, (млн. м ³) |
|------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| р. Псел | | | | |
| Росія | 5.16 | 2.01 | - | 4.61 |
| Україна | 35.30 | 22.50 | 0.319 | 13.34 |
| р. Ворскла | | | | |
| Росія | 3.12 | 2.9 | - | 2.26 |
| Україна | 34.68 | 9.47 | - | 7.268 |

Таблиця 1.4 – Скид стічної води до поверхневих водотоків

| Країна | Усього, (млн. м ³) | Забруднені води, (млн. м ³) | Очищена за нормативами вода, (млн. м ³) |
|------------|--------------------------------|---|---|
| р. Псел | | | |
| Росія | 14.55 | 0.02 | 0.88 |
| Україна | 74.54 | 7.449 | 57.50 |
| р. Ворскла | | | |
| Росія | 12.64 | 0.67 | - |
| Україна | 33.98 | 2.941 | 30.74 |

На території Росії у поймі р. Ворскла розташоване шламосховище гірничорудної промисловості з площею 14 км², яке забруднює навколишню територію, викликає засолення та заболочування прилеглих земель, сприяє

надходженню забруднюючих речовин до алювіального водоносного горизонту, який безпосередньо зв'язаний з р. Дніпро. У межах Полтавської області запроваджено 366 полігонів для складування побутових відходів.

На основі даних про використання водних ресурсів був визначений ступінь антропогенного впливу на водні об'єкти за показниками антропогенного навантаження для російської і української частин водозборів річок Псел та Ворскла. Основні інформаційні характеристики формування екологічного стану річок є величини споживання та скиду води (табл. 1.5), а також величини стоку, які перетворюються у кількісні показники, названі характеристиками антропогенного навантаження.

Таблиця 1.5 – Відомості про використання водних ресурсів

| Види використання | Об'єми використаних вод, млн. м ³ | | | |
|--|---|------------|---------|------------|
| | Росія | | Україна | |
| | р. Псел | р. Ворскла | р. Псел | р. Ворскла |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Об'єм води, який забирається з річки (W _з) | 26.01 | 21.25 | 88.09 | 61.93 |
| Об'єм втрат річкового стоку за рахунок забору підземних вод (W _в) | 12.04 | 10.2 | 67.06 | 52.65 |
| Фактичний об'єм річкового стоку річки (W _ф) | 492 | 171 | 1600 | 1020 |

Продовження таблиці 1.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| Об'єм скиду води у річкову систему (W_c) | 14.55 | 12.67 | 74.54 | 33.98 |
| Об'єм скиду забрудненої води у річкову систему ($W_{зв}$) | 0.02 | 0.67 | 7.44 | 2.94 |

На основі даних про використання водних ресурсів (табл. 1.5) був визначений ступінь антропогенного впливу на водні об'єкти за показниками антропогенного навантаження для російської і української частин водозборів річок Псел та Ворскла [90]:

а) показник використання стоку річки (g_{pc} , %):

$$g_{pc} = \frac{W_3 + W_6}{W_\phi + W_c} 100\% ; \quad (1.4)$$

б) показник безповоротного водовикористання (g_{bc} , %):

$$g_{bc} = \frac{W_3 + W_6 + W_c}{W_\phi} 100\% ; \quad (1.5)$$

в) показник надходження стічних вод до річної системи (g_{nc} , %):

$$g_{nc} = \frac{W_c}{W_\phi} 100\% ; \quad (1.6)$$

г) показник скиду забрудненої води до річки (g_{cb} , %):

$$g_{сб} = \frac{W_{зв}}{W_{ф}} 100\% , \quad (1.7)$$

де $W_з$ – об'єм води, яка забирається з річки (млн. м³);

$W_в$ – об'єм витрат річного стоку завдяки відбору підземних вод, які гідравлічно зв'язані з річковою системою (млн. м³);

$W_ф$ – фактичний об'єм стоку річки (млн. м³);

$W_с$ – об'єм скиду води до річної системи (млн. м³);

$W_{зв}$ – об'єм скиду забрудненої води (млн. м³).

Розглянуті первинні показники(g_i) трансформують у прості оціночні бали за допомогою спеціальної шкали (табл. 1.6) та на їх основі вираховується складний бал використання водних ресурсів [19]:

$$K_{рс} = \sum_{i=1}^n f_i I_i \quad (1.8)$$

де $K_{рс}$ – комплексний показник використання водних ресурсів;

f_i – ваговий коефіцієнт, який відображає внесок того чи іншого виду використання водних ресурсів на екологічний стан річки;

I_i – значення окремих показників використання водних ресурсів стоку річок.

За окремими характеристиками річки, розраховується комплексний показник, потім за шкалою складних балів устанавлюється стан використання її водних ресурсів (табл. 1.6).

Примітка: якісна характеристика стану використання водних ресурсів у таблицях 1.6 та 1.7 визначається таким чином: а) – катастрофічний, б) – дуже незадовільний, в) – незадовільний, г) – задовільний, д) – добрий.

Таблиця 1.6 - Шкала критеріїв оцінки стану річки за ступенем використання її водних ресурсів [19]

| Показник | Градації простих балів | | | | |
|---|------------------------|-------|-------|-------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Використання стоку річки (g_{pc}) | >20 | 20-16 | 15-11 | 10-6 | <6 |
| Безповоротного водоспоживання (g_{bc}) | >25 | 25-20 | 19-15 | 14-10 | <10 |
| Надходження стічних вод у річкову мережу (g_{nc}) | >75 | 75-50 | 49-16 | 15-6 | <6 |
| Скиду забруднених вод (g_{cb}) | >10 | 10-6 | 5-3 | 2-1 | <1 |
| Оцінка в балах (прості бали) | -5 | -3 | -1 | 1 | 3 |
| Якісна характеристика стану | а) | б) | в) | г) | д) |

Таблиця 1.7 - Шкала комплексної оцінки стану використання водних ресурсів річок [19]

| Характеристика | Клас стану використання | | | | |
|--|-------------------------|-----------|--------------|-----------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Градації комплексного показника | > 2.2 | 2.2 - 0.8 | 0.8 – (-2.2) | (-2.2) – (-3.2) | <-3.2 |
| Якісна характеристика стану використання водних ресурсів | д) | г) | в) | б) | а) |

У відповідності до виразів (1.4 – 1.7), були оцінені показники антропогенного навантаження для російської та української частин водозборів за даними для багаторічного періоду.

На основі показників антропогенного навантаження виконана оцінка показників екологічного стану річок Псел і Ворскла. При цьому ступінь впливу антропогенного навантаження розраховувався з використанням інформації про водокористування та стік річок з російської та української частин водозборів.

Для оцінки екологічного стану р. Псел використовувалися дані про водність річки, засновані на вимірі стоку в створах: р. Псел - с. Крупець, р. Псел - м. Суми, р. Псел - с. Запсілля. Екологічний стан р. Псел в створі с. Крупець (Росія) оцінюється як задовільний та добрий (табл.1.8).

Таблиця 1.8 - Оцінка екологічного стану р. Псел - в створі с. Крупець на основі характеристик антропогенного навантаження

| Характеристика використання водних ресурсів | Кількісна та якісна характеристика стану | | | Зважені коефіцієнти f_i |
|---|--|---------------------|-------------|---------------------------|
| | $g_i, \%$ | $Y_i, \text{ бали}$ | стан | |
| Використання стоку | 7.5 | 1 | задовільний | 0.1 |
| Безповоротне водоспоживання | 4.78 | 3 | добрий | 0.2 |
| Надходження стічних вод | 2.95 | 3 | добрий | 0.3 |
| Скидання забруднених вод | 0.004 | 3 | добрий | 0.4 |

Надалі за рахунок збільшення водності від с. Крупець до м. Суми екологічний стан р. Псел поліпшується (табл.1.9). Однак антропогенне навантаження на території України продовжує зростати за рахунок скидання стічних вод (табл.1.10).

Таблиця 1.9 - Оцінка екологічного стану р. Псел - в створі м. Суми на основі характеристик антропогенного навантаження

| Характеристика використання водних ресурсів | Кількісна та якісна характеристика стану | | | Зважені коефіцієнти f_i |
|---|--|--------------|--------|---------------------------|
| | g_i , % | Y_i , бали | стан | |
| Використання стоку | 4.86 | 3 | добрий | 0.1 |
| Безповоротне водоспоживання | 3.5 | 3 | добрий | 0.2 |
| Надходження стічних вод | 1.89 | 3 | добрий | 0.3 |
| Скидання забруднених вод | 0.003 | 3 | добрий | 0.4 |

Таблиця 1.10 - Оцінка екологічного стану р. Псел - в створі с. Запсілля на основі характеристик антропогенного навантаження

| Характеристика використання водних ресурсів | Кількісна та якісна характеристика стану | | | Зважені коефіцієнти f_i |
|---|--|--------------|-------------|---------------------------|
| | g_i , % | Y_i , бали | стан | |
| Використання стоку | 7,42 | 1 | задовільний | 0,1 |
| Безповоротне водоспоживання | 3,85 | 3 | добрий | 0,2 |
| Надходження стічних вод | 3,56 | 3 | добрий | 0,3 |
| Скидання забруднених вод | 0,36 | 3 | добрий | 0,4 |

Збільшення припливу води в міру зростання водозбірної площі уповільнює процес забруднення та екологічний стан річки залишається «переважно добрим».

Для оцінки екологічного стану р. Ворскла використовувалися дані про водність річки, які були засновані на вимірі стоку у створах: р. Ворскла - с. Козинка, р. Ворскла - с. Чернеччина, р. Ворскла - м. Кобеляки. Екологічний стан р. Ворскла, який визначався за кількісними показниками антропогенного навантаження, виявився значно гіршим ніж для р. Псел. Найбільшим за величиною є показник використання стоку ріки $g_{рс}$, який для російської частини водозбору р. Ворскла приймає найбільше значення - 17,2%. На відміну від р.Псел значний об'єм скидних вод надходить до річки Ворскла неочищеним (особливо в російській частині водозбору).

Екологічний стан р. Ворскла в створі с. Козинка (Росія) оцінюється як «дуже незадовільний» та «задовільний» (табл.1.11). Надалі за рахунок збільшення водності від с. Козинка до с. Чернеччина екологічний стан р. Ворскла поліпшується (табл.1.12). На території України стан річки стає «переважно добрим» (табл.1.13). Комплексний показник використання стоку річок наведений у табл. 1.14.

Таблиця 1.11 - Оцінка екологічного стану р. Ворскла - в створі с. Козинка на основі характеристик антропогенного навантаження

| Характеристика використання водних ресурсів | Кількісна та якісна характеристика стану | | | Зважені коефіцієнти f_i |
|---|--|--------------|--------------------|---------------------------|
| | g_i , % | Y_i , бали | стан | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Використання стоку | 17,12 | -3 | дуже незадовільний | 0,1 |

Продовження таблиці 1.11

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------|-------|---|-------------|-----|
| Безповоротне водоспоживання | 10,98 | 1 | задовільний | 0,2 |
| Надходження стічних вод | 7,41 | 1 | задовільний | 0,3 |
| Скидання забруднених вод | 0,39 | 3 | добрий | 0,4 |

Таблиця 1.12 - Оцінка екологічного стану р. Ворскла - в створі с.Чернеччина на основі характеристик антропогенного навантаження

| Характеристика використання водних ресурсів | Кількісна та якісна характеристика стану | | | Зважені коефіцієнти f_i |
|---|--|--------------|-------------|---------------------------|
| | ξ_i , % | Y_i , бали | стан | |
| Використання стоку | 9.87 | 1 | задовільний | 0.1 |
| Безповоротне водоспоживання | 6.14 | 3 | добрий | 0.2 |
| Надходження стічних вод | 4.14 | 3 | добрий | 0.3 |
| Скидання забруднених вод | 0.22 | 3 | добрий | 0.4 |

Таблиця 1.13 - Оцінка екологічного стану р. Ворскла - в створі м. Кобеляки на основі характеристик антропогенного навантаження

| Характеристика використання водних ресурсів | Кількісна та якісна характеристика стану | | | Зважені коефіцієнти f_i |
|---|--|--------------|-------------|---------------------------|
| | $g_i, \%$ | Y_i , бали | стан | |
| Використання стоку | 9.6 | 1 | задовільний | 0.1 |
| Безповоротне водоспоживання | 6.77 | 3 | добрий | 0.2 |
| Надходження стічних вод | 2.85 | 3 | добрий | 0.3 |
| Скидання забруднених вод | 0.25 | 3 | добрий | 0.4 |

Таблиця 1.14 - Комплексний показник використання стоку річок

| K_{pc} | Псел | | | Ворскла | | |
|--|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|
| | Крупець | Суми | Запсілля | Козинка | Чернеччина | Кобеляки |
| | | 2,8 | 3 | 2,8 | 1,4 | 2,8 |
| Якісна характеристика стану використання водних ресурсів | д) - добрий | д) - добрий | д) - добрий | г) - задовільний | д) - добрий | д) - добрий |

1.3 Оцінка змін гідрологічних та гідрохімічних характеристик у минулі два десятиріччя

1.3.1 Зміни гідрологічних характеристик під впливом глобального потепління. Досліджувана територія за характером коливань річного стоку відноситься до східної (Лівобережної) частини України [36]. Аналіз різницевої інтегральних кривих річного стоку (рис. 1.2) показав, що коливання стоку на р. Псел та р. Ворскла відбуваються синхронно. З початку 50-х років минулого сторіччя до 1978 р. спостерігалася маловодна фаза, з 1979р. до 1988р. – багатоводна. З 1989р. коливання стоку перейшли у маловодну фазу, яка продовжується у сучасності. На досліджуваній території у останні десятиріччя у коливаннях кліматичних чинників формування річного стоку виявлені тенденції до зростання середніх річних температур повітря та сумарних опадів (рис. 1.3-1.6).

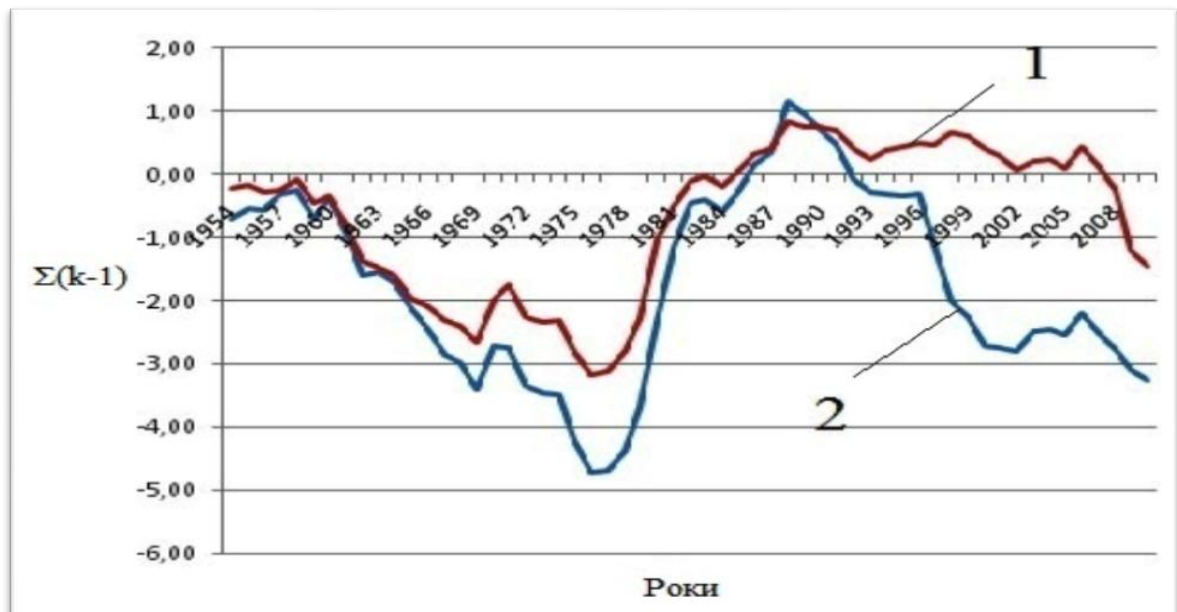


Рисунок 1.2 – Суміщені різницеві інтегральні криві річного стоку водозборів р. Псел – с. Запсілля (1) та р. Ворскла - с. Чернечина (2)

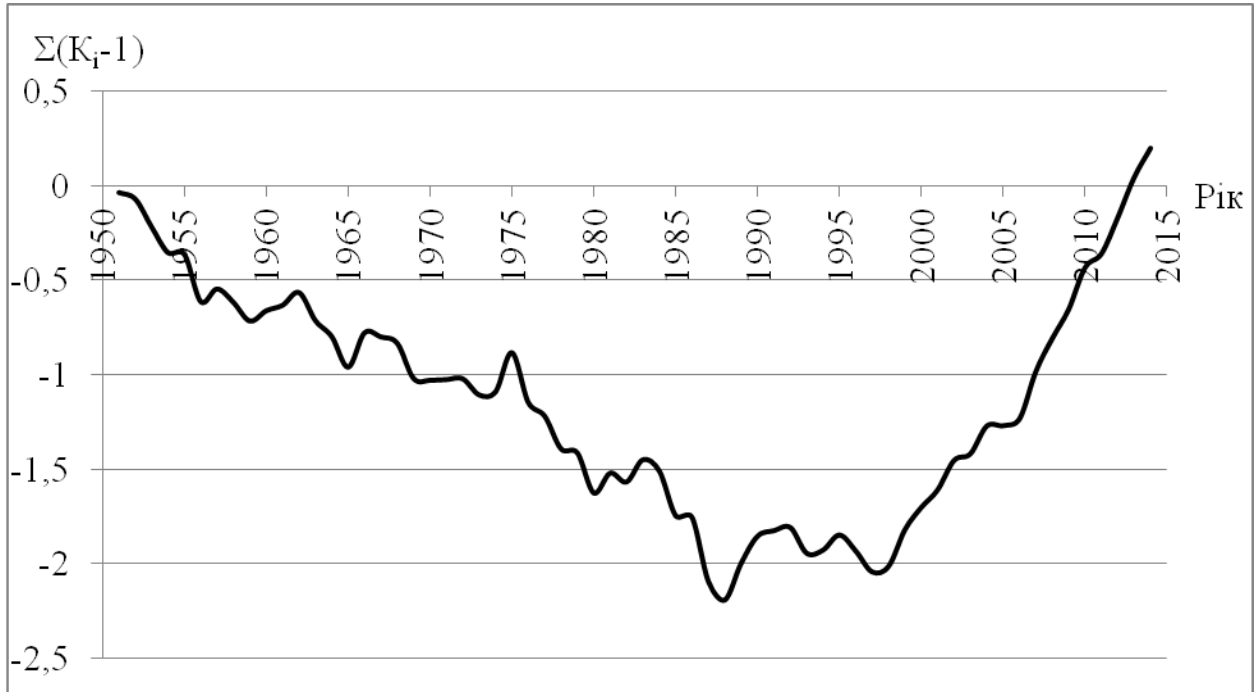


Рисунок 1.3 – Різницева інтегральна крива середніх річних температур повітря, м. Полтава, 1951-2015 рр.

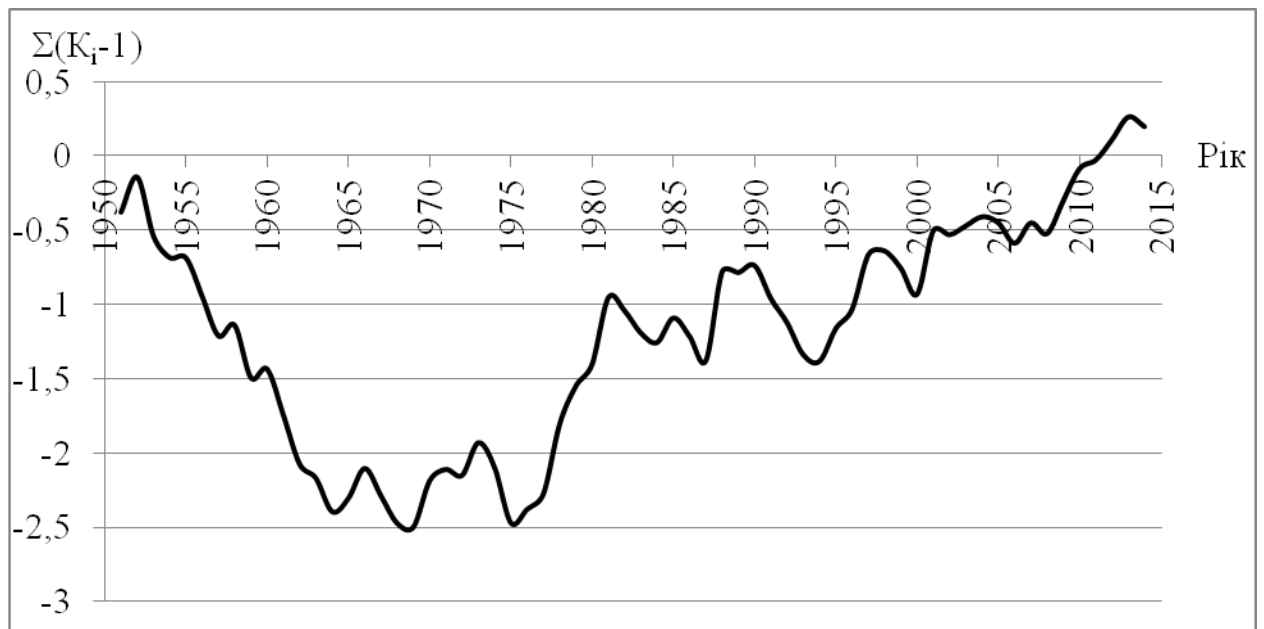


Рисунок 1.4 – Різницева інтегральна крива середніх річних сум опадів, м. Полтава, 1951-2015 рр.

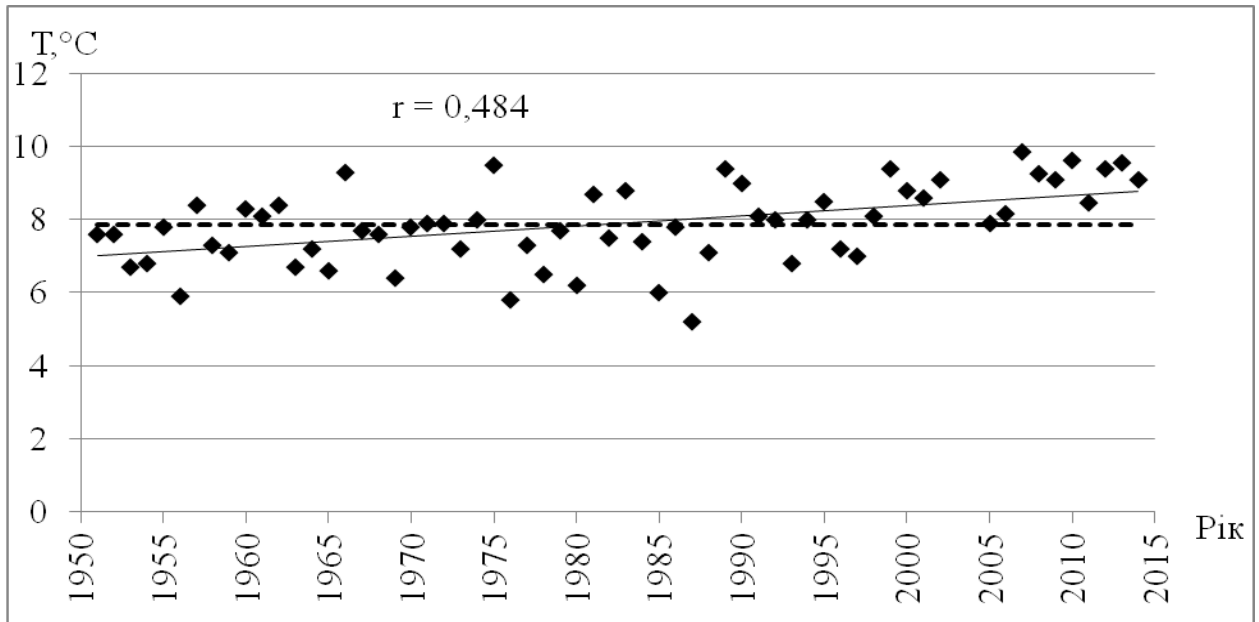


Рисунок. 1.5 – Хронологічний хід середніх річних температур повітря,
(метеостанція м. Полтава)
(---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

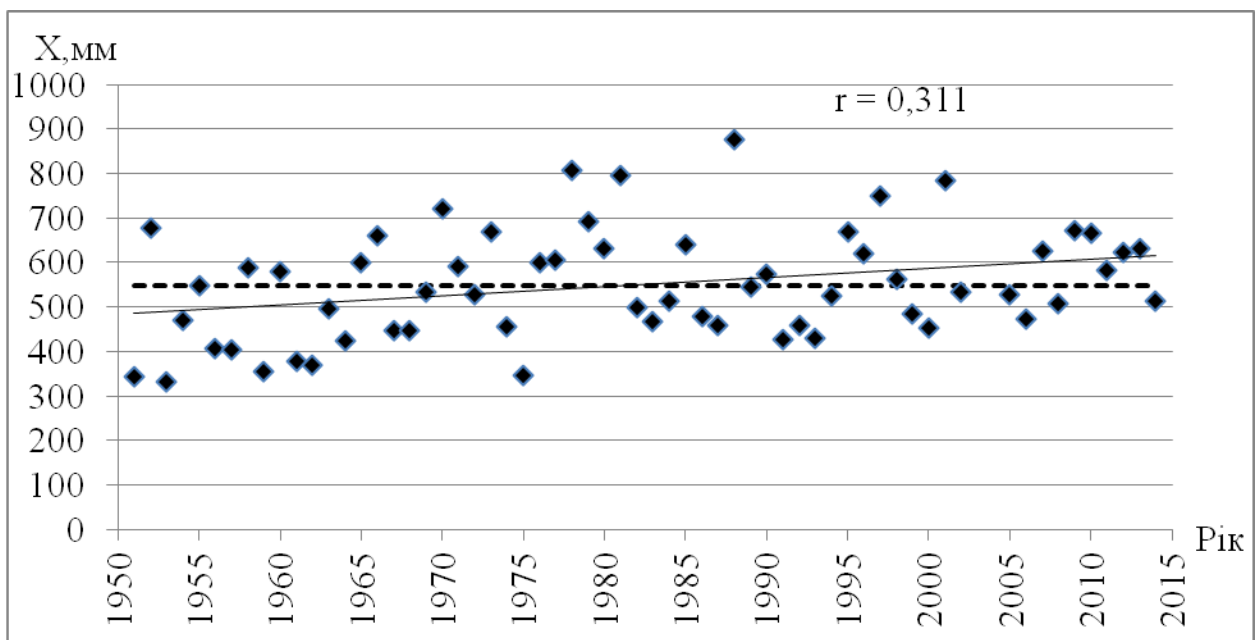


Рисунок. 1.6 – Хронологічний хід сум річних опадів
(метеостанція м. Полтава)
(---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

Установлено, що зростання температур повітря більш інтенсивно проходить у холодний період, проте середні температури продовжують знаходитися у області від'ємних значень (рис. 1.7). Збільшення температур теплого періоду набуло інтенсивності лише на початку сторіччя (рис. 1.8). Оподи холодного періоду практично не змінилися (рис. 1.9), але установлена тенденція до зростання опадів у теплий період (рис. 1.10). Таким чином, перехід річного стоку у маловодну фазу його коливань пов'язується, насамперед, із зростанням температур повітря теплого сезону і відповідним збільшенням витрат на випаровування з поверхні суші та водної поверхні. У цілому середня багаторічна величина річного стоку після 1989р. зменшилася на 11.1% у створі р. Псел - м. Суми та 22.6% у створі р. Ворскла –с. Чернеччина.

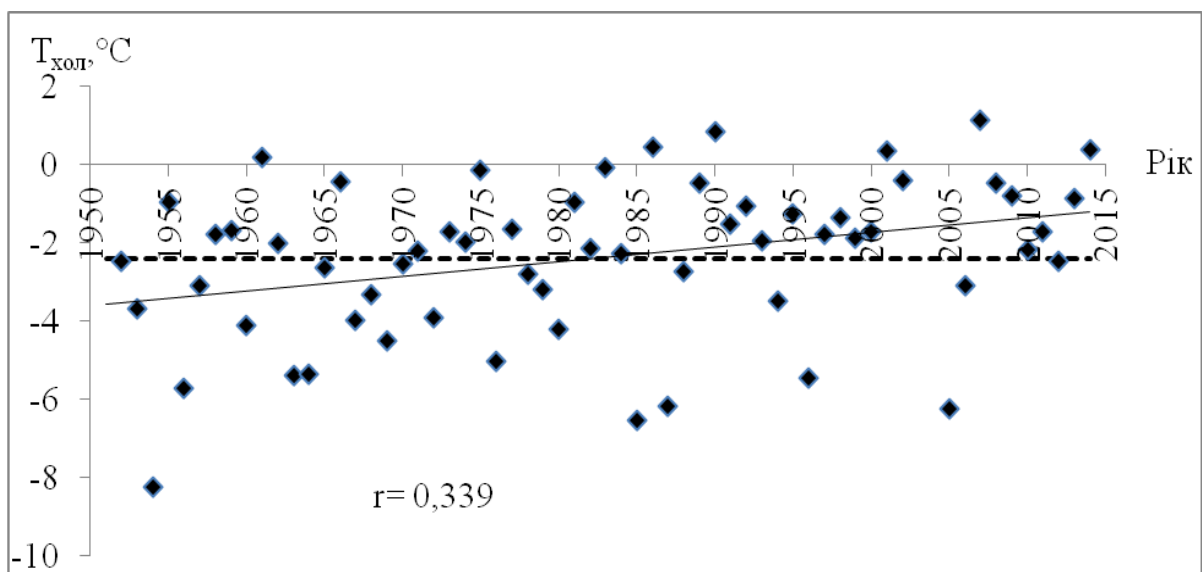


Рисунок 1.7 – Хронологічний хід середніх температур повітря за холодний період (метеостанція м. Полтава)
(---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

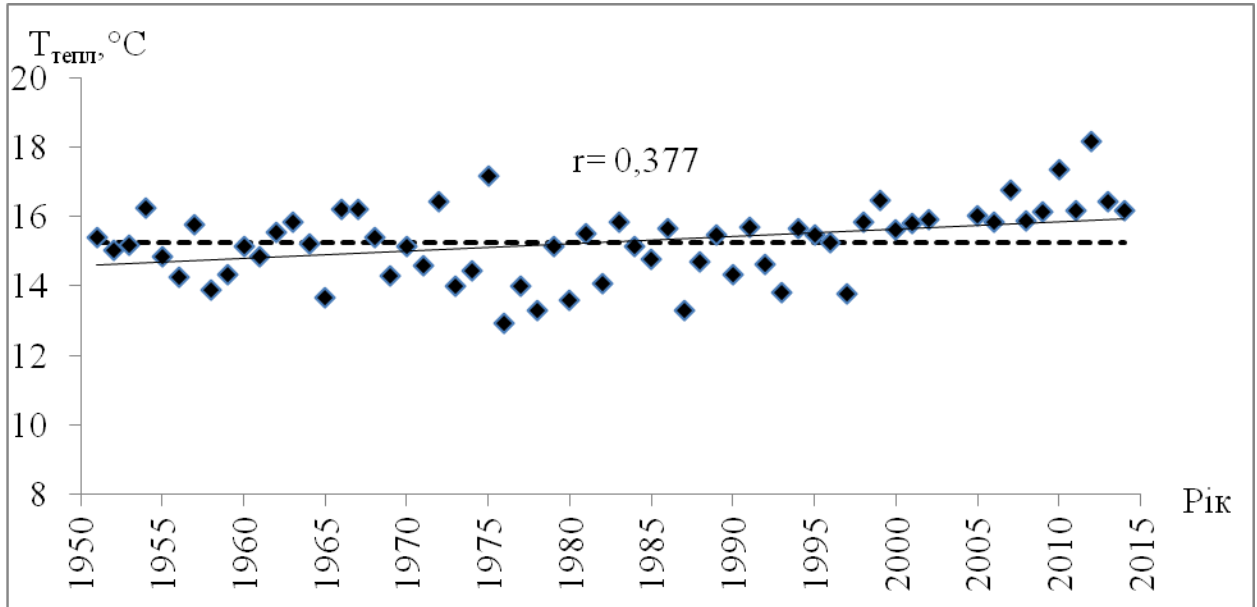


Рисунок 1.8 – Хронологічний хід середніх температур повітря за теплий період (метеостанція м. Полтава)

(---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

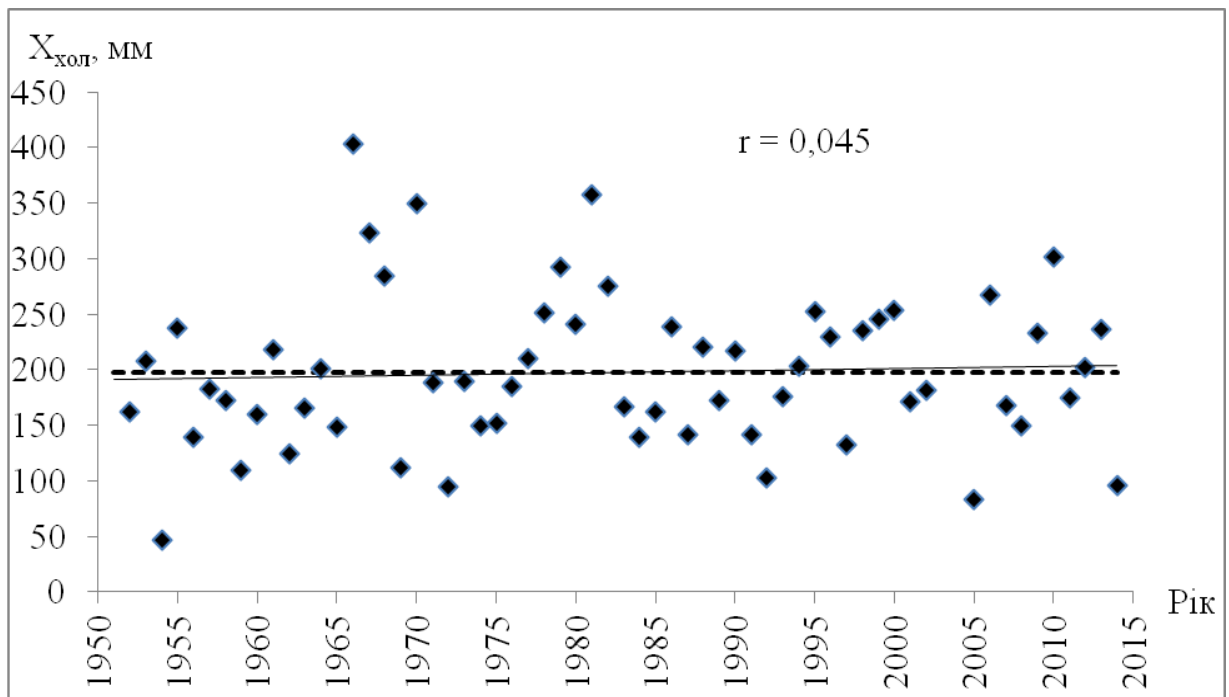


Рисунок 1.9 – Хронологічний хід сум опадів за холодний період (метеостанція м. Полтава)

(---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

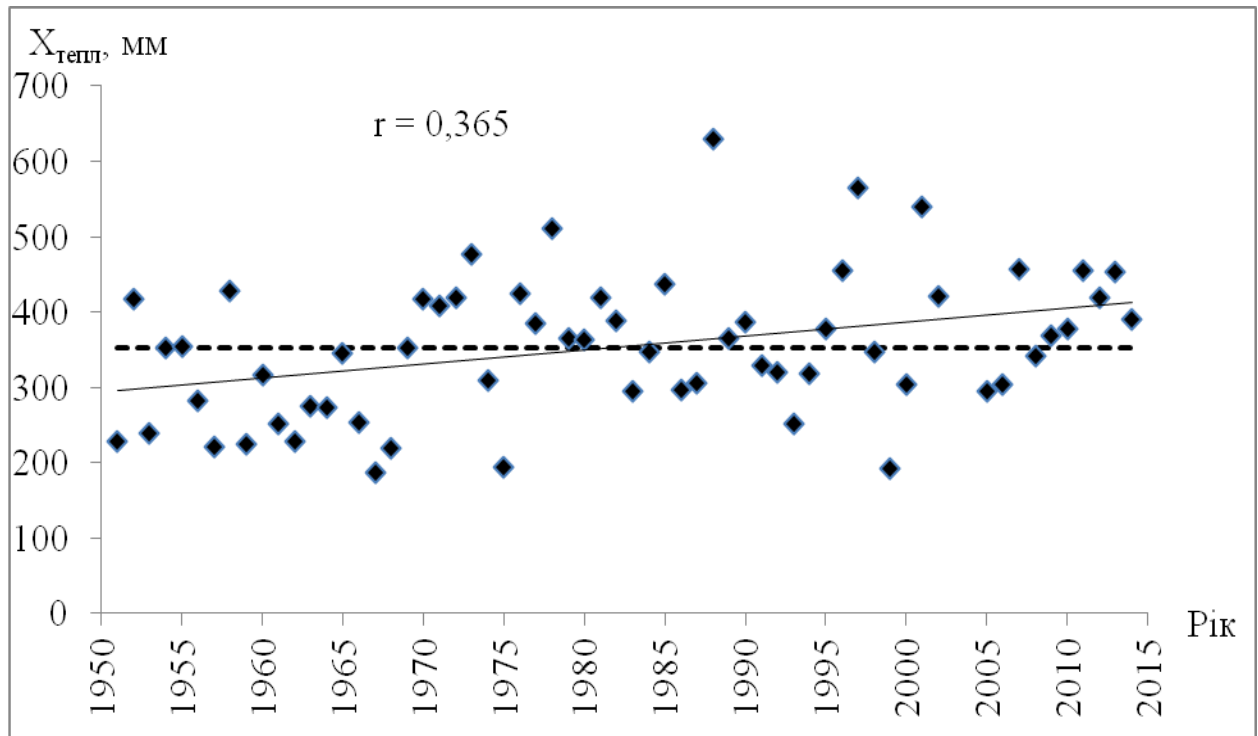


Рисунок 1.10 – Хронологічний хід сум опадів за теплий період (метеостанція м. Полтава)
(---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

Для оцінки підземного припливу використовувалися гідрографи стоку річок за характерні по водності роки. До багатоводних були віднесені роки, річний стік яких мав забезпеченість P менше 25%; до середніх за водністю – роки, стік яких мав забезпеченість, що знаходилася на відрізку $25\% \leq P \leq 75\%$. Як маловодні, приймалися роки із забезпеченістю річного стоку, що перевищує 75%. Для окремих років були побудовані гідрографи, розчленовування яких дозволило виділити поверхневу та підземну складові [37].

Отримані результати (табл. 1.15, табл. 1.16) дозволяють зробити висновок про значне зростання підземної складової стоку в останні два десятиріччя у порівнянні з даними минулих років, особливо у середні за водністю та маловодні роки. Це може бути пояснено збільшенням температур повітря

Таблиця 1.15 – Поверхнева ($Y_{ПОВ}$) і підземна ($Y_{ПДЗ}$) складові річного стоку ($Y_{РІК}$) в створі р. Ворскла – с. Чернеччина, отримані на основі розчленовування гідрографів

| Рік | Забезпеченість річного стоку % | $Y_{РІК}$, мм % | $Y_{ПДЗ}$, мм % | $Y_{ПОВ}$, мм % |
|------|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1957 | 24 Багатоводний | 110 100% | 8 8% | 102 92% |
| 1964 | 62 Середній за водністю | 71 100% | 13 4% | 58 96% |
| 1966 | 76 Маловодний | 58 100% | 23 40% | 35 60% |
| 1970 | 10 Багатоводний | 149 100% | 26 17% | 123 83% |
| 1971 | 50 Середній за водністю | 84 100% | 20 24% | 64 76% |
| 1975 | 44 Середній за водністю | 24 100% | 7 30% | 18 70% |
| 1980 | 2 Багатоводний | 205 100% | 66 32% | 139 68% |
| 1981 | 4 Багатоводний | 192 100% | 25 13% | 167 87% |

Продовження таблиці 1.15

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------|-------------------------------|-------------|-----------|------------|
| 1987 | 26 Багатоводний | 105 100% | 38 36% | 67 64% |
| 1988 | 6 Багатоводний | 157 100% | 31 20% | 126 80% |
| 2004 | 38 Середній за водністю | 90 100% | 56 62% | 34 38% |
| 2005 | 58 Середній за водністю | 80 100% | 42 52% | 38 48% |

Таблиця 1.16 – Поверхнева $Y_{ПОВ}$ та підземна $Y_{ПДЗ}$ складові річного стоку Y_P в створі р. Псел – м. Суми, отримані на основі розчленовування гідрографів

| Рік | Забезпеченість річного стоку % | Y_P , мм % | $Y_{ПДЗ}$, мм % | $Y_{ПОВ}$, мм % |
|------|--------------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1968 | 56 Середній за водністю | 101 100% | 43.1 42.7% | 57.9 57.3% |
| 1973 | 50 Середній за водністю | 85 100% | 47.6 55.7% | 37.7 44.3% |

Продовження таблиці 1.16

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------|-------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| 1999 | 48 Середній за водністю | 82 100% | 63.9 77.9% | 18.1 22.1% |
| 1979 | 8 Багатоводний | 99 100% | 43.9 44.3% | 55.1 55.7% |
| 1980 | 1 Багатоводний | 157 100% | 92.5 58.9% | 64.5 41.1% |
| 1988 | 9 Багатоводний | 152 100% | 85.7 56.4% | 66.3 43.6% |
| 2006 | 12 Багатоводний | 110 100% | 65.1 59.2% | 44.9 40.8% |
| 1972 | 93 Маловодний | 59 100% | 41.2 69.8% | 17.8 30.2% |
| 1975 | 92 Маловодний | 55 100% | 34.3 62.3% | 20.7 37.7% |
| 2007 | 80 Маловодний | 65 100% | 51.8 79.7% | 13.2 20.3% |

холодного періоду (XI- III), які з кінця XX-го сторіччя (з 1989р.) почали істотно зростати, досягаючи в окремі роки додатних значень. Збільшення температур повітря в холодний період року, зсув дат переходу температур повітря через 0°C на більш ранні терміни навесні і більш пізні - восени, зменшення глибини промерзання ґрунтів і збільшення числа відлиг зумовили збільшення втрат поверхневого талого стоку на інфільтрацію і сприяли поповненню запасів підземних вод [38, 39]. Незважаючи на зростання температур повітря теплого

періоду і відповідне збільшення втрат стоку на випаровування з поверхні суші виявлена загальна тенденція до збільшення меженного стоку. Це пояснюється збільшенням числа верхніх водоносних горизонтів, розташованих близько до поверхні і дренованих річкою.

Отримані дані підтверджують гіпотезу про збільшення підземного припливу в річки і зменшення максимальних витрат води в період весняного водопілля при одночасному збільшенні стоку зимової та літньої меженої [20, 36, 40]. За В.В. Гребінем, для річок Лівобережно-Дніпровської лісостепової зони за період з 1981 року до початку XXI століття виявлено збільшення зимового стоку в 1,5 рази в порівнянні з даними до 1980р; зниження весняного стоку в - 0,81 разів; збільшення літнього і осіннього стоку - в 1,55 і 1,76 раз, відповідно [40]. Порівняння середніх величин максимальних витрат води за період до та після 1989р., виконане нами по окремих річках досліджуваної території (табл. 1.17), показало зменшення максимального стоку весняної повені на 47 - 71%.

Таблиця 1.17 – Порівняння середніх багаторічних значень максимальних витрат води весняного водопілля

| Річка - пост | \bar{Q}_{\max} , до 1989р. м ³ /с | \bar{Q}_{\max} , 1989-2010рр. м ³ /с | $\delta = \frac{Q_{\max \text{ до } 1989} - Q_{\max}}{Q_{\max \text{ до } 1989}} * 100\%$, % |
|------------------|--|---|--|
| Псел-Запсілля | 323.3 | 162.6 | -49.7 |
| Хорол-Миргород | 70.9 | 20.49 | -71.1 |
| Ворскла-Соколка | 250.5 | 112.3 | -55.2 |
| Ворскла-Кобеляки | 233.4 | 121.6 | -47.9 |

Порівняння характеристик мінімального стоку до та після 1989р. показує, що вони зросли у середньому на 30% (табл. 1.18). Хронологічний хід середніх добових та місячних мінімумів стоку у зиму та літньо-осінню межінь показує тенденцію до їх збільшення (рис. 1.11, рис. 1.12). У багатоводні роки зростання мінімального стоку проявляється у меншій мірі, оскільки саме у ці роки не спостерігається відлиг і втрати на інфільтрацію не змінюються. За умови виключення дуже багатоводних років ($P < 5\%$), коефіцієнти кореляції виділених у часі тенденцій зростають.

Таблиця 1.18 –Порівняння середніх багаторічних значень мінімальних витрат води весняного водопілля р. Ворскла - с. Чернеччина

| Сезон | \bar{Q}_{\min} , до 1989р. м ³ /с | \bar{Q}_{\min} , після 1989р. м ³ /с | δ , % | \bar{Q}_{\min} , до 1989р. м ³ /с | \bar{Q}_{\min} , після 1989р. м ³ /с | δ , % |
|--------------------|--|--|-----------------|---|--|-----------------|
| Зимовий | 3.79 | 5.17 | 36 | 5.26 | 7.03 | 41 |
| Літньо- осінній | 2.60 | 3.67 | 34 | 3.54 | 4.42 | 25 |

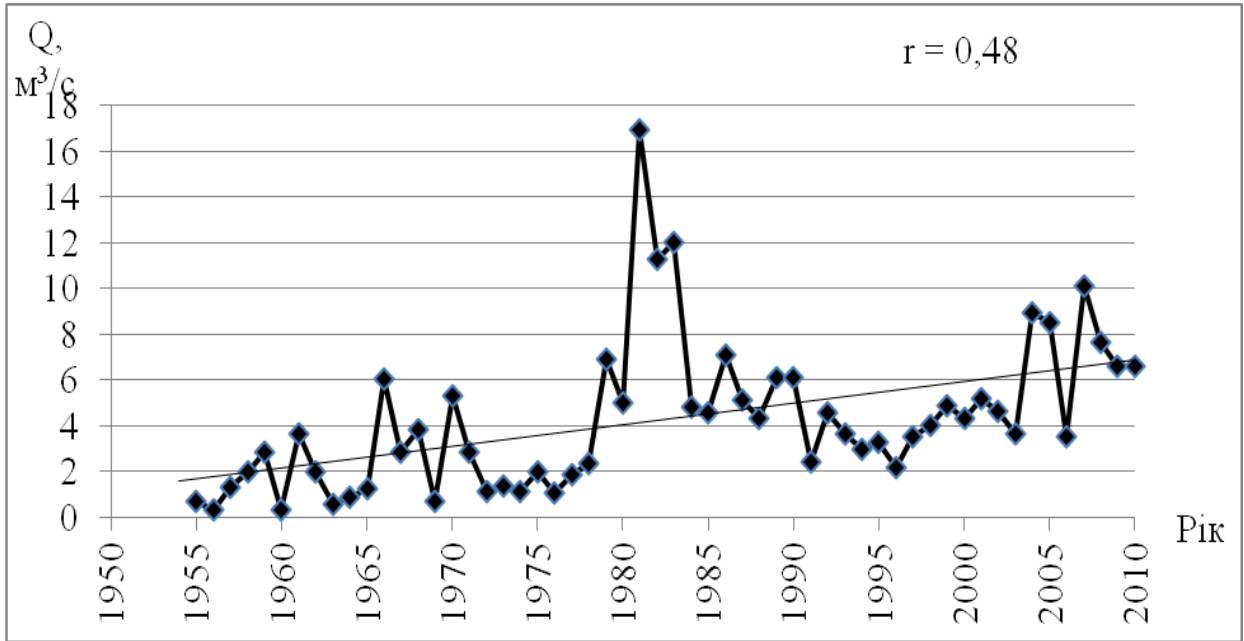


Рисунок 1.11 – Хронологічний графік середніх добових мінімумів стоку у зимову межінь у створі р. Ворскла – с. Чернеччина

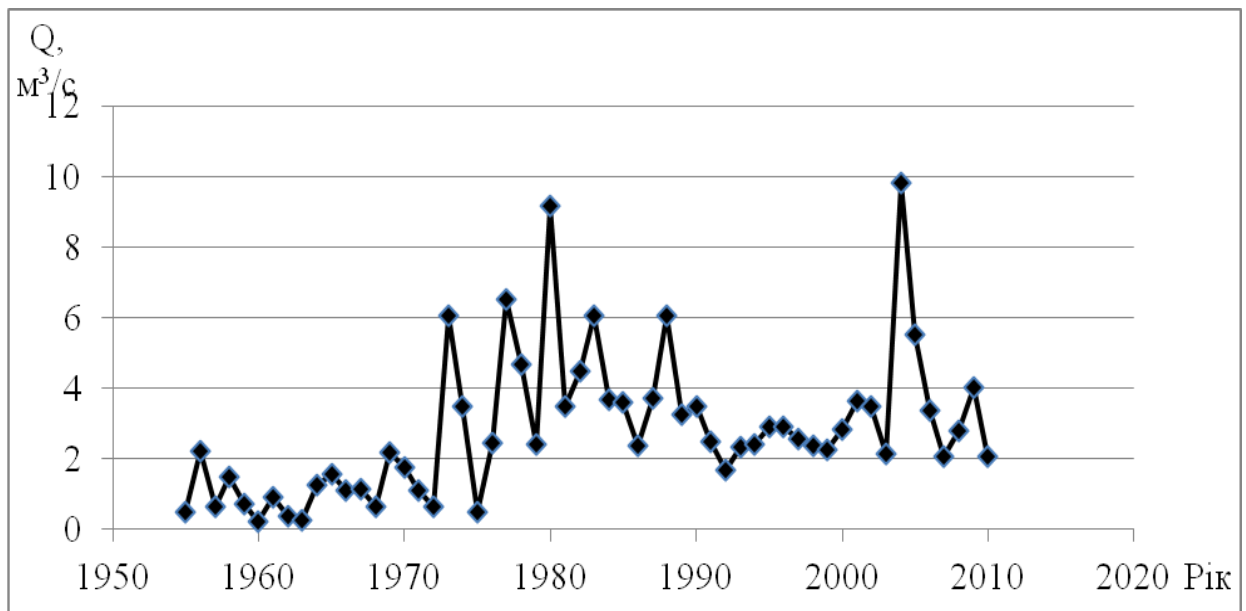


Рисунок .1.12 – Хронологічний графік середніх добових мінімумів стоку у літньо-осінню межінь у створі р. Ворскла – с. Чернеччина

Підземний приплив, за А.М. Бефані [36], може визначатися як напівсума значень мінімального стоку літньої та зимової межени. Визначені за мінімальним стоком величини підземного стоку також підтверджують тенденцію до зростання підземної складової (рис. 1.13).

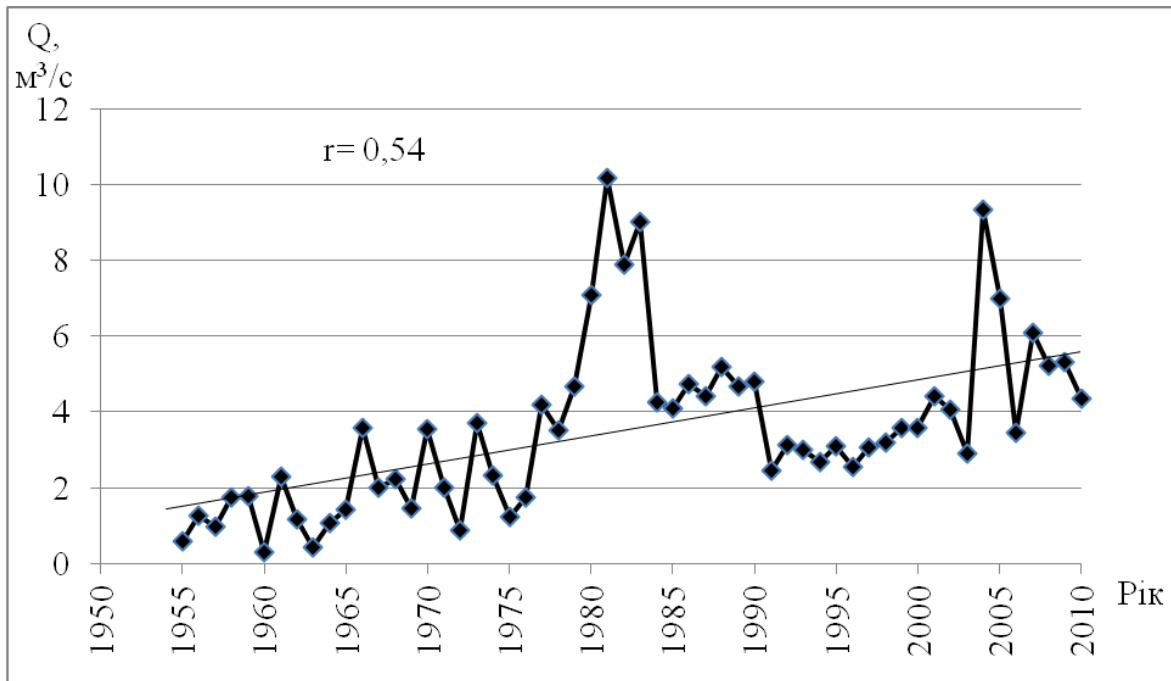


Рисунок. 1.13 – Хронологічний графік підземного стоку у створі р.Ворскла – с. Чернеччина

1.3.2 Вплив кліматичних змін на гідрохімічний склад води досліджуваних річок. Одним з основних показників якості води, важливим для багатьох водокористувачів, є величина мінералізації води, яка залежить від водного режиму водотоку та витрат води. Установлено, що мінералізація вод досліджуваних річок Псел та Ворскла найбільш висока в період їх живлення підземними водами з глибоко розташованих водоносних горизонтів, які складаються з легко розчинних гідрокарбонатних порід. Чим більшу частку річкового стоку складають води глибоких водоносних горизонтів, тим вище

мінералізація вод. Установлена досить тісна залежність мінералізації води від витрат (рис.1.14). Такого типу залежності відкривають можливості прогнозування мінералізації від установлених за кліматичними сценаріями витрат води у роки різної водності та гідрологічні сезони [41].

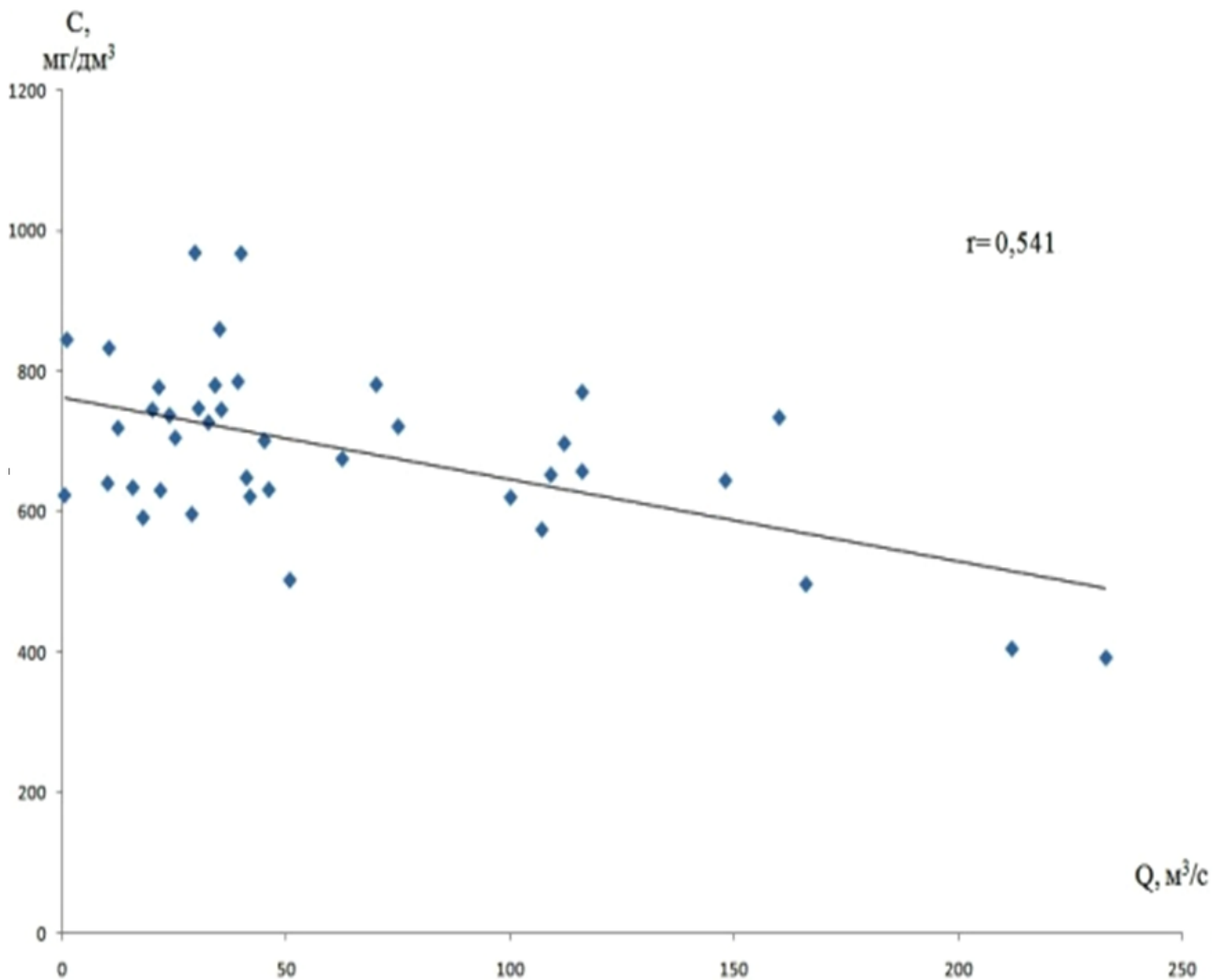


Рисунок 1.14 - Залежність річних значень мінералізації від витрат води в створі р. Псел – с. Запсілля (в межах села) [42]

Аналіз розподілу мінералізації по сезонах дозволив встановити, що в маловодні роки, коли протягом усього року переважає підземне живлення, суттєвих її змін не спостерігається. Так, у маловодний 1992 рік (р. Ворскла - с. Чернеччина, об'єм річного стоку $W = 236$ млн. m^3) діапазон зміни мінералізації

протягом року знаходився у межах 960 -1090 мг/дм³. У багатоводний (W = 528 млн. м³) 1996рік (рис.1.15) в період зимової межені мінералізація становила 1070 мг/дм³ (Q = 2,85 м³/с), а на піку весняної повені - лише 326 мг/дм³ (Q = 133 м³/с), що підтверджує існування зв'язку між водністю річки і показниками мінералізації [42].

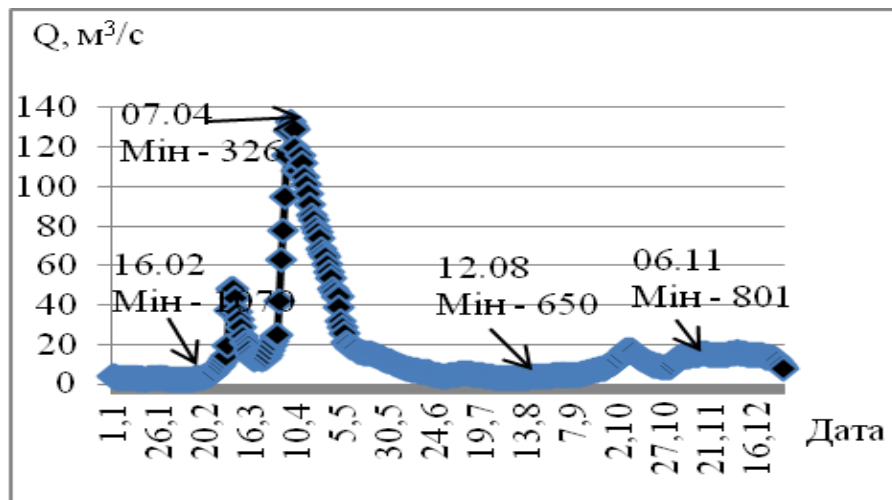


Рисунок 1.15 - Гідрограф стоку у створі р. Ворскла - с. Чернеччина з датами відбору проб та величинами мінералізації (1996р. - багатоводний)

Велике значення для характеристики хімічного складу вод та їх якості мають біогенні сполуки, хоча їх кількість зазвичай невелика і пов'язана з життєдіяльністю водних організмів. Основне значення мають мінеральні сполуки азоту, фосфору, кремнію, заліза, а також кисень. За отриманими даними найбільша кількість нітритів на річках Псел та Ворскла спостерігалася у зимовий сезон, а найменша - у літній сезон, коли інтенсифікується діяльність фітопланктону [43]. Нітрати містяться у воді в значно більшій кількості ніж нітрити, змінюючись у середньому від 0 до 5 мг/дм³, оскільки вони є кінцевим продуктом процесу розпаду органічної речовини. Вони також споживаються фітопланктоном, тому в літній меженний період їх дуже мало у воді, проте в зимову межень їх кількість зростає в десятки разів.

Найбільш стійкими з біогенних елементів є сполуки фосфору. Вміст розчиненого мінерального фосфору в водах досліджуваних річок зазвичай коливається незначно (0-0,2 мг/дм³) з максимумом в зимовий сезон. Вміст заліза змінюється в часі значно більшою мірою. У літню межень кількість заліза у воді найменша внаслідок інтенсивного фотосинтезу і значної аерації води, що сприяє розвитку рослинності. У зимову межень споживання заліза рослинами припиняється, утворення окисного заліза з закисного в результаті припинення аерації практично не відбувається і тому вміст заліза помітно зростає. Води річок Псел та Ворскла містять значні концентрації заліза, які можуть перевищувати ГДК питного водопостачання в кілька разів. За останні два десятиріччя кількість випадків перевищення середньої за рік концентрації заліза над ГДК (0,1 мг/дм³ для рибогосподарського водоспоживання) для річок Псел і Ворскла перевищувала 75%. У межах року концентрація заліза загального може значно варіювати, досягаючи максимальних значень в період весняного водопілля (2,75 мг/дм³) і мінімальних - влітку.

Вміст кремнію в водах річок Псел та Ворскла також досягає максимального значення в зимовий сезон, коли річки живляться переважно підземними водами, які вносять цей елемент у річкову воду. В літній сезон відбувається споживання кремнію діатомовими водоростями. При цьому різниця між вмістом кремнію в зимову і літню межень досить велика. Наприклад, на р. Псел у м. Суми в зимову межень кількість кремнію становила 4,1 мг/дм³, навесні – 3,0 мг/дм³, а влітку його концентрація знижується до 1,4 мг/дм³ (2003р. максимальний за водністю рік). За розглянутий період (1990-2012рр.) гідрохімічних спостережень кількість випадків перевищення ГДК кремнію для питного водопостачання становила лише 15% , що спостерігалось у зимовий сезон.

Дуже важливим показником забруднення природних вод є наявність в них розчиненого кисню, який впливає на біохімічні процеси, що протікають у водному середовищі. Ступінь забруднення води також може характеризуватися

біологічним показником забруднення (БПЗ), який являє собою відношення кількості біологічного споживання кисню за пентаду (БСК₅) до перманганатної окиснюваності, яка в меженний період має найменшу величину при зростаючому БСК. Вміст кисню у воді значною мірою залежить від площі відкритої водної поверхні, швидкості течії води і турбулентного перемішування водних мас, температури води. Саме в зимовий меженний період більшість цих характеристик досягає найменших значень (особливо коли річка вкривається льодом і течія уповільнюється) і, отже, не сприяє підвищенню вмісту кисню у воді (рис.1.16). Чим довший зимовий меженний період, тим гостріше відчувається нестача кисню у воді. До того ж, зниження концентрації кисню у воді збільшує сприйнятливність організмів до впливу токсичних речовин, що потрапляють у водотоки, і різко зменшує здатність води до самоочищення [44].

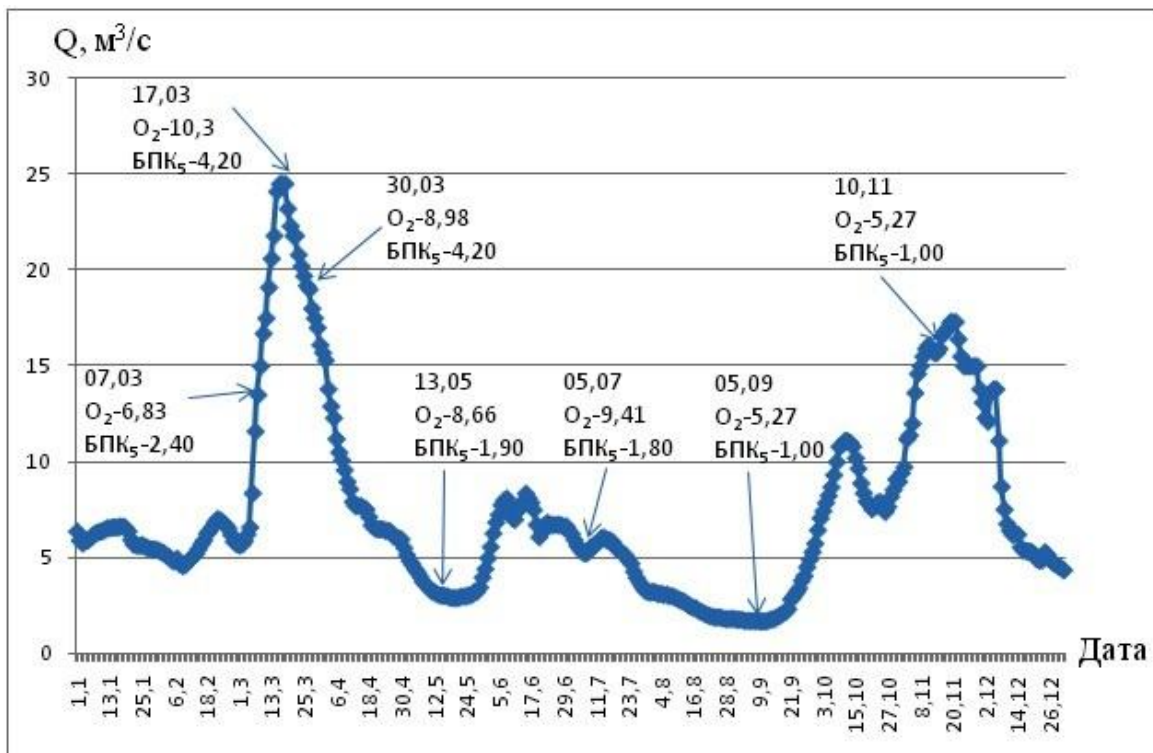


Рисунок 1.16 – Гідрограф за 1992 рік (маловодний) у створі р. Ворскла – с. Чернеччина з датами відбору проб та концентраціями кисню та БСК₅

Для річки Псел найбільші порушення кисневого режиму і замори риб мають місце у зимову межень. На річці Ворскла, особливо у її нижній течії, через малу водність (у порівнянні із річкою Псел) найбільш несприятливим для кисневого режиму є сезон літо. Зростання температури повітря у літню межень забезпечує зростання температури води, що спричиняє ефект евтрофікації (1.17) [45].

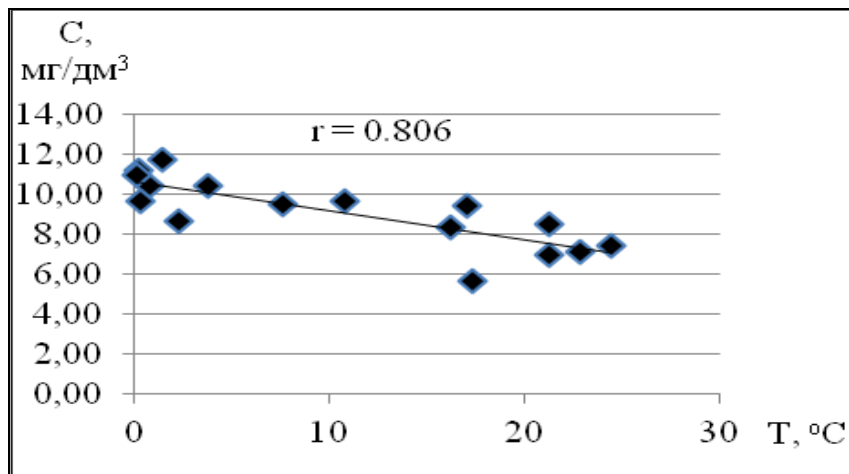


Рисунок 1.17 - Залежність концентрації кисню від температури води в створі р. Ворскла - м. Полтава (в межах міста)

При недостатній кількості кисню у воді в кілька разів знижується швидкість біохімічного розкладання нафтопродуктів, які потрапляють у річки з поверхні. Допустимий вміст нафтопродуктів у воді не повинен перевищувати $0,05 \text{ мг/дм}^3$ для рибогосподарського водоспоживання [16]. Концентрація нафтопродуктів значною мірою залежить від витрат води в річці (за інших рівних умов) та температур води. Взимку, коли температура води низька, розкладання нафтопродуктів відбувається повільно. Тому у зимову межень вплив нафтопродуктів на якість води буде найбільшим.

Значно порушують біологічні процеси у воді та погіршують її якість феноли, що потрапляють в річки зі стічними водами підприємств хімічної

промисловості (лісохімічної, коксохімічної, сланцевої, анілінофарбової та ін.). Найбільш токсичними є одноатомні феноли. Їх гранично допустима концентрація (ГДК для питного водопостачання) у воді не повинна перевищувати 1 мкг/дм³. Найбільш інтенсивне розкладання фенолів відбувається при високій температурі води і різко знижується при температурі води нижче 7°C. Тому в літній межений період, коли глибини на річках невеликі та річкові води добре прогриваються, вміст фенолів зменшується. Однак зниження концентрації кисню у воді затримує цей процес. Швидкість розкладання фенолів залежить також від цілої низки причин, що включають якісний і кількісний склад фенолів, наявність у воді органічних речовин, сірководню, кислих смол та інших хімічних речовин. Отже, в літній межений період вміст фенолів у річках може значно коливатися. У зимовий сезон, коли температура води та вміст у ній кисню стають достатньо низькими, концентрація фенолів може збільшитися і зберігатися такою тривалий час. У цьому відношенні зимова межень є найбільш несприятливим з точки зору формування екологічного стану періодом. Установлено, що на річках Псел та Ворскла визначальним фактором зміни вмісту у воді фенолів є температура води. Наприклад, найбільші значення концентрації фенолів у створі р. Ворскла –с. Чернеччина спостерігалися у весняне водопілля (1994 р. середній за водністю) і становили 0,012 мг/дм³ на піку гідрографа (02.04.1994 р. (середній за водністю), температура води дорівнювала 0,6°C) і 0,019 мг/дм³ (13.04.1994 р., температура води дорівнювала 1,2°C) на його спаді. На якість річкових вод великий вплив можуть чинити значні за розміром забори води для забезпечення промислових і комунально-побутових потреб міст, а також для задоволення попиту сільського господарства, особливо для зрошення. Інтенсивне споживання річкових вод може призвести до істотної зміни в них біохімічних процесів, вплинути на температурний режим, викликати перевантаження річки стічними водами. Тому при здійсненні водозаборів з річок у межений період необхідно залишати в них певну величину витрат води (четверту чи третю

частину загального річного стоку, тобто витрату води, яка відповідає величині сталого підземного живлення річки), що відповідає санітарним вимогам. У цьому плані доцільно виконувати аналіз якісного стану річки в межах маловодних років [46].

Прогноз змін водних ресурсів річок Псел та Ворскла в умовах змін клімату був виконаний за моделлю «клімат-стік», розробленою в Одеському державному екологічному університеті [47]. Розрахунки середніх багаторічних величин річного кліматичного стоку \bar{Y}_K за 30-ти річні періоди (1951-1989рр., 1990-2030рр., 2031-2060рр., 2061-2100рр.) з використанням даних сценарію А1В (М10) дозволили установити, що за рахунок збільшення теплоенергетичних ресурсів клімату \bar{E}_m до 2100 року можливе зменшення водних ресурсів досліджуваних річок на 19-22%. Оцінка кліматичних чинників та величини норм річного кліматичного стоку виконувались і за іншими сценаріями групи А1В та сценарієм А2. Співставлення величин \bar{E}_m, \bar{X} (опади), \bar{Y}_K , визначених за моделлю «клімат – стік» та за сценарними даними у період 1951 – 1989 рр., показали, що найкращі результати відносяться до моделей М5 та М10 з групи сценаріїв А1В. Згідно із моделлю М5, до 2100 року можливе зменшення водних ресурсів на 20 – 30% [48]. Усі розглянуті моделі сценарію А1В показують сталу тенденцію до зменшення водних ресурсів. Важливою рисою можливих змін клімату у майбутньому є зростання температури повітря як за рік і теплий період, так і холодний період року з переходом від від’ємних температур повітря до додатних (рис.1.18, рис.1.19).

Потепління у зимовий сезон та відповідний зсув дат утворення льодового покриву на більш пізні строки, а скресання - на більш ранні, зменшення товщини льодового покриву сприятимуть покращенню кисневого режиму і посилять здатність вод до самоочищення.

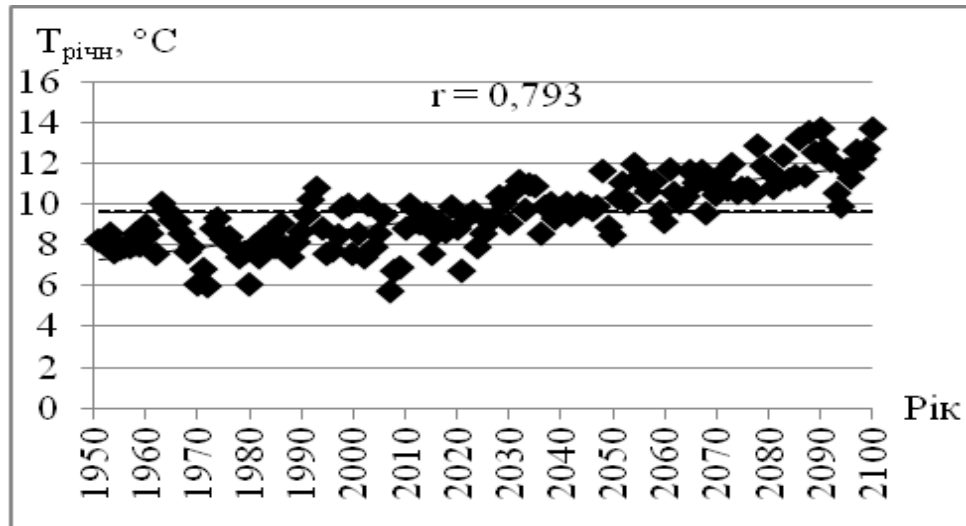


Рисунок 1.18 - Хронологічний хід середніх річних температур повітря за сценарієм А1В (М10), м. Полтава, 1951-2100рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

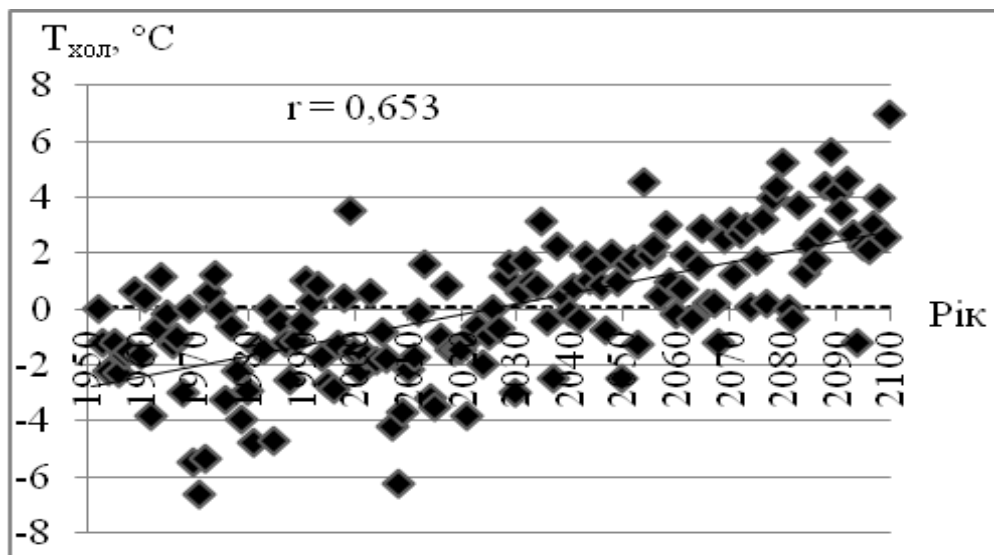


Рисунок 1.19 - Хронологічний хід температур повітря холодного періоду (ХІ-ІІІ міс.) за сценарієм А1В (М10), м. Полтава, 1951-2100рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

Проте зростання температур повітря у теплий період викличе відповідне збільшення температури води, що призведе до погіршення якості вод, яке посилиться на фоні зменшення стоку води у річках.

Прогноз змін водних ресурсів річок Псел та Ворскла в умовах змін клімату був виконаний за моделлю «клімат-стік», розробленою в Одеському державному екологічному університеті. Розрахунки середніх багаторічних величин річного кліматичного стоку \bar{Y}_K за 30-ти річні періоди (1951-1989рр., 1990-2030рр., 2031-2060рр., 2061-2100рр.) з використанням даних сценарію А1В (М10) дозволили установити, що за рахунок збільшення теплоенергетичних ресурсів клімату \bar{E}_m до 2100 року можливе зменшення водних ресурсів досліджуваних річок на 19-22%.

Оцінка кліматичних чинників та величини норм річного кліматичного стоку виконувались і за іншими сценаріями групи А1В та сценарієм А2. Співставлення величин \bar{E}_m, \bar{X} (опади), \bar{Y}_K , визначених за моделлю «клімат – стік» та за сценарними даними у період 1951 – 1989 рр., показали, що найкращі результати відносяться до моделей М5 та М10 з групи сценаріїв А1В. Згідно із моделлю М5, до 2100 року можливе зменшення водних ресурсів на 20–30%. Усі розглянуті моделі сценарію А1В показують сталу тенденцію до зменшення водних ресурсів. Важливою рисою можливих змін клімату у майбутньому є зростання температури повітря як за рік і теплий період, так і холодний період року з переходом від від’ємних температур повітря до додатних (рис.1.20, рис.1.21). Потепління у зимовий сезон та відповідний зсув дат утворення льодового покриву на більш пізні строки, а скресання - на більш ранні, зменшення товщини льодового покриву сприятимуть покращенню кисневого режиму і посилить здатність вод до самоочищення. Проте зростання температур повітря у теплий період викличе відповідне збільшення температури води, що призведе до погіршення якості вод, яке посилиться на фоні зменшення стоку води у річках.

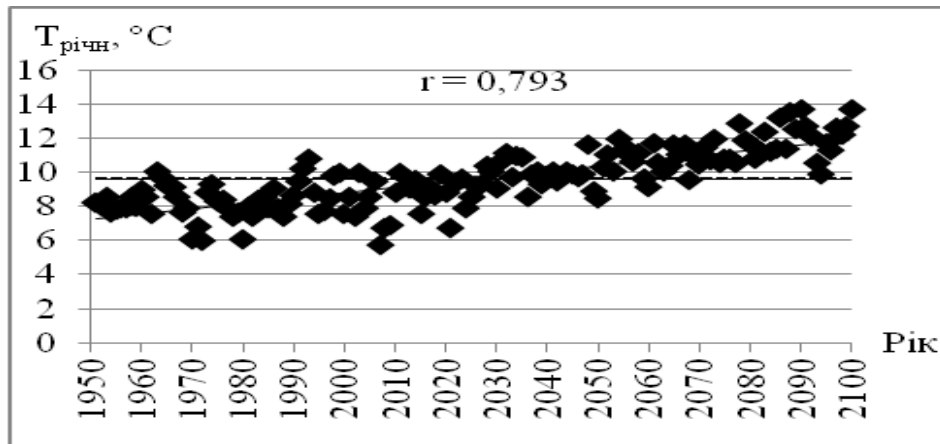


Рисунок 1.20 - Хронологічний хід середніх річних температур повітря за сценарієм А1В (М10), м. Полтава, 1951-2100рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

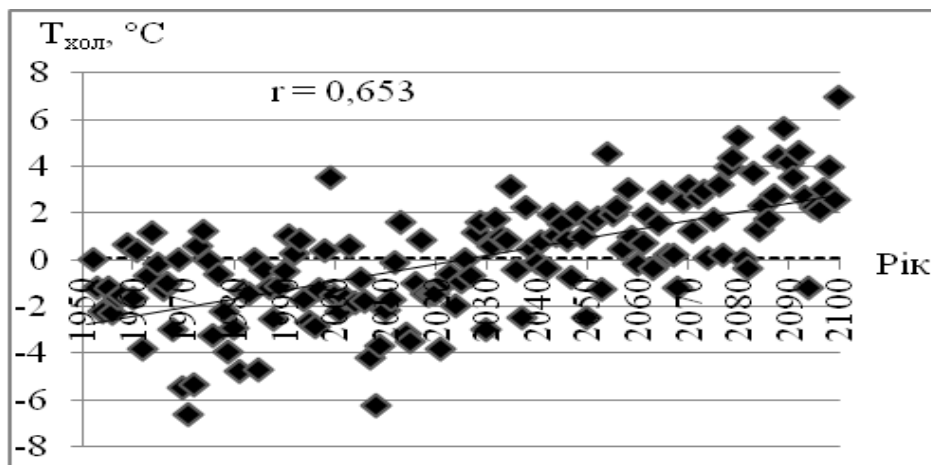


Рисунок 1.21 - Хронологічний хід температур повітря холодного періоду (ХІ-ІІІ міс.) за сценарієм А1В (М10), м. Полтава, 1951-2100рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

Дослідження наслідків впливу змін клімату на гідроекологічний стан водних об'єктів має бути продовженим на протязі наступних років та десятиріччя потребує розширення мережі моніторингу якості річкових вод і

більшої частоти спостережень особливо у сезони зимової межени та весняного водопілля.

1.4 Оцінка гідроекологічного стану річок

1.4.1 Екологічна оцінка якості вод річок Псел і Ворскла за індексами якості. Вихідні дані для екологічної оцінки якості вод басейнів річок за окремими показниками групуються в межах трьох блоків [49]. Ці дані піддаються певній обробці: обчислюються середньоарифметичні значення, визначаються мінімальні і максимальні значення, які всі разом характеризують мінливість кожного з показників якості води в реальних умовах виконання і наступного аналізу результатів спостережень. Етап визначення класів і категорій якості води для окремих показників полягає у виконанні наступних дій: середньоарифметичні (середні) значення для кожного показника окремо зіставляються з відповідними критеріями якості води; найгірші значення якості води (максимальні або мінімальні) серед цих показників кожного блоку також зіставляються з відповідними критеріями якості води; на підставі проведеного зіставлення середньоарифметичних та найгірших значень для кожного показника окремо визначаються категорії якості води за середнім і найгіршим значеннями для кожного показника окремо; зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями спеціалізованих класифікацій та визначення класів і категорій якості води за окремими показниками також (як і на першому етапі) виконується в межах відповідних блоків.

Етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води виконується лише на основі аналізу показників в межах відповідних блоків. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів

якості води, а саме: для індексу забруднення компонентами сольового складу (I_1), для трофо - сапробіологічного (еколого – санітарного) індексу (I_2), для індексу специфічних показників токсичної радіаційної дії (I_3). Таким чином, повинно бути визначено шість значень блокових індексів, а саме: $I_{1\text{сер}}$ та $I_{1\text{макс}}$; $I_{2\text{сер}}$ та $I_{2\text{макс}}$; $I_{3\text{сер}}$ та $I_{3\text{макс}}$. За значеннями блокових індексів якості води легко визначити їхню належність до певного класу і категорії якості води за допомогою системи екологічної класифікації. Середні значення для трьох блокових індексів якості води визначаються шляхом обчислення середнього номера категорії за всіма показниками даного блоку, при цьому категорія 1 має номер 1, категорія 2 – номер 2 і так далі. Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок полягає в розрахунку інтегрального або екологічного індексу (I_E). Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою [50]

$$I_E = (I_1 + I_2 + I_3) / 3, \quad (1.9)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, розраховується для середніх і для найгірших значень категорій окремо ($I_{E\text{сер}}$ і $I_{E\text{макс}}$). Екологічна оцінка якості води поверхневих вод суші і естуаріїв України за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями виконується на підставі середніх та найгірших значень кожного з гідрофізичних, гідрохімічних, гідробактеріологічних показників, а також індексів сапробності. Зрештою вони відповідають певному ступеню трофності та зоні сапробності води. Загальна кількість показників цього блоку для забезпечення обґрунтованих висновків не

повинна бути меншою, ніж 10. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші і естуаріїв України за специфічними показниками токсичної і радіаційної дії виконується за кожним показником окремо. Екологічна оцінка є неодмінною умовою екологічного нормування якості поверхневих вод, його попереднім етапом. Тому при виконанні екологічної оцінки необхідно передбачати зіставлення одержаних результатів із значеннями екологічних нормативів, встановленими для даного водного об'єкту. Це необхідно для аналізу відповідності (або невідповідності) якості вод значенням всіх тих показників, які встановлені в результаті екологічного нормування якості вод для конкретного водного об'єкту.

В роботі для визначення гідроекологічного стану вод річки Псел та Ворскла за період з 1990 по 2012 рр. були використані зведені матеріали по гідрохімічних показниках. На першому етапі були сформовані ряди даних з максимальних та середніх значень основних гідрохімічних показників, які використовуються в методиці для виконання екологічної оцінки. На другому етапі визначалися класи і категорії якості води за окремими показниками. Можна відзначити, що за середніми значеннями показників води річки Псел відносяться до підвищено мінералізованих, класу якості вод - прісні води-I, категорії якості – олігогалинні-2. За максимальними значеннями показників води річки Псел коливаються від підвищено мінералізованих до високо мінералізованих. За критеріями іонного складу за досліджуваний період води річки належать до гідрокарбонатного класу, групи кальцієвих та натрієвих, тип I. За величиною рН, як за середніми, так і за максимальними значеннями, води річки Псел належать до слабоко лужних. В табл. 1.19-1.24 наведені переважаючі класи та категорії якості вод за критеріями сольового складу, за еколого – санітарними критеріями та критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії. Зміст цих таблиць розкривається таким чином: I – відмінні (1-відмінні); II – добрі (2 – дуже добрі, 3 - добрі); III – задовільні (4 – задовільні, 5 – посередні); IV – погані (6 - погані); V – дуже погані (7 – дуже погані).

Таблиця 1.19 - Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за критеріями сольового складу р. Псел

| Показники | Клас | Категорія |
|------------------------------------|------|-----------|
| Сума іонів, мг/дм ³ | II | 2 |
| Хлоридні іони, мг/дм ³ | III | 4 |
| Сульфатні іони, мг/дм ³ | II | 3 |

Таблиця 1.20 - Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за критеріями сольового складу р. Ворскла

| Показники | Клас | Категорія |
|------------------------------------|------|-----------|
| Сума іонів, мг/дм ³ | III | 4 |
| Хлоридні іони, мг/дм ³ | III | 5 |
| Сульфатні іони, мг/дм ³ | III | 5 |

Таблиця 1.21 - Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за еколого-санітарними критеріями р. Псел

| Показники | Клас | Категорія |
|--|------|-----------|
| Завислі речовини, мг/дм ³ | II | 3 |
| Прозорість, м | IV | 6 |
| pH | II | 2 |
| Азот амонійний, мгN/дм ³ | II | 3 |
| Азот нітритний, мгN/дм ³ | III | 5 |
| Азот нітратний, мгN/дм ³ | I | 1 |
| Фосфор фосфатний, мгP/дм ³ | III | 5 |
| Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³ | I | 1 |

Продовження таблиці 1.21

| Показники | Клас | Категорія |
|--|------|-----------|
| Насиченість киснем, % | III | 5 |
| Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³ | II | 3 |
| Хімічне споживання кисню, мгО ₂ /дм ³ | III | 4 |
| БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³ | III | 4 |

Таблиця 1.22 - Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за еколого-санітарними критеріями р. Ворскла

| Показники | Клас | Категорія |
|--|------|-----------|
| Завислі речовини, мг/дм ³ | III | 4 |
| Прозорість, м | IV | 6 |
| pH | II | 3 |
| Азот амонійний, мгN/дм ³ | III | 5 |
| Азот нітритний, мгN/дм ³ | II | 3 |
| Азот нітратний, мгN/дм ³ | III | 4 |
| Фосфор фосфатний, мгP/дм ³ | V | 7 |
| Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³ | I | 1 |
| Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³ | IV | 6 |
| Хімічне споживання кисню, мгО ₂ /дм ³ | IV | 6 |
| БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³ | IV | 6 |

Таблиця 1.23 - Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії р. Псел (назва класів і категорій якості вод за їх станом)

| Показники | Клас | Категорія |
|--------------------------------------|------|-----------|
| Залізо загальне, мкг/дм ³ | III | 4 |
| Манган, мкг/дм ³ | III | 4 |
| Мідь, мкг/дм ³ | III | 4 |
| Цинк, мкг/дм ³ | III | 4 |
| Нафтопродукти, мкг/дм ³ | II | 2 |
| Феноли, мкг/дм ³ | III | 5 |
| СПАР, мкг/дм ³ | III | 5 |

Таблиця 1.24 - Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії р. Ворскла

| Показники | Клас | Категорія |
|--------------------------------------|------|-----------|
| Залізо загальне, мкг/дм ³ | III | 4 |
| Манган, мкг/дм ³ | III | 5 |
| Мідь, мкг/дм ³ | IV | 6 |
| Цинк, мкг/дм ³ | IV | 6 |
| Нафтопродукти, мкг/дм ³ | I | 1 |
| Феноли, мкг/дм ³ | II | 2 |
| СПАР, мкг/дм ³ | II | 2 |

Установлено, що забруднення для р. Псел компонентами сольового складу відбувається за рахунок вмісту у воді значної концентрації хлоридних та сульфатних іонів (табл.1.19). Основними забруднювачами при описуванні еколого – санітарного блоку (табл.1.20) є завислі речовини, азот амонійний, азот нітритний, фосфор фосфатний, а також значний вміст органічних речовин (ХПК, БПК₅). Серед забруднюючих специфічних речовин токсичної дії виділяються залізо, марганець, мідь, цинк, феноли та СПАР (табл.1.21).

Забруднення для р. Ворскла компонентами сольового складу відбувається також за рахунок вмісту у воді значної концентрації хлоридних та сульфатних іонів (табл.1.20). Основними показниками забруднення при описуванні еколого – санітарного блоку (табл.1.21,1.22) є прозорість, фосфор фосфатний, перманганат на окиснюваність, а також значний вміст органічних речовин (ХПК, БПК₅). Серед забруднюючих специфічних речовин токсичної дії виділяються залізо, манган, цинк та нафтопродукти (табл.1.23, 1.24).

На третьому етапі виконання екологічної оцінки проводилося узагальнення оцінок якості води за окремими показниками по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води, результати якого наведені на рисунках (рис. 1.22 – 1.27). Коливання індексів ($I_{1сер}$) та ($I_{2сер}$) показують, що екологічний стан річок може змінюватися від «доброго» до «задовільного» (рис. 1.22,1.23). У змінах середніх значень показників блокового індексу специфічних речовин токсичної дії ($I_{3сер}$) відмічається тренд, який описує перехід від «посереднього» стану до «доброго» (рис 1.24). При аналізі максимальних значень блокових показників установлене поліпшення екологічного стану у порівнянні із 90-тими роками за всіма блоками (рис. 1.25 – 1.27).

На четвертому етапі виконувалося визначення об'єднаної оцінки якості води (табл. 1.25-1.28).

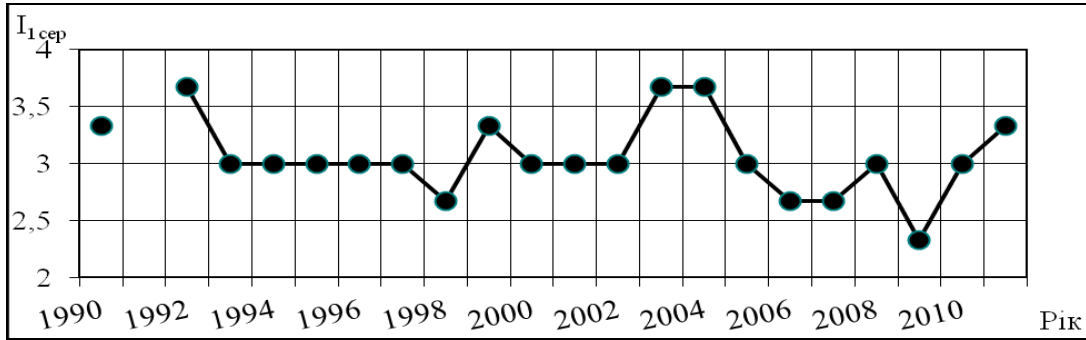


Рисунок 1.22 – Графік зміни середніх значень показників блокового індексу забруднення компонентами сольового складу з 1990 по 2011 рр.

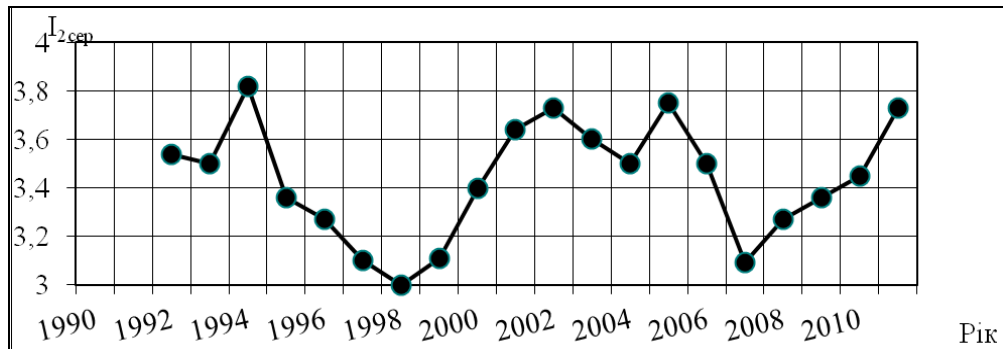


Рисунок 1.23 – Графік зміни середніх значень показників блокового еколого-санітарного індексу з 1990 по 2011 рр.

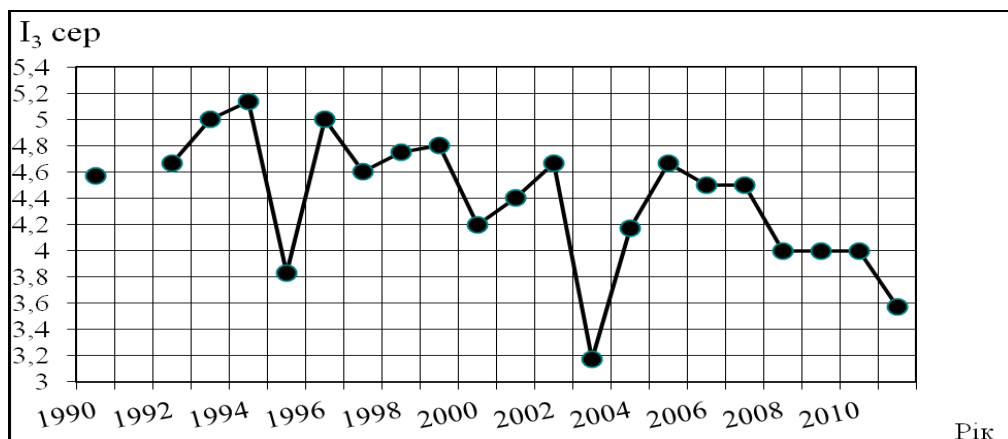


Рисунок 1.24 – Графік зміни середніх значень показників блокового індексу специфічних речовин токсичної дії з 1990 по 2011 рр.

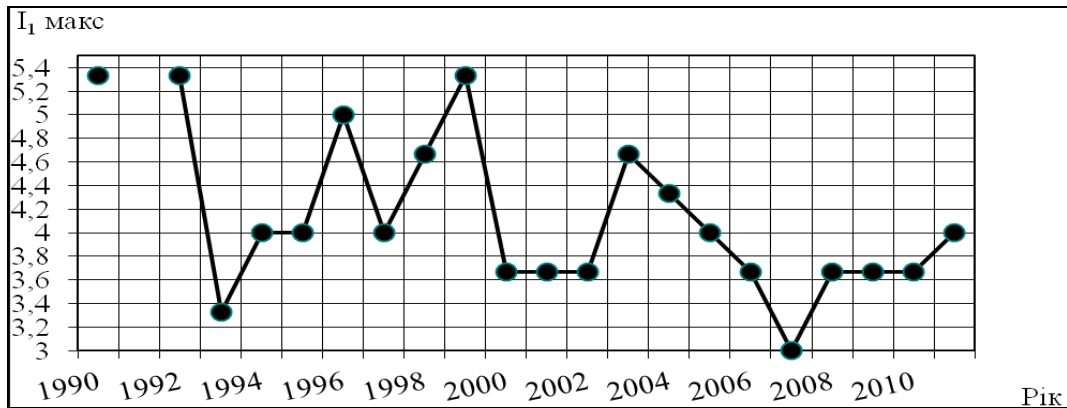


Рисунок 1.25 – Графік зміни максимальних значень показників блокового індексу забруднення компонентами сольового складу з 1990 по 2011 рр.

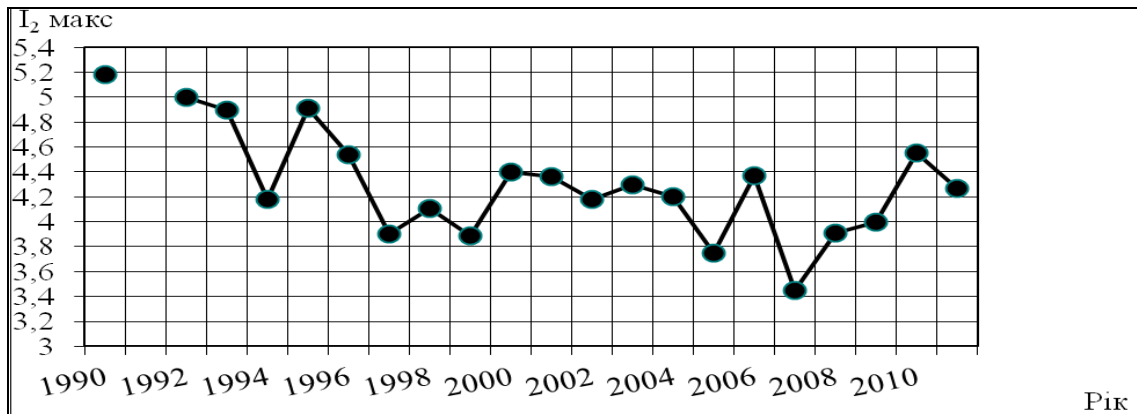


Рисунок 1.26 – Графік зміни максимальних значень показників блокового еколого-санітарного індексу з 1990 по 2011 рр.

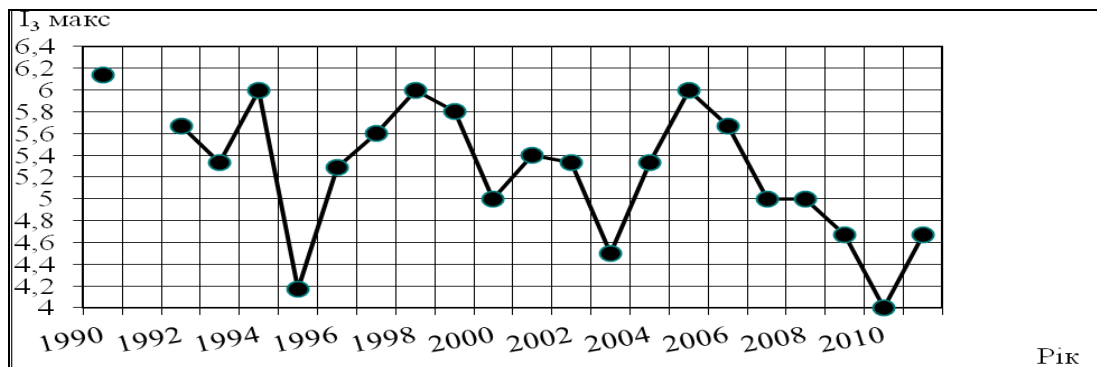


Рисунок 1.27 – Графік зміни максимальних значень показників блокового індексу специфічних речовин токсичної дії з 1990 по 2011 рр.

Таблиця 1.25 - Об'єднана оцінка якості природних вод досліджуваних об'єктів за середніми значеннями показників

| Водний об'єкт | Клас якості вод | Категорія якості вод | Назва класів якості вод за їх станом | Назва категорій якості вод за їх станом | Назва класів якості вод за ступенем їх чистоти | Назва категорій якості вод за ступенем їх чистоти |
|---------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|--|---|
| р. Псел | III | 4 | Задовільні | Задовільні | Забруднені | Слабко забруднені |

Таблиця 1.26 - Об'єднана оцінка якості природних вод досліджуваних об'єктів за максимальними значеннями показників

| Водний об'єкт | Клас якості вод | Категорія якості вод | Назва класів якості вод за їх станом | Назва категорій якості вод за їх станом | Назва класів якості вод за ступенем їх чистоти | Назва категорій якості вод за ступенем їх чистоти |
|---------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|--|---|
| р. Псел | III | 5 | Задовільні | Посередні | Забруднені | Помірно забруднені |

Таблиця 1.27 - Об'єднана оцінка якості природних вод досліджуваних об'єктів за середніми значеннями показників

| Водний об'єкт | Клас якості вод | Категорія якості вод | Назва класів якості вод за їх станом | Назва категорій якості вод за їх станом | Назва класів якості вод за ступенем їх чистоти | Назва категорій якості вод за ступенем їх чистоти |
|---------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|--|---|
| р. Ворскла | III | 4 | Задовільні | Задовільні | Забруднені | Слабко забруднені |

Таблиця 1.28 - Об'єднана оцінка якості природних вод досліджуваних об'єктів за максимальними значеннями показників

| Водний об'єкт | Клас якості вод | Категорія якості вод | Назва класів якості вод за їх станом | Назва категорій якості вод за їх станом | Назва класів якості вод за ступенем їх чистоти | Назва категорій якості вод за ступенем їх чистоти |
|---------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|--|---|
| р. Ворскла | III | 5 | Задовільні | Посередні | Забруднені | Помірно забруднені |

В результаті можна зробити такі основні висновки: щодо якісного стану вод річок Псел та Ворскла за середнім значенням екологічного індексу - клас якості вод – III; категорія якості води - 4; назва класів якості вод за їх станом – «задовільні»; назва категорій якості вод за їх станом – «задовільні»; назва класів якості вод за ступенем їх чистоти – «забруднені»; назва категорій якості вод за ступенем їх забрудненості – «слабко забруднені».

За максимальним значенням екологічного індексу для річок Псел та Ворскла: клас якості вод – III; категорія якості води - 5; назва класів якості вод за їх станом – «задовільні»; назва категорій якості вод за їх станом – «посередні»; назва класів якості вод за ступенем їх чистоти – «забруднені»; назва категорій якості вод за ступенем їх забрудненості – помірно забруднені.

Таким чином можна зазначити, що у порівнянні з О.О. Вінарчук [32], отриманими для всього періоду спостережень (1946 – 2009 рр.), якість води у період 1990 – 2011 рр. погіршилася.

1.4.2 Екологічна оцінка якості вод річок Псел і Ворскла за методикою ІЗВ. Гідрохімічний індекс забруднення ІЗВ, введений в дію Держкомгідрометом СРСР [44], відноситься до категорії показників, що найчастіше використовуються для оцінки якості водних об'єктів. Він визначається як середнє арифметичне значення перевищення концентрації певних речовин (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК):

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1.10)$$

де C_i – середня концентрація одного з шести показників якості води;

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація показників якості води (господарське – питне водопостачання), у відповідності із галуззю водопостачання.

За даними спостережень, ІЗВ розраховувався для періоду спостережень з 1990-2011 рр., а також для характерних по водності років (1992р.-маловодний, 1994р.-середній за водністю та 1996р.-багатоводний). Розподіл показників якості води, визначених за величиною ІЗВ, по довжині річки, дозволив зробити висновки, що у середньому (рис. 1.28, 1.29) води річки Псел «забруднені» та «помірно забруднені».

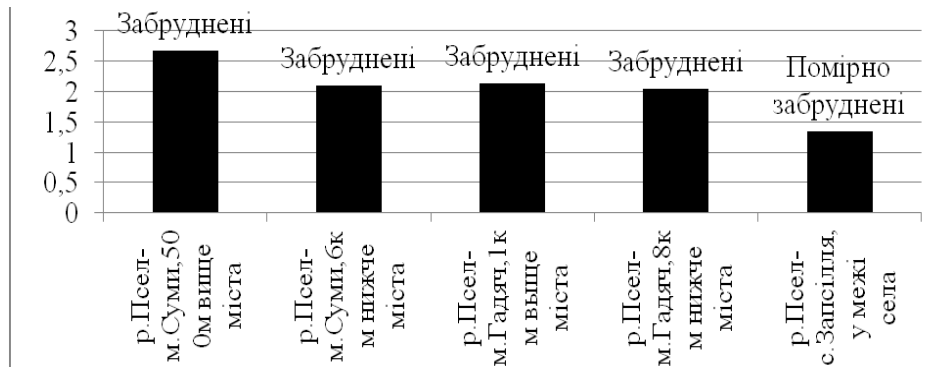


Рисунок 1.28 – Зміна осереднених за період спостережень значень ІЗВ по довжині річки Псел

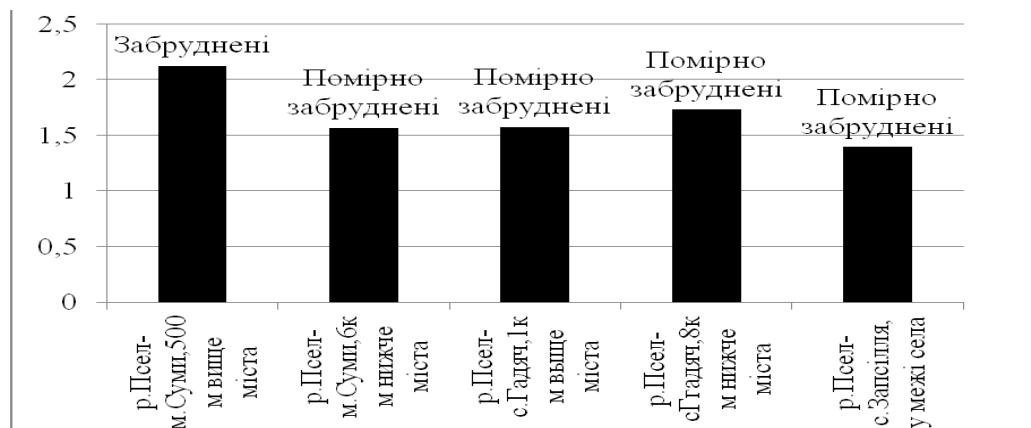


Рисунок 1.29 – Зміна показника ІЗВ по довжині річки Псел (1994р. ,середній за водністю рік)

До створу р. Псел – м. Суми (вище міста) вода вже надходить забрудненою, тобто її первинне забруднення відбувається вище за течією, можливо, ще на території Росії. Нижче за течією індекс ІЗВ зменшується і вода стає «помірно забрудненою» (рис. 1.28).

Значно сприяє забрудненню річки м. Гадяч, де знаходяться об'єкти харчової промисловості та комунально-господарські об'єкти (ОС ДП «Гадячсир», АТ «Надія» та очисні споруди Гадяцького ВУЖКГ). У маловодний рік вплив забруднюючих речовин у створі міста Гадяч посилюється (рис. 1.30). За якістю у маловодний рік води р. Псел характеризуються як «забруднені» й «дуже брудні». Найбільше перевищення ГДК мають феноли, для яких кратність перевищення ГДК для потреб питного водопостачання дорівнює 30 [29, 51].

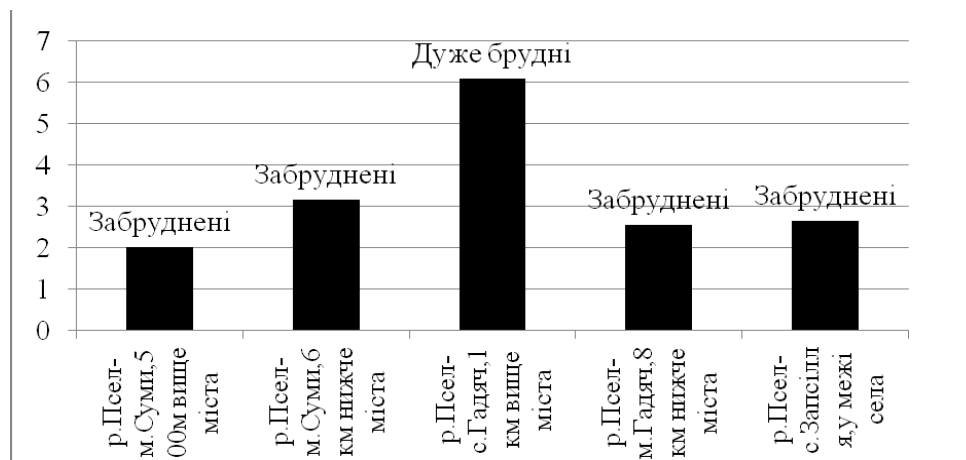


Рисунок 1.30 – Динаміка ІЗВ по довжині річки Псел (1992р., маловодний)

Найменший вплив стічних вод спостерігається у багатоводний рік (рис. 1.31), коли очисна здатність річки збільшується. Саме у багатоводний рік вода р. Псел переходить до категорії «чиста» у створі р. Псел - с. Запсілля, у той час, як у середній за водністю рік якість води покращується лише до категорії «помірно забруднена» [52, 53].

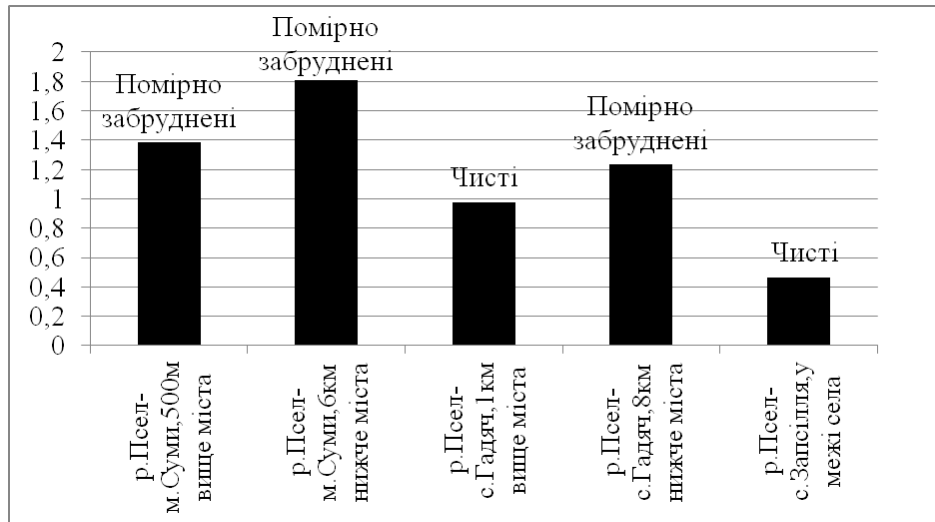


Рисунок 1.31 – Зміна показника ІЗВ по довжині річки Псел (1996р. ,багатоводний рік)

Якість вод річки Ворскла за індексом ІЗВ також характеризується як «забруднені» та «помірно забруднені». У маловодний рік якість води найгірша, води відносяться до категорії «забруднених» по всій довжині річки, а у створі р. Ворскла – м. Полтава (у межах міста) води відносяться до категорії «брудних». У багатоводний рік показники якості води, установлені за індексом ІЗВ, покращуються: води стають переважно «чистими» та «помірно забрудненими». Лише у створі м. Кобеляки (в межах міста) води досягають рівня «забруднені», що пов'язано з надходженням скидних вод підприємств сільського господарства [54, 55, 56].

1.4.3 Екологічна оцінка якості вод річок Псел і Ворскла за критеріями шкідливості. Аналіз якості води також був здійснений за методикою, розробленою в НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана [50]. Для визначення ступеня забруднення за цією методикою використовуються три критерії шкідливості, по кожному з яких формується певна група речовин і специфічних показників якості води:

1) критерій санітарного режиму (W_c), де враховується розчинений кисень, БСК₅, ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за їхнім впливом на санітарний режим;

2) критерій органолептичних властивостей (W_ϕ), де враховується запах, завислі речовини, ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за органолептичною ознакою шкідливості;

3) критерій, що враховує небезпеку санітарно-токсикологічного забруднення (W_{ct}), де враховується ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за санітарно-токсикологічною ознакою.

Одні й ті ж показники можуть урахуватися одночасно в декількох критеріях. Комплексна оцінка обчислюється окремо для кожної ознаки, яка лімітує шкідливість за такою формулою:

$$W = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - 1)}{n}, \quad (1.11)$$

$$\delta_i = \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1.12)$$

де W - комплексна оцінка рівня забруднення;

n - кількість показників, що використовуються в розрахунку;

$ГДК_i$ - нормативне значення одиночного показника, мг/дм³;

C_i - концентрація хімічних речовин, мг/дм³.

Якщо $\delta_i < 1$, тобто концентрація менша за нормативну, то приймається, що $\delta_i = 1$. До формули додається також класифікаційна таблиця діапазонів значень комплексних оцінок W (табл. 1.29).

Таблиця 1.29 – Ступінь забруднення водойм в залежності від значень комплексних показників W

| Рівень забруднення | Критерій забруднення по величинах комплексних оцінок | | |
|---------------------|--|----------------------|--|
| | Органолептичний (W_{ϕ}) | Санітарний (W_c) | Санітарно-токсикологічний ($W_{ст}$) |
| Допустимий | 1 | 1 | 1 |
| Помірний | 1,0-1,5 | 1,0-3,0 | 1,0-3,0 |
| Високий | 1,5-2,0 | 3,0-6,0 | 3,0-10,0 |
| Надзвичайно високий | > 2,0 | > 6,0 | > 10,0 |

За критерієм органолептичних властивостей W_{op} , рівень забруднення річок Псел та Ворскла знаходиться у межах «помірного» (рис. 1.32,1.33). Забруднення обумовлено, головним чином, нестачею кисню у воді, яке супроводжується зростанням біологічного споживання кисню (БСК₅). У багатоводні роки ситуація поліпшується і рівень забруднення переходить у категорію «допустимого» (рис. 1.34-1.35).

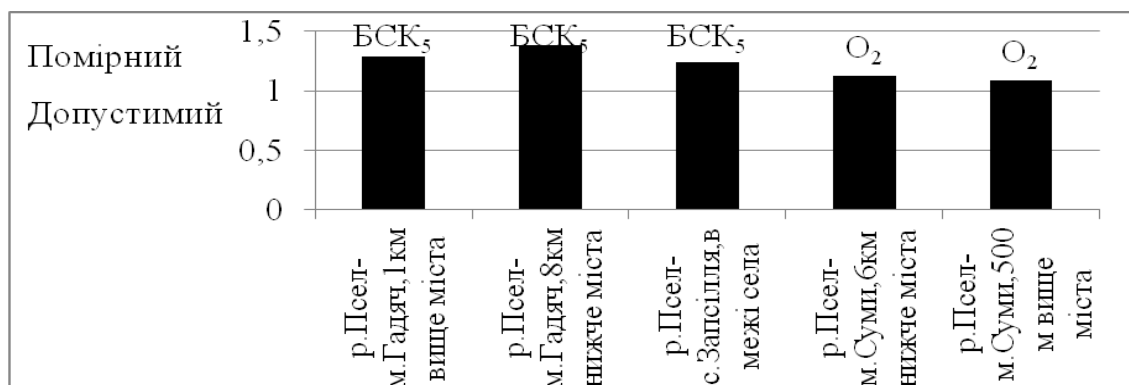


Рисунок 1.32 – Зміна критерію органолептичних властивостей по довжині р. Псел за багаторічний період (1992-2007рр)

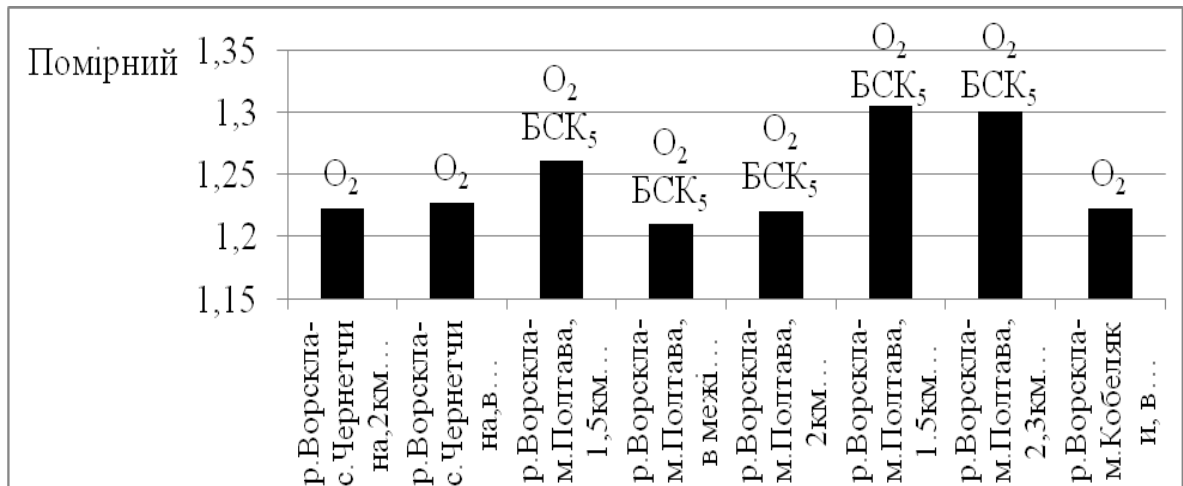


Рисунок 1.33 – Динаміка критерію органолептичних властивостей по довжині р. Ворскла за багаторічний період (1992-2007рр)

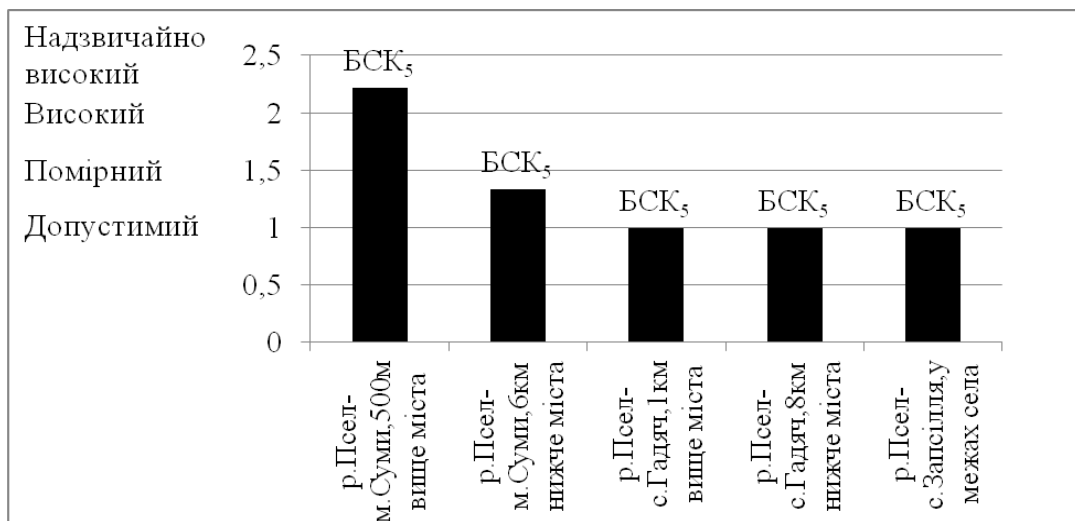


Рисунок 1.34 – Зміна показників критерію органолептичних властивостей по довжині р. Псел за багатоводний рік (1996р.); над діаграмою вказуються речовини з найбільшим перевищенням ГДК

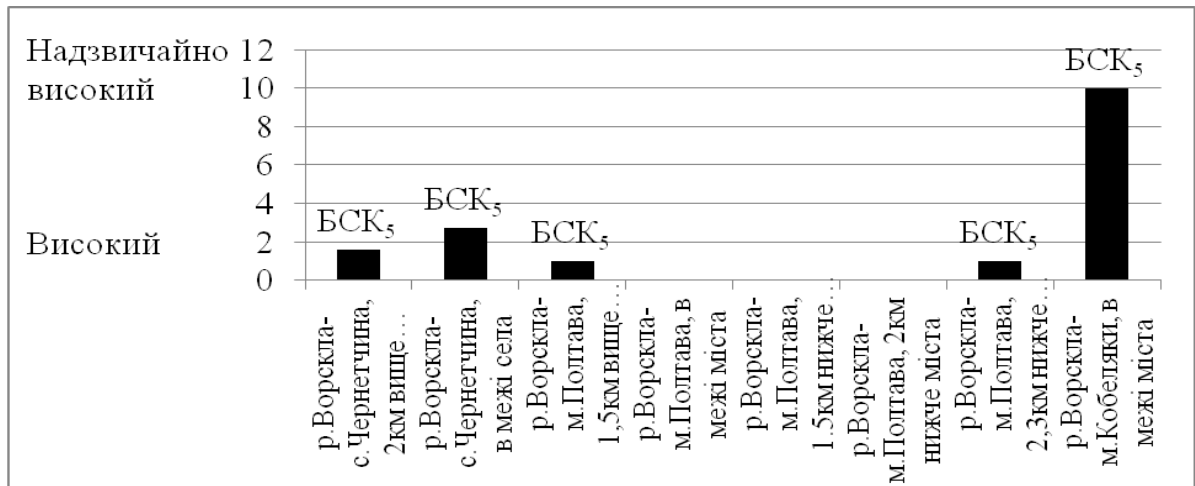


Рисунок 1.35 – Динаміка органолептичного критерію по довжині р. Ворскла за багатоводний рік (1996р.); над діаграмою указуються речовини, концентрація яких значно перевищує ГДК

За санітарним критерієм води річок «помірно забруднені» (рис. 1.36, 1.37). Перевищення ГДК господарсько-питного водопостачання по фенолах та СПАР прослідковується на протязі усієї течії річок (у межах України). У маловодні роки можливий «високий» та «надзвичайно високий» рівні забруднення (рис. 1.38) [57, 58].

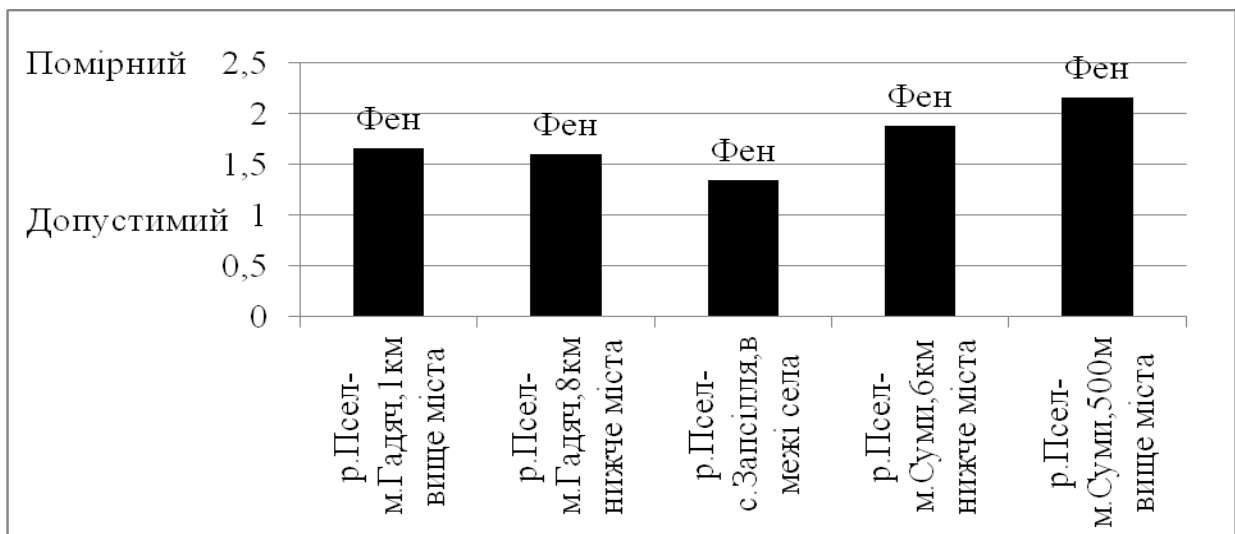


Рисунок 1.36 - Динаміка критерію санітарного режиму по довжині р. Псел за багаторічний період

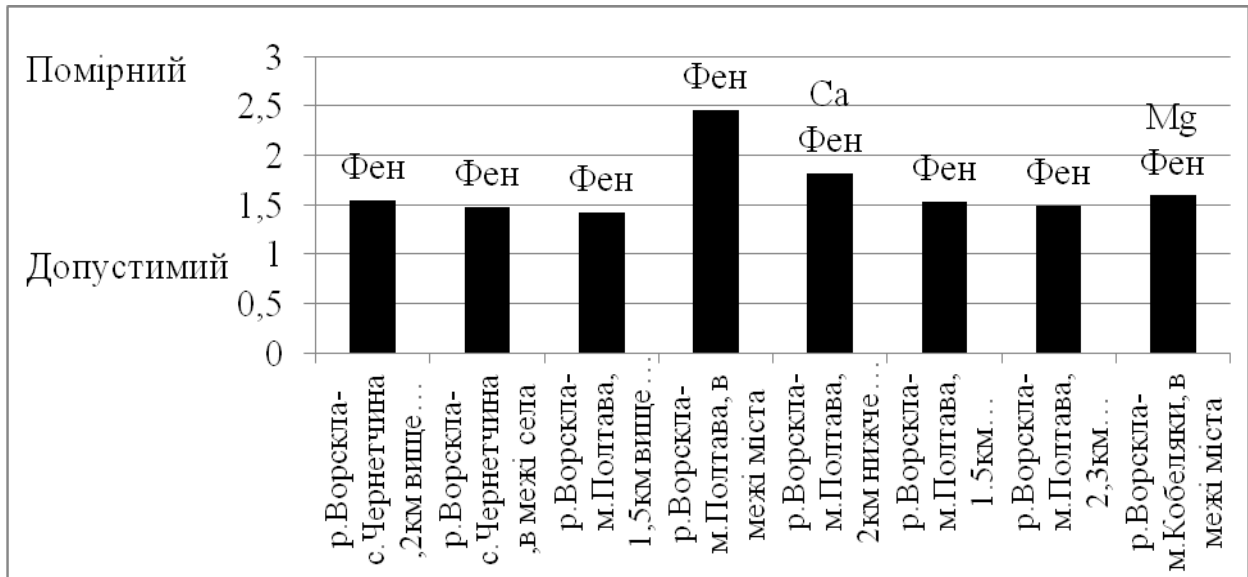


Рисунок 1.37 - Динаміка критерію санітарного режиму по довжині р. Ворскла за багаторічний період

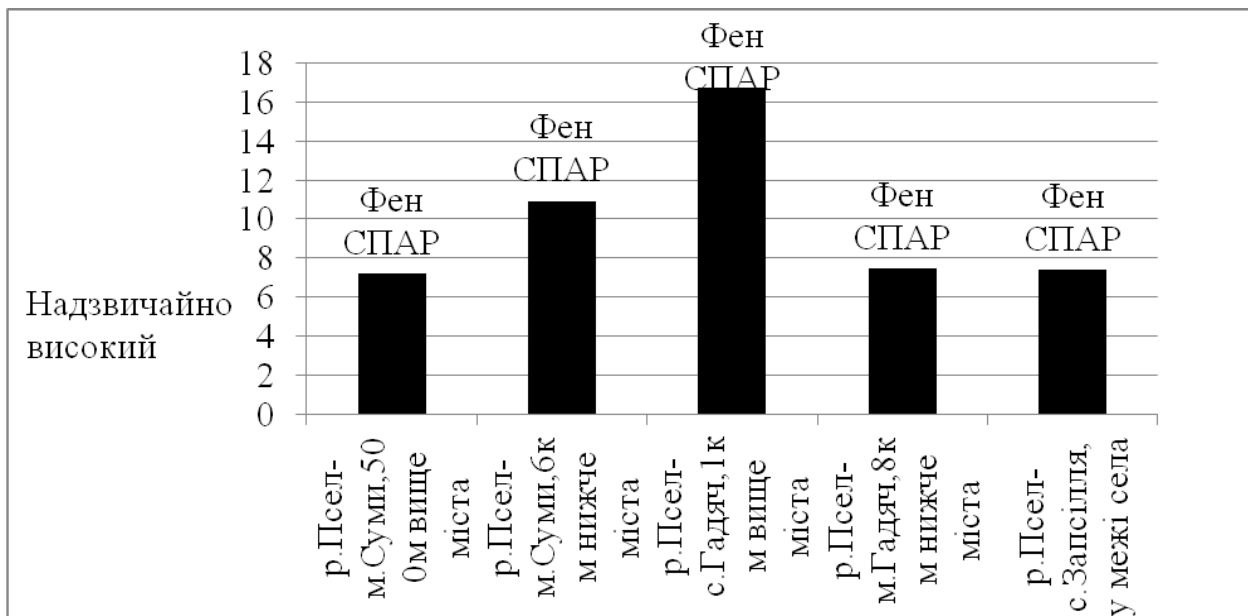


Рисунок 1.38 - Динаміка критерію санітарного режиму по довжині р.Псел у маловодний рік (1992р.)

Аналіз змін якості води по довжині річок, установлений за критерієм санітарного – токсикологічного забруднення, показує, що цей вид забруднення пов'язаний із значним перевищенням вмісту заліза у воді. За багаторічний період (рис. 1.39) забруднення знаходиться у межах «допустимого» або «помірного». На річці Псел роль вміст заліза є найбільшим для верхньої течії річки (рис 1.40), що може бути поясненим роботою промислових комплексів гірничо-видобувної та металургійної галузей, які функціонують на території РФ (Курська магнітна аномалія). «Високий» рівень забруднення може спостерігатися на р. Ворскла у маловодні роки (рис.1.41) [58].

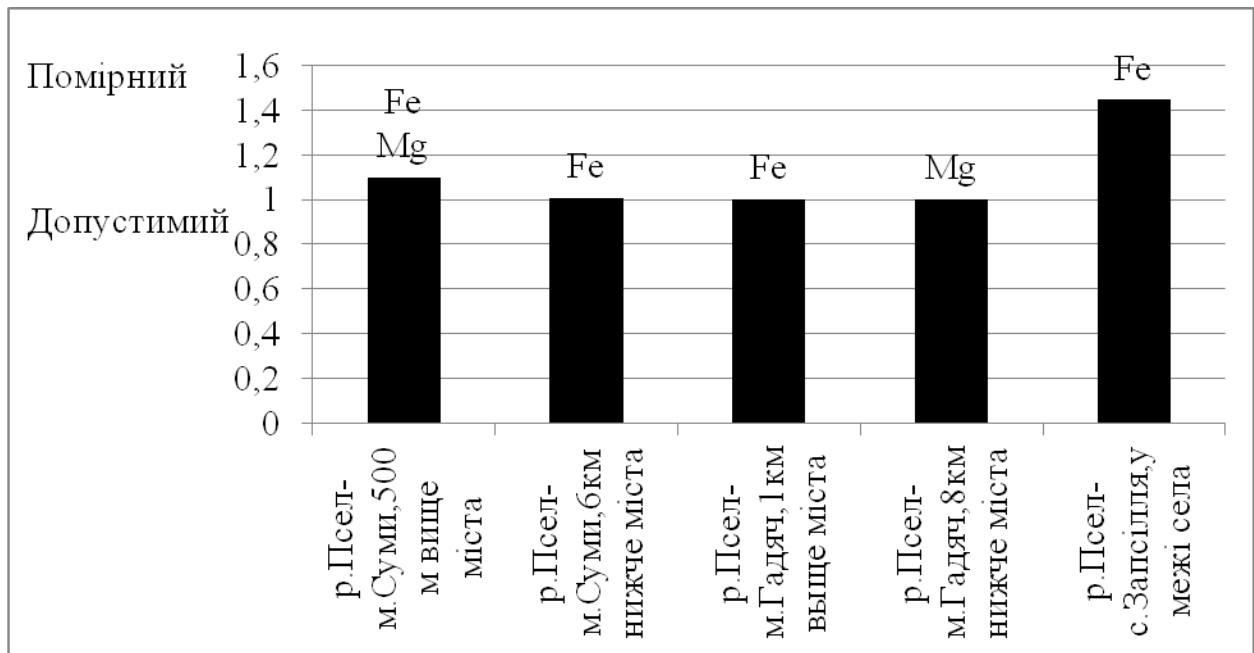


Рисунок 1.39 - Динаміка критерію санітарно-токсикологічного забруднення по довжині р. Псел за багаторічний період

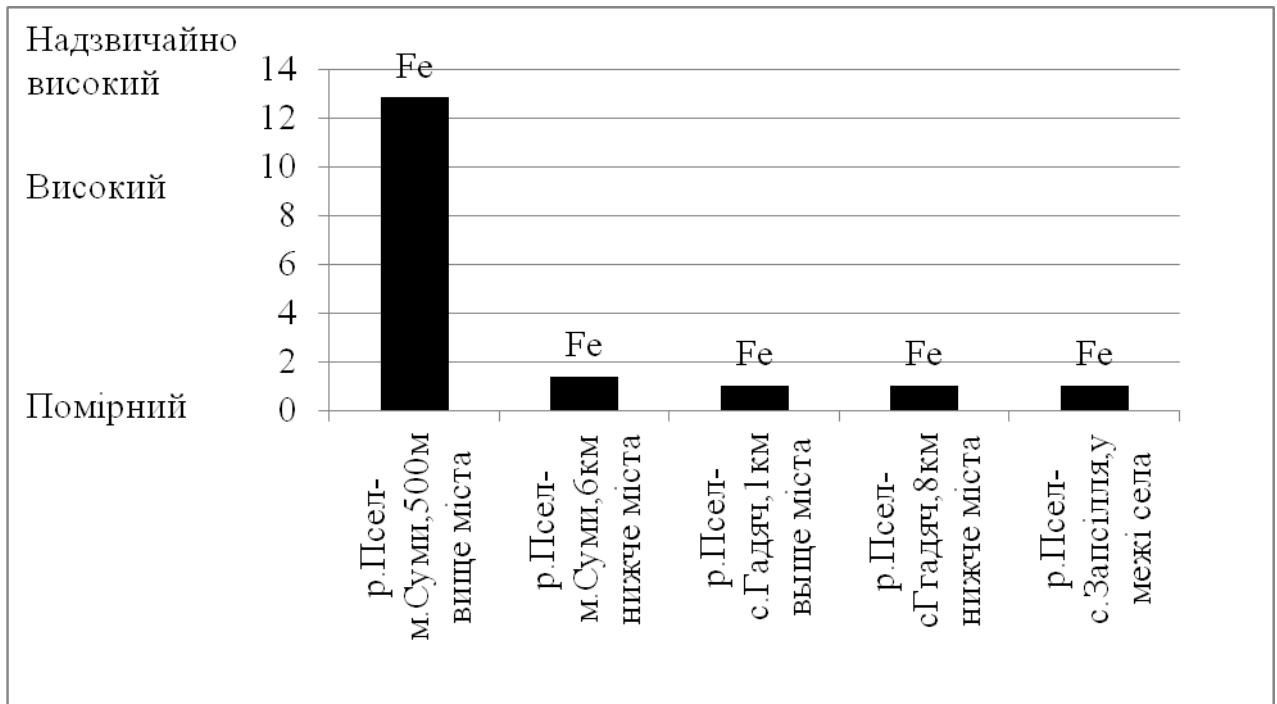


Рисунок 1.40 - Динаміка критерію санітарно-токсикологічного забруднення по довжині р. Псел за середній за водністю рік (1994р.)

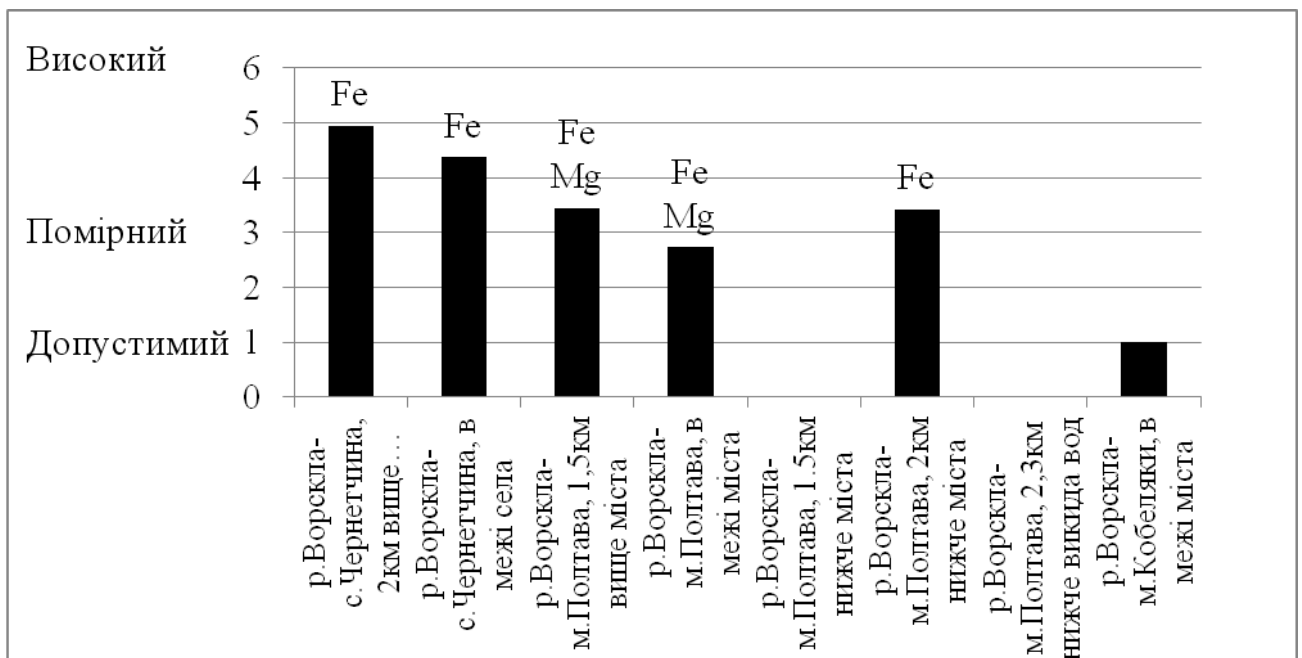


Рисунок 1.41 - Динаміка критерію санітарно-токсикологічного забруднення по довжині р. Ворскла за маловодний рік (1992р.)

1.5 Висновки та рекомендації

Водозбори річок Псел та Ворскла належать до транскордонних. Верхня частина р. Псел знаходиться у межах Курської області Російської Федерації, р. Ворскла – Білгородської. На водозборах знаходяться поклади корисних копалин, які обумовили розвиток гірничовидобувної, нафтовидобувної промисловості, будівництво переробних заводів та підприємств чорної металургії. Наявність заборів води з поверхневих водотоків, її наступне використання та скиди неочищених вод впливають на екологічний стан річок. За кількісними характеристиками антропогенного навантаження з використанням бальних оцінок встановлено, що антропогенне навантаження на водні ресурси р. Псел обумовлює її екологічний стан як «добрий» по всій довжині річки. Екологічний стан водних ресурсів р. Ворскла покращується при переході від російської до української частин водозбору від «задовільного» до «доброго».

На території досліджуваних водозборів побудована значна кількість штучних водойм, при цьому на р. Псел кількість водосховищ та площа їх водного дзеркала і об'єму переважає відповідні характеристики для р. Ворскла. Водозбори річок знаходяться у промислово - розвинутих районах, де знаходяться центри видобутку та оброблення нафти і нафтопродуктів, Криворізько-Кременчуцький залізорудний басейн. На Російській частині водозборів знаходяться підприємства Курської залізорудної аномалії і відбувається транскордонний переніс забруднюючих речовин від Російської Федерації до України. На основі даних про використання водних ресурсів визначений ступінь антропогенного впливу на водні об'єкти за показниками антропогенного навантаження для російської і української частин водозборів річок Псел та Ворскла. Установлений істотний вплив використання стоку на екологічний стан р. Ворскла в межах російської частини водозбору. Він

поліпшується при переході в українську частину водозбору. Екологічний стан р. Псел по довжині річки практично не змінюється, залишаючись «добрим».

Оцінено екологічний стан досліджуваних річок за гідрохімічними показниками з використанням таких методів оцінки якості вод як розрахунки індексу забруднення вод ІЗВ та розрахунки критеріїв шкідливості, визначених за «Методикою НДІ гігієни ім. Ф.Ф.Ерісмана», а також за «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями». За інтегральною оцінкою якості вод річок Псел та Ворскла з використанням середнього значення екологічного індексу встановлено, що ці води відносяться до класу якості вод – III; категорія якості води - 4; назва класів якості вод за їх станом – «задовільні»; назва класів якості вод за ступенем їх чистоти – «забруднені»; назва категорій якості вод за ступенем їх забрудненості – «слабко забруднені».

За максимальним значенням екологічного індексу для річок Псел та Ворскла встановлено, що клас якості вод – III; категорія якості води - 5; назва класів якості вод за їх станом – «задовільні»; назва категорій якості вод за їх станом – «посередні»; назва класів якості вод за ступенем їх чистоти – «забруднені»; назва категорій якості вод за ступенем їх забрудненості – «помірно забруднені».

Згідно із кількісними показниками якості води ІЗВ та критеріями шкідливості, визначеними за «Методикою НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана» переважає «помірний» рівень забруднення на обох розглядуваних річках. Органолептичне забруднення пов'язане із кисневим режимом річок: втратами кисню на окиснення органічних речовин (БСК, ХСК); санітарне забруднення - із значним вмістом у воді фенолів, СПАР; санітарно – токсикологічне забруднення – із вмістом заліза та мангану. Для річки Псел характерне зменшення забруднення по довжині річки (за санітарно – токсикологічним критерієм та ІЗВ). На річці Ворскла основним джерелом забруднення є місто Полтава.

Оцінено зміни кліматичних чинників та водних ресурсів досліджуваної території за минулі два десятиріччя. За даними спостережень виявлені статистично значущі тенденції до зростання середніх температур повітря за рік, теплий та холодний періоди. Установлено, що температури холодного періоду зростають інтенсивніше ніж температури теплого періоду. Зростання опадів за рік не перевищує 20% і відбувається, головним чином, у теплий період. Порівняльний аналіз характеристик стоку до та після 1989 року (як переламного у термічному режимі України), показав, що річний стік річок Псел та Ворскла зменшився. Середній багаторічний максимальний стік зменшився на 50%, а підземна складова річного стоку зросла на 20-30%. За рахунок збільшення втрат поверхневого стоку на інфільтрацію у період весняного водопілля та при зимових відлигах збільшився стік зимової та літньо-осінньої межени.

Установлено, що вплив змін клімату на абіотичні чинники екосистем проявляється насамперед у змінах водності та температурного режиму річок.

Дослідження особливостей внутрішньорічного розподілу якості вод річок Псел та Ворскла показало, що найбільший ступінь забруднення відбувається переважно навесні. На базі даних гідрохімічних спостережень (1990 – 2012 рр.) виявлені залежності гідрохімічних показників від водності (витрат), температури води, кисневого насичення та сезону року. Виявлено, що води досліджуваних річок забруднені кремнієм, залізом, нафтопродуктами, фенолами та СПАР. Найменші значення концентрацій таких забруднюючих речовин, як нафтопродукти, феноли, СПАР відмічаються у період зимової межени, коли спостерігається низька температура води і є нестача кисню. Найбільша концентрація речовин (нітратів, нітритів, фосфатів, заліза і кремнію) формується у зимовий сезон при низьких температурах і відсутності фітопланктону. Визначено, що зміни водності річок та її внутрішньорічного розподілу можуть суттєво впливати на формування режиму якості вод річок Псел та Ворскла та їх здатність до самоочищення.

Дослідження наслідків впливу змін клімату на гідроекологічний стан водних об'єктів має бути продовження на протязі наступних років та десятиріч і потребує розширення мережі моніторингу якості річкових вод і більшої частоти спостережень особливо у сезони зимової межени та весняного водопілля.

Результати досліджень, які розглядають досліджувані річки як транскордонні, є важливим сумісне удосконалення та моніторинг поверхневих вод обох країн.

2 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВОДОЗБОРУ Р.БАРАБОЙ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

2.1 Гідрологічні характеристики річки Барабой

Річка Барабой належить до басейну Чорного моря, який розташований в межах південної степової зони. Витік річки (відмітка 140 м абс) знаходиться в 5 км на північний схід від села Покровка Роздільнянського району Одеської області. Річка впадає в Чорне море на південний захід від с. Грибовка [59]. Довжина річки становить 93 км, площа водозбору складає 652 км², лісистість дорівнює 2,36% від загальної площі водозбору, розораність досягає 73,3%. Середня висота водозбору дорівнює 80 м. Еродованість басейну становить 39,6%, урбанізованість - 5,31%. Загальна площа водної поверхні штучних водойм дорівнює 8,2 км², з них 3,3 км² припадає на ставки [60]. З водосховищ Санжейське (площа водної поверхні становить 67,25 га, повний об'єм 793,1 тис м³) та Барабойське (площа водної поверхні становить 383 га, повний об'єм 24,0 млн.м³) наповнюються водою р.Дністер [61]. Вода цих водосховищ використовується для зрошування сільськогосподарських земель, загальною площею 17 тис. га. З них лише частина припадає на водозбір р. Барабой. Річка Барабой є частиною Нижньодністровської зрошувальної системи. Водами Санжейського водосховища у межах водозбору зрошується 924 га та 7977 га зрошується водами Барабойського водосховища.

Річка є малою. Формування стоку під час сніготанення і випадіння зливових опадів. Весняне водопілля проходить в лютому-березні, підйом більш інтенсивний у порівнянні із спадом. Починаючи з квітня річка пересихає. Дощові опади можуть формувати нетривалі паводки. Восени проходить помітне зростання водності. В суворі зими р.Барабой на ділянках із існуванням стоку може перемерзати до дна, крім водосховищ.

У заплаві р. Барабой розташовані численні джерела забруднення поверхневих і підземних вод: промислових 16, сільськогосподарських 58, комунальних 8270, нафтових – 41.

Заплава р. Барабой частково обвалована для захисту населених пунктів від підтоплення, також систематично проводиться механічна розчистка та поглиблення русла для покращення умов протікання води в ньому. Заплава річки осушена, частково обвалована, зайнята зрошуваними сільгоспугіддями. Правий берег річки відведений під городи, сади і будівлі. По берегам випасають худобу. Лише на окремих місцях чітко виділена водоохоронна зона. В гирловій ділянці русло являє собою залізобетонний канал, випуск в море обладнаний шлюзом. Гідрологічні спостереження за стоком річки не проводяться.

Характеристики річного стоку у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах визначалися за моделлю “клімат-стік” [62], розробленою під керівництвом Є.Д. Гопченка та Н.С. Лободи у Одеському Державному екологічному університеті. Імітаційна стохастична модель “клімат-стік” розглядає процес формування водних ресурсів річок у ланцюгу «клімат → підстильна поверхня → водогосподарська діяльність → побутовий стік». Модель «клімат-стік» використовує на вході метеорологічні (фактичні або сценарні) дані для розрахунків та прогнозів характеристик стоку річок у природних (непорушених водогосподарською діяльністю) умовах. До імітаційного стохастичного моделювання побутового (трансформованого водогосподарською діяльністю) стоку залучаються розраховані статистичні параметри природного річного стоку та відомості про масштаби водогосподарських перетворень на водозборі. Теоретичною основою розрахунків природного стоку річок є водно-тепловий баланс водозборів, а побутового - рівняння водогосподарського балансу, представлене в ймовірнісній формі [63]. Модель калібрована та верифікована на ретроспективних даних минулого сторіччя (до початку значущих змін клімату,

тобто до 1989 р.) для різних географічних зон України та різних за розмірами водозборів. Точність визначених статистичних параметрів природного річного та побутового стоку відповідає вимогам нормативних документів України по розрахунках гідрологічних характеристик і становить $\pm 10\%$. На основі моделі розроблена методика розрахунків характеристик річного природного та побутового стоку при відсутності даних спостережень або значному перетворенні стоку водогосподарською діяльністю, яка увійшла до нормативних документів Молдови [64] та до проекту нормативних документів з гідрологічних розрахунків України [65].

Середня багаторічна величина річного стоку, визначена за метеорологічними даними, називається нормою річного кліматичного стоку. Розглядувана характеристика відповідає нормі зонального річного стоку і розраховується за балансовим рівнянням

$$\bar{Y}_K = \bar{X} - \bar{E}_m \cdot \left[1 + \left(\frac{\bar{X}}{\bar{E}_m} \right)^{-n} \right]^{\frac{1}{n}}, \quad (2.1)$$

де $\bar{Y}_K, \bar{X}, \bar{E}_m$ – середні багаторічні величини (норми) річного кліматичного стоку,

опадів та максимально можливого випаровування, відповідно;

n – параметр, що інтегрує вплив фізико-географічних умов формування стоку та приймається рівним 3.

Норма кліматичного річного стоку для річки Барабой становить 19 мм. Вона визначається за картами ізоліній, побудованими по даних метеорологічної мережі спостережень регіональних підрозділів Гідрометеорологічної служби України. При наявності карт ізоліній норма річного кліматичного стоку визначається безпосередньо по них (рис. 2.1).

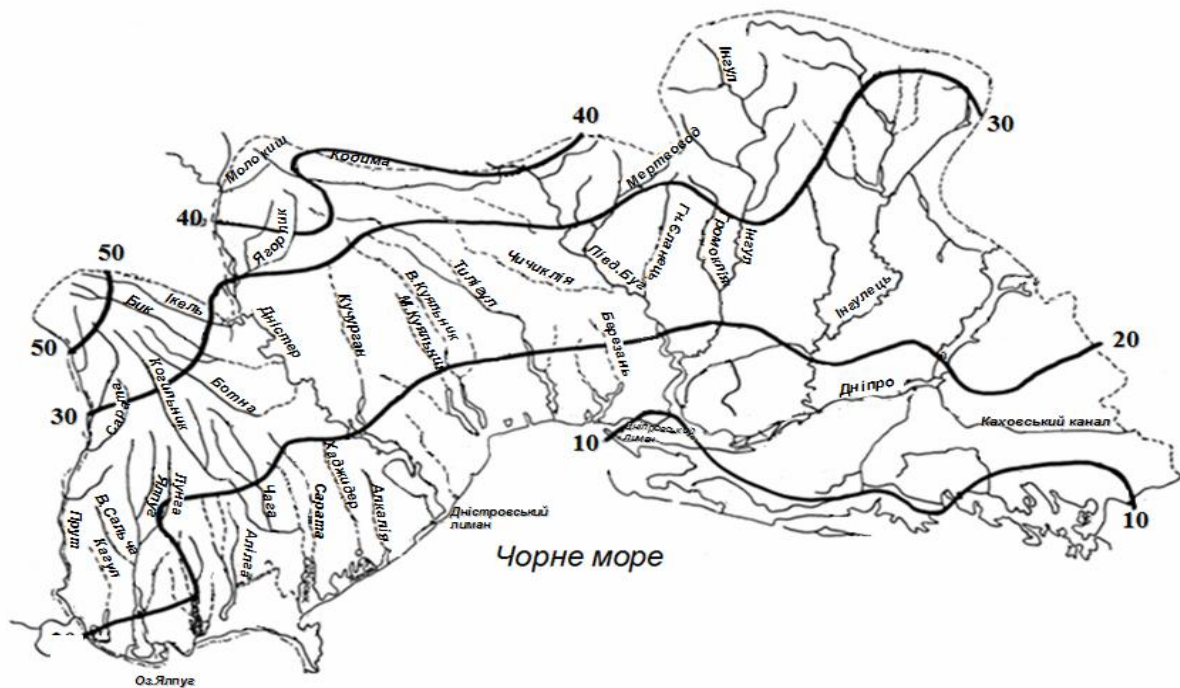


Рисунок 2.1 – Норма річного кліматичного стоку (мм) для Північно-Західного Причорномор'я

Для малих річок із нестійким підземним живленням до кліматичної норми річного стоку, знятої з карти вводяться поправочні коефіцієнти, які враховують вплив підстильної поверхні. Для степової зони північно-західного Причорномор'я, де велике значення при формуванні стоку мають втрати на поверхневе затримання й “діюча” площа водозбору значно менша фактичної, перехідні коефіцієнти від норми кліматичного (зонального) стоку до норми природного річного стоку малих та середніх водозборів визначаються за формулами

$$K_{\text{ПЕР}} = 1 - 0,003 \cdot (280 - H_{\text{сеп}}), \text{ при } H_{\text{сеп}} < 280 \text{ м}, \quad (2.2)$$

$$K_{\text{ПЕР}} = 1, \text{ при } H_{\text{сеп}} \geq 280 \text{ м}, \quad (Л.6) \quad (2.3)$$

де $H_{\text{сеп}}$ – середня висота водозбору, м.

Коефіцієнт переходу від норми кліматичного стоку до природного, визначений за формулою (2.2) та дорівнює 0,40. Звідки середня багаторічна величина річного природного стоку, що шукається, становить 7,6 мм.

З метою визначення таких статистичних параметрів річного стоку як коефіцієнти варіації, асиметрії, автокореляції використовуються результати просторово-часових узагальнень статистичних параметрів річного стоку річок України та отримані наступні співвідношення між основними статистичними параметрами природного річного стоку:

$$C_V = \frac{1,5}{\left(\frac{\bar{Y}}{10}\right)^{0,60}}. \quad (2.4)$$

Для річок Північно-Західного Причорномор'я мають місце такі закономірності

$$C_s = 1,7 \cdot C_V; \quad r(1) \cong 0, \quad (2.5)$$

де C_V – коефіцієнт варіації річного стоку;

C_s – коефіцієнт асиметрії;

$r(1)$ – коефіцієнт автокореляції.

Згідно із проведеними розрахунками (табл.2.1) встановлено, що навіть у природних умовах формування стоку річка Барабой пересихає у маловодні та дуже маловодні роки 75% та 95% відсотковою забезпеченістю річного стоку.

Для визначення статистичних параметрів річного побутового стоку використовуються спеціально розроблені за методом імітаційного стохастичного моделювання функції антропогенного впливу [66]. Для урахування наслідків впливу додаткового випаровування з поверхні штучних водойм застосовані рівняння виду

Таблиця 2.1 – Статистичні параметри природного річного стоку водозбору р.Барабой

| Норма кліматичного стоку, \bar{Y}_K , мм | Перехідний коефіцієнт, $K_{ПЕР}$ | Статистичні параметри природного річного стоку | | | Величини природного річного стоку у роки різної водності із забезпеченістю P, мм | | | | | | |
|--|----------------------------------|--|-------|-------|--|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | \bar{Y} , мм | C_V | C_S | $Y_{1\%}$ | $Y_{5\%}$ | $Y_{25\%}$ | $Y_{50\%}$ | $Y_{75\%}$ | $Y_{95\%}$ | $Y_{99\%}$ |
| 19 | 0,40 | 7,6 | 1,8 | 3,06 | 62 | 34 | 10 | 2,2 | 0 | 0 | 0 |

Для кількісної оцінки впливу додаткового випаровування з водної поверхні штучних водойм на річний стік розроблені такі «функції відгуку» характеристик стоку на водогосподарське втручання, які мають вигляд

$$k'_{\bar{Y}} = e^{-\alpha_{\bar{Y}} f_B}; \quad (2.6)$$

$$k'_{C_V} = e^{\alpha_{C_V} f_B}; \quad (2.7)$$

$$k'_{C_S} = e^{\alpha_{C_S} f_B}, \quad (2.8)$$

де $k'_{\bar{Y}}$, k'_{C_V} , k'_{C_S} – коефіцієнти впливу додаткового випаровування з поверхні

штучних водойм на статистичні параметри річного стоку \bar{Y}, C_V, C_S ;

f_B – сумарна площа водної поверхні штучних водойм, виражена в частках від загальної площі водозборів F ;

α_A – коефіцієнти інтенсивності антропогенного впливу на розглядуваний статистичний параметр, які залежать від норми кліматичного стоку \bar{Y}_K .

Визначення коефіцієнтів α_A , наведених у цих рівняннях, відбувається таким чином

$$\alpha_{\bar{Y}} = 0,767 \cdot \bar{Y}_K^{(-0.49)}, \quad (2.9)$$

$$\alpha_{C_V} = 0,247 \cdot e^{(-0.0274\bar{Y}_K)}, \quad (2.10)$$

$$\alpha_{C_S} = 0,179 \cdot e^{(-0.0246\bar{Y}_K)}. \quad (2.11)$$

Установлено, що за рахунок впливу додаткового випаровування з поверхні штучних водойм середній багаторічний стік р.Барабой зменшується до 20% (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Статистичні параметри побутового стоку р. Барабой при наявності на водозборі штучних водойм

| Площа водної поверхні штучних водойм f , % | Коефіцієнти антропогенного впливу | | | Параметри побутового стоку | | | Величини побутового річного стоку у роки різної забезпеченості | | | | |
|--|-----------------------------------|------------|------------|----------------------------|-------|-------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | $K'_{\bar{Y}}$ | K'_{C_V} | K'_{C_S} | $\bar{Y}_{ПОВ}$, мм | C_V | C_S | $Y_{5\%}$, мм | $Y_{25\%}$, мм | $Y_{50\%}$, мм | $Y_{75\%}$, мм | $Y_{95\%}$, мм |
| 0,50 | 0,91 | 1,07 | 1,06 | 6,9 | 1,94 | 3,2 | 33 | 9 | 1,55 | 0 | 0 |
| 1,0 | 0,83 | 1,16 | 1,12 | 6,3 | 2,09 | 3,4 | 32 | 8 | 0,90 | 0 | 0 |
| 1,25 | 0,80 | 1,20 | 1,15 | 6,1 | 2,16 | 3,5 | 31 | 7 | 0,71 | 0 | 0 |

Оскільки, водність річки Барабой занадто мала, щоб забезпечити потребу сільськогосподарських земель у зрошуванні, були створені водосховища, які

заповнюються водами річки Дністер. Таким чином, на водозборі має місце зрошування за рахунок річки-донора. Зрошені масиви розташовані близько до русла річки, у яке відбувається розвантаження зворотних ґрунтових вод. Ця обставина збільшує стік самої річки у її нижній частині та викликає підтоплення земель. Кількісна оцінка впливу донорського зрошування на водні ресурси річки Барабой виконується за розробленою схемою, отриманою в результаті імітаційного стохастичного моделювання побутового стоку.

Для оцінки коефіцієнтів антропогенного впливу за рахунок зрошування водами річки-донору, використовуються формули вигляду

$$K_{\bar{Y}}'' = 1,00 + n_{\bar{Y}}\Omega_{3p} + l_{\bar{Y}}v_0 + d_{\bar{Y}}\xi - C_{\bar{Y}}\eta_{3p}; \quad (2.12)$$

$$K_{C_v}'' = 1,00 - n_{C_v}\Omega_{3p} - l_{C_v}v_0 - d_{C_v}\xi + C_{C_v}\eta_{3p}; \quad (2.13)$$

$$K_{C_s}'' = 1,00 + n_{C_s}\Omega_{3p} + l_{C_s}v_0 + d_{C_s}\xi - C_{C_s}\eta_{3p}, \quad (2.14)$$

де K_G'' – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок річки-донора на досліджуваний статистичний параметр;

η_{3p} – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи;

ξ – коефіцієнти зворотних вод, які утворюються за рахунок втрат води на інфільтрацію при зрошуванні сільськогосподарських масивів і надходять до русла річки підземним шляхом; значення коефіцієнту ξ відповідає розташуванню масивів відносно водоприймача; коефіцієнт ξ приймається рівним одиниці при зрошуванні заплавної земель та $\xi = 0.5$ – при зрошуванні інших ділянок (на вододілах ξ наближається до нуля);

Ω_{3p} – сумарна площа зрошуваних масивів, виражена в частках від загальної площі водозборів;

ν_0 – безрозмірна характеристика середнього за весь вегетаційний період рівня зволоження ґрунту, при якому розвиток відповідної сільськогосподарської культури є оптимальним: $\nu_0 = 0.8$ – для зернових культур; $\nu_0 = 0,90$ – для овочевих та кормових культур; $\nu_0 = 1$ – для вологолюбивих культур, наприклад, рису;

n_G, l_G, d_G, C_G – коефіцієнти рівнянь множинної регресії.

При розрахунках статистичних параметрів річного стоку р.Барабой було прийнято, що $\nu_0 = 0,90$ $\xi = 1.0$; $\eta_{zp} = 0,9$. Відносна площа зрошуваних земель становить 0,14.

Із результатів розрахунків (табл.2.3) витікає, що зрошування за рахунок річки донора спроможне збільшувати стік річки на 30-50%.

Таблиця 2.3 – Статистичні параметри побутового стоку р. Барабой при наявності зрошування за рахунок річки-донора (Дністра) для відносної площі зрошуваних земель 0,14

| Параметр ξ | Коефіцієнти антропогенного впливу | | | Параметри побутового стоку | | | Величини побутового річного стоку у роки різної забезпеченості | | | | |
|-------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|-------|-------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | $K_{\bar{Y}}''$ | K_{C_V}'' | K_{C_S}'' | $\bar{Y}_{ПОВ}$, мм | C_V | C_S | $Y_{5\%}$, мм | $Y_{25\%}$, мм | $Y_{50\%}$, мм | $Y_{75\%}$, мм | $Y_{95\%}$, мм |
| 1,0 | 1,31 | 0,752 | 1,28 | 10 | 1,35 | 3,9 | | | | | |
| 0,5 | 1,57 | 0,826 | 1,20 | 12 | 1,49 | 3,7 | 30 | 8 | 2,8 | 1.8 | 1,5 |

Значення статистичних параметрів побутового стоку при одночасному урахуванні двох чинників водогосподарської обчислюються за формулами

$$Y_{ПОВ} = Y_{ПР} (K_{\bar{Y}}' + K_{\bar{Y}}'' - 1) , \quad (2.15)$$

$$C_{V ПОБ} = C_{V ПР} (K'_{C_V} + K''_{C_V} - 1) , \quad (2.16)$$

$$C_{S ПОБ} = C_{S ПР} (K'_{C_S} + K''_{C_S} - 1) , \quad (2.17)$$

де K'_G, K''_G – коефіцієнти антропогенного впливу, які оцінюють відповідно вплив додаткового випаровування з водної поверхні штучних водойм, зрошування за рахунок водних ресурсів річки-донора на досліджуваний статистичний параметр.

Приймаючи до уваги, що втрати природних (непорушених водогосподарською діяльністю) водних ресурсів річки Барабой на додаткове випаровування з водної поверхні формуються лише ставками (водосховища заповнені водами Дністра), під час визначення сумарного коефіцієнту впливу водогосподарської діяльності на водні ресурси використані коефіцієнти K' , отримані для $f=0,5\%$, що дорівнює відносній водній поверхні ставків. Параметр ξ при оцінках наслідків впливу зрошування прийнятий рівним 0,5, згідно $3,06 \cdot 1,48$ розташуванню зрошуваних земель на водозборі (табл.2.4).

Таблиця 2. 4 – Статистичні параметри побутового стоку р. Барабой при наявності зрошування за рахунок річки-донора (Дністра) та втрат на додаткове випаровування з водної поверхні ($f=0,5\%$ та $f=1,25\%$)

| Сумарні коефіцієнти антропогенного впливу | | | Параметри побутового стоку | | | Величини побутового річного стоку у роки різної забезпеченості | | | | |
|---|-----------|-----------|----------------------------|-------|-------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $K_{\bar{Y}}$ | K_{C_V} | K_{C_S} | $\bar{Y}_{ПОБ}$, мм | C_V | C_S | $Y_{5\%}$, мм | $Y_{25\%}$, мм | $Y_{50\%}$, мм | $Y_{75\%}$, мм | $Y_{95\%}$, мм |
| 1,48 | 0,896 | 1,26 | 11 | 1,61 | 3,8 | 30,8 | 8 | 2,4 | 1,2 | 1,16 |
| 1,37 | 1,03 | 1,35 | 10 | 1,85 | 4,1 | 34 | 7,46 | 1,98 | 0,95 | 0,91 |

В результаті використання моделі “клімат-стік” встановлено, що зворотні води із сільськогосподарських земель водозбору р.Барабой, зрошувані за рахунок вод річки-донора, здатні суттєво збільшити стік річки у гирлі (на 30-50% за багаторічний період). Втрати на додаткове випаровування з поверхні штучних водойм дещо нівелюють цей вплив і збільшення стоку досягає 20-30%, забезпечуючи стік у гирлі річки навіть у роки малої водності.

Зрозуміло, що зворотні води можуть суттєво вплинути на якість ґрунтових та напірних вод річки, що є важливим для населення, оскільки у нижній течії для питного водопостачання широко використовуються артезіанські води сарматського водоносного горизонту.

2.2 Гідрологічна і гідрохімічна характеристика підземних вод в басейні р.Барабой

Басейн річки Барабой розташований в межах північного крила Причорноморського басейну. Водоносні горизонти приурочені до відкладень четвертинної, дочетвертинної (неогенової, палеогенової, крейдянної) систем.

Згідно із роботою [45] ґрунтові води на водозборі сконцентровані в еолово-делювіальних відкладеннях, які складаються з суглинків лесових, лесів, супісків (рис. 2.2), з глибиною залягання 3-5 метрів на лівобережжі та 5-10 м на правобережжі. У поймі та гирлі річки основний водоносний горизонт залягає у міоценових відкладеннях понтичного ярусу у пісках та вапняках. Підземні води четвертинних відкладень віднесені до сульфатно-кальцієво-натрієвих. Підземні води дочетвертинних відкладень, розташовані в неогенових відкладеннях (понтичних меотіс-сарматських), класифікуються як хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатні змішаного катіонного складу [21]. Останнє підтверджується даними про хімічний склад підземних вод річки Барабой (рис.2.3).



Рисунок 2.2 – Гідрогеологічна карта-схема розміщення ґрунтових вод [45]

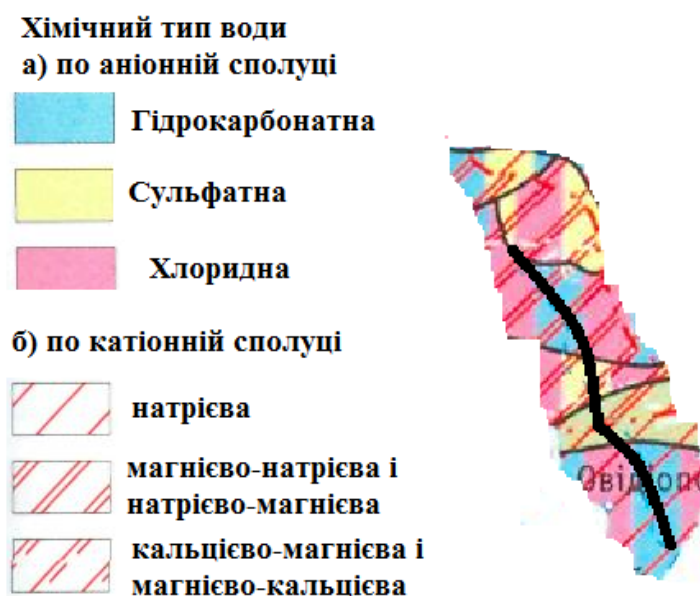


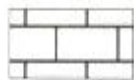
Рисунок 2.3 - Хімічний склад підземних вод. Хімічний тип води [45]

Основним водоносним горизонтом є горизонт сарматських відкладень. За літологічним складом порід, які містять воду, переважають піщаники (рис.2.4)

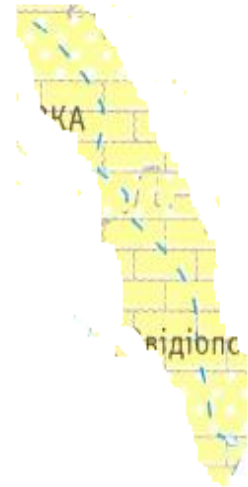
Поширення водоносних горизонтів і комплексів

N₁S Водоносний горизонт сарматських відкладень (вапняки, піски)

Литологічний склад порід, що містять воду



піщаники



Гідрологічні райони

I - Північне крило Причорноморського артезіанського басейну

К I - переважного поширення підземних вод верхньосарматських, меотичних і понтичних відкладень

Рисунок 2.4 - Карта основних водоносних горизонтів [45]

Для централізованого водопостачання використовуються підземні води дочетвертинних відкладень, розташованих на глибині від 50м до 180м (табл.2.5, табл.2.6). Водоносні горизонти, розташовані на глибині менше 10м є незахищеними від забруднення (табл.2.7).

Мінералізація може коливатись у значних межах, досягаючи на значних глибинах 11 г/дм³. Нітрати та нітроти виявлені лише у неглибоко розташованих водоносних горизонтах, глибше установлені лише їх сліди, або їх зовсім не виявлено.

Таблиця 2.5 – Відомості про пункти спостережень [59]

| Місце розташування, відомча приналежність | Спостережний водоносний горизонт | Кількість свердловин | Дата початку спостережень |
|--|---|-------------------------|------------------------------|
| ОГГМЕ ООУВР НДЗС (1 черга) | vd _{I-III} ad _{III-IV} | 39 4 | |
| НДЗС (2 черга) | vd _{I-III} ad _{III-IV} | 123 5 | |
| с.Доброолександрівка ППСЕ | N ₁ S ₃ | 1(№161) | 1987 |
| с.Мирне | vdQ ₁ | 1(№202) | 1985 |
| с.Мирне | N _{2p} | 1(№214) | 1985 |
| Теплодар, зона ОАТЕЦ ППСЕ | N ₁ S ₂ | 2(№№82,83) | 1983 |
| с.Василівка | N ₁ S ₃ | 1(№59) | 1986 |

Таблиця 2.6 - Характеристика водоносних горизонтів басейну р.Барабой [59]

| Водоносний горизонт і його геологічний індекс | Живлення водоносного горизонту | Розвантаження водоносного горизонту | Практичне використання | Район поширення | Глибина залягання, м | Потужність, м | Літологія водовмісних порід | Коефіцієнт фільтрації вологовмісної товщі, м/сут | Статичний рівень, м | Природне коливання рівня, м | Результативність водозабірних споруд, л/с | Величина пониження рівня, м | Питомий дебіт, л/с |
|---|--|---|---|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|--|---------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| aIV,ad IV | Інфільтрація атмосферна опадів, фільтрація з поверхневих водотоків | В річку в межень, частково випаровуванням | Для господарсько-побутових потреб (криниці) | Заплава річок і тальвеги балок | 0-5 | 1-10 | Суглинки, супіски, піски, мули | | 0-5 | 1-1,5 | 0,1-3 | 1-4 | Н.в. |
| dIII-IV | Інфільтрація атмосферних опадів | В долину річки | Для господарсько-побутових потреб (криниці) | Схили річкової долини | 3-7,5 | 2-5 | Суглинки, супіски | | 3-7,5 | Н.в. | Н.в. | Н.в. | Н.в. |
| vdI-III | Інфільтрація атмосферних опадів | Випаровування в долину річки | Для господарсько-питних потреб (криниці) | Вододільне плато і його схили | 1-5, рідко >10 | 3-10 | Суглинки лесовидні | 0,02-0,7 | 1-5, рідко >10 | 0,5-0,8 | 0,03-0,55 | До1 | |

Продовження таблиці 2.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---------------|---|---|--|---|--|------|---|---------|---|--------------------------------|--------|-------|---------|
| N2pn+ aN23 | Інфільтрація атмосферних опадів, приплив з нижче розташованих водоносних горизонтів | В південно східному напрямку і в долину річки | Для водопостачання малих населених пунктів | В південній частині басейна річки в межах верхньоплі оцінової надзаплавної тераси | 15-45 | 6-18 | Піски дрібні і серед зернисті з галькою і гравієм до 30%, валуни, вапна | 4-20 | 15-45 | Н.в. | 0,5-9 | 0,2-8 | Н.в. |
| N2pn | Інфільтрація атмосферних опадів, переток з вищерозташованих водоносних горизонтів | В південно східному напрямку і частково в долину річки у вигляді джерел і мочавин | Частково для дрібного водопостачання (криниці) | Вододільний простір і їх схили | На водорозділах 20-60. В долині річки 0-15 | 4-10 | Вапняк черепашковий, тріщинуватий закарстований, піски, алеврити | 2,5-120 | На вододілах 20-60 в долинах річок 0-15 | На вододілах <0.6 В балках 0,8 | 0,03-7 | 0-11 | 0,3-3,4 |

Продовження табл. 2.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|------------|--|---|--|--|--------------------------------------|--------|---|---|-----------------------------------|------|---|----------------|----------|
| N1m | Інфільтрація атмосферних опадів на схилах долини річки | В південно-східному напрямку і частково за рахунок перетоку в нижче розташовані горизонти | Практичного значення не мають (криниці) | Води спорадично го поширення в районах меотичних відкладів | На водорозділі 50-80, на схилах 5-15 | 5-12 | Прошарки піску і алевритів серед глин | | На вододілах 50-80 на схилах 5-15 | Н.в. | 0,002-0,22 | Н.в. | Н.в. |
| N1S3 | На північ від басейну в місцях виходу порід на денну поверхню шляхом інфільтрації атмосферних опадів | В південно-східному напрямку | Для централізовано го питного водопостачання | Повсюди | 50-130 | 0,5-10 | Прошарки дрібних і пильоватих пісків, черепашков е вапняків | Піски 0,3-5,5 черепа шник і вапняк 1-28 | 20-100 | Н.в. | Вердло вин в пісках 0,8-2,3 вапняки 0,2-5,4 | 15-18 10-17 | 0,03-0,8 |
| N1S1+ 2 | На північ від басейну в місцях виходу порід на денну поверхню шляхом інфільтрації атмосферних опадів | В південно -східному напрямку | Для централізовано го водопостачання | Повсюди | 110-180 | 5-40 | Раковинно оолітові вапняки, піски | 0,3-18 | 10-120 | Н.в. | 0,5-7 | 0,5-0,53 | 0,02-6,7 |

Таблиця 2.7 – Хімічний склад підземних вод [59]

| Водоносний горизонт | Тип води за іонним складом | Показники | | | | | Захищеність водоносного горизонту |
|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---|---|--|---------|--|
| | | Мінералізація г/л | NO ₃ ⁻ , мг/дм ³ | NO ₂ ⁻ , мг/дм ³ | Загальна твердість, мг-екв/дм ³ | pH | |
| a _{IV} , ad _{IV} | ГХ НМ ХСНKM | 1,4-4,8 | 0-сліди | 0-0,3 | 16-37 | 7,6-8 | Не захищений |
| d _{III-IV} | СХНМ ХСНМК ХНК | 1,8-5,5 | Сліди | 0-0,6 | 15-48 | 7,4-7,6 | Не захищений |
| vd _{I-III} | ГKM ГХKM СГK CM | 0,3-7 | 0-732 | 0-0,03 | 5-46 | 7,2-7,6 | Не захищений |
| N _{2p+a} N ₂₃ | ХСНМ ХСКН | 0,2-2 на узбережжі моря 5,2-7,2 | - | - | - | - | Не захищений |
| N _{2p} | СХНКМ CMН ГХКН ХГКMN | 0,5-8,7 | Сліди | 0-0,3 | 5,2-30,4 | 7,4-8 | Захищений і умовно захищений на вододілах. На схилах долини річки-незахищений |
| N _{1m} | СХМНК ГХМ | 0,4-2 | Сліди | Нема | 5,-9-37,2 | 7,6 | На вододілах захищений. На схилах долини ріки умовно захищений і не захищений |
| N _{1S3} | ХГН | 0,4-1,3 | Сліди | Сліди | 3,8 | 7,7 | Захищений |
| N _{1S1+2} | ГН ХН ГХСН | 0,9-11 | Н.в. | Н.в. | Н.в. | Н.в. | Захищений |

Примітка. Г-гідрокарбонатні; Х-хлоридні; С-сульфатні; К – кальцієві; Н-натрієві; М-магнієві

Обсяги використання підземних вод в басейні р. Барабой для промислового і комунально-побутового водопостачання щорічно знижуються: в 1985 р. обсяг водозабору складав 1,431 млн. м³, в 1991 – 1,405 млн. м³, в 2012 р. – 0,73 млн. м³.

За даними паспорту річки Барабой середній багаторічний поверхневий стік становить 7мм, а його підземна складова – 1 мм (табл.2.8), що добре узгоджується із даними про природний стік, отриманими по розрахунках за моделлю “клімат-стік” (див.підрозділ 2.1).

Таблиця 2.8 – Експлуатаційні запаси підземних вод, тис м³/доба, р.Барабой

| Геологічний індекс водоносного горизонту | | N1S2 | N1S3 |
|---|---------------------------|------|------|
| Прогнозні запаси | Всього | 2,13 | 6,32 |
| | З мінералізацією до 1 г/л | 2,13 | 0,35 |
| | З мінералізацією 1-3 г/л | - | 5,97 |
| | З мінералізацією >3г/л | - | - |
| Коефіцієнт зв'язку підземних вод з поверхневим стоком | | | 0 |
| Поверхневий стік, мм | | 7 | |
| Підземний стік, мм | | 1 | |
| Модуль підземного стоку, л/скм ² | | 0,03 | |

2.3 Хімічний склад та якість ґрунтових вод

Дослідження гідрохімічних показників ґрунтових вод в басейні р.Барабой здійснювалось працівниками кафедри гідроекології та водних досліджень

щосезонно протягом 2010 – 2014 рр. Всього було здійснено 10 сезонних обстежень (літо – 1 обстеження, осінь і весна – по 2 обстеження, зима – 5 обстежень). Спостереження проводились у точці, що відповідає джерелу ґрунтових вод, яке розвантажується у ставок Миколаївський (рис.2.5, табл.2.9). Треба зауважити, що в періоди відсутності стоку, проби з ґрунтових джерел не відбирались.



Рисунок 2.5 – Розташування джерела ґрунтових вод на правому березі ставка біля с. Миколаївка в басейні р. Барабой (точка 2-в)

Таблиця 2.9 – Опис станції спостережень ґрунтових вод в басейні р. Барабой

| № станції | Найменування | Місцерозташування | Широта | Довгота |
|-----------|--|--|-------------|------------|
| 2-в | Балка м.Барабойська (Ставка), с. Миколаївка, вихід ґрунтових вод в ставок | Правий берег ставка навпроти с.Миколаївка | 46°38'49,4" | 30°17'2,9" |

За даними вимірювань, температура води у ґрунтових водах змінюється від 8,8 °С до 12,9 °С. Прозорість води змінюється від 35 см до 46 см (від «слабо мутної» до «прозорої»). Це можна пояснити тим, що ґрунтові води самі по собі власне є мало мутними внаслідок фільтрації крізь гірські породи. Мутність води у джерелі ґрунтових вод від 1,6 мг/дм³ до 37,5 мг/дм³. Колір ґрунтових вод був відсутнім, або жовто-коричневий. Кольоровість води змінювалась від 14° до 100°. За показником рН ґрунтові води нейтральної або слабо лужної реакції (табл. 2.10).

Як показали наші дослідження, запах ґрунтових вод відсутній або інтенсивністю до 3 балів, у той час як вода в ставку, куди джерело розвантажується, містить у собі сірководень. Смак води переважно солоний, солонуватий, інтенсивністю до 3 балів. Показник «пінистість» переважно негативний (окрім лютого 2014 р.). Показники «загнивання» і «стабільність» використовувались нами для якісної оцінки наявності у воді сірководню (табл.2.11).

Таблиця 2.10 – Значення фізико-хімічних показників ґрунтових вод в басейні р.Барабой у 2009-2014 рр.

| Дата | Т, °С | Прозорість, см | Мутність, мг/дм ³ | Колір, по шкалі | Кольоровість, градуси | Рн | Ен, мВ |
|--|-------|----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|------|--------|
| | | | | | | | |
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | | | | | |
| 11.04.2010 | 11,2 | 41 | - | без кол | 14 | 7,81 | - |
| 20.01.2011 | 9,17 | 35 | 9,40 | XVIII | 18 | 7,75 | -6 |
| 22.04.2011 | 12,9 | 41 | 37,5 | X | 40 | 7,85 | -66 |
| 11.01.2012 | 10,0 | 41 | 3,30 | XIX | 100 | 7,8 | -79 |
| 8.02.2014 | 8,80 | 46 | 1,58 | без кол | 20 | 8,2 | 48 |

Таблиця 2.11 – Органолептичні показники ґрунтових вод в басейні р.Барабой у 2010-2014 рр.

| Сезон | Запах | | Смак | | Пінистість | Загнивання | Стабільність |
|--|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|------------|--------------|
| | Характер | Інтенсивність | Характер | Інтенсивність | | | |
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | | | | | |
| 11.04.2010 | Невизначений | 1 | Солоний | 2 | - | - | >80 |
| 20.01.2011 | Неприємний | 3 | Солонуватий | 1 | - | - | >80 |
| 22.04.2011 | Без запаху | 0 | Солоний | 3 | - | - | >80 |
| 11.01.2012 | Землистий | 1 | Солоний | 1 | - | - | >80 |
| 8.02.2014 | Невизначений | 1 | Болотний | 1 | + | - | >80 |

За отриманими даними вимірювань, абсолютний вміст кисню у ґрунтових водах коливається від 4,85 мг/дм³ до 16,7 мг/дм³ або від 46 % до 151% насичення. Показник БСК₅ змінюється від 1,28 мг/дм³ до 11,7 мг/дм³ (табл.2.12).

Таблиця 2.12 – Вміст розчиненого кисню і показника БСК₅ у ґрунтових водах р. Барабой у 2010-2014 рр.

| Дата | [O ₂], мг/дм ³ | [O ₂],% насичення | БСК ₅ мгО/дм ³ |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | |
| 11.04.2010 | 16,5 | 151 | 2,36 |
| 20.01.2011 | 16,7 | 145 | 11,7 |
| 22.04.2011 | 4,85 | 46,0 | 1,28 |
| 11.01.2012 | 13,9 | 123 | 3,28 |
| 8.02.2014 | 13,8 | 120 | 2,28 |

Загальна твердість ґрунтових вод змінювалась від 26 мг-екв/дм³ до 98,6 мг-екв/дм³, вміст кальцію коливався від 174 мг/дм³ до 387 мг/дм³, магнію – від 213 мг/дм³ до 964 мг/дм³ (табл.2.13).

Таблиця 2.13 – Вміст головних іонів у ґрунтових водах р.Барабой

| Дата | Загальна твердість, мг екв/дм ³ | Кальцій (Ca ²⁺), мг/дм ³ | Магній (Mg ²⁺), мг/дм ³ | Гідрокарбонат и (HCO ₃ ⁻), мг/дм ³ | Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³ | Хлориди (Cl ⁻), мг/дм ³ |
|--|--|--|---|--|--|---|
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | | | | |
| 11.01.2012 | 98,6 | 387 | 964 | - | - | - |
| 8.02.2014 | 26,3 | 174 | 213 | 265 | 55 | 381 |

Досить високі концентрації гідрокарбонатів (265 мг/дм^3) і хлоридів (381 мг/дм^3). Такі дані цілком узгоджуються з тим, що ґрунтові води в басейні р.Барабой є високо мінералізованими з підвищеним вмістом головних іонів.

Мінералізація ґрунтових вод була дуже високою. Так, сухий залишок змінювався від $5,67 \text{ г/дм}^3$ до $13,3 \text{ г/дм}^3$, прокалений залишок становив відповідно $4,16 \text{ г/дм}^3$ і $9,49 \text{ г/дм}^3$. Вміст органіки у воді коливався від 14 % до 31 % (табл.2.14).

Таблиця 2.14 – Показники мінералізації води та вмісту органічних речовин у ґрунтових водах в басейні р.Барабой у 2010-2014 рр.

| Дата | Сухий залишок, г/дм^3 | Прокалений залишок, г/дм^3 | Валовий вміст органіки у воді, % |
|--|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | |
| 11.04.2010 | 13,3 | 9,49 | 28,5 |
| 20.01.2011 | 5,67 | 4,85 | 14,4 |
| 22.04.2011 | 6,27 | 5,25 | 16,2 |
| 11.01.2012 | 6,04 | 4,16 | 31,0 |
| 8.02.2014 | 5,99 | 4,95 | 17,4 |

Концентрація нітритів змінювалась від 0 до $2,79 \text{ мгN/дм}^3$. Вміст нітратного азоту змінювався від $2,76 \text{ мгN/дм}^3$ до $35,3 \text{ мгN/дм}^3$. Вміст амонійного азоту – від $0,11 \text{ мгN/дм}^3$ до $5,99 \text{ мгN/дм}^3$. Концентрація фосфатів змінювалась від $0,07 \text{ мгP/дм}^3$ до $0,11 \text{ мгP/дм}^3$ (табл.2.15).

Ґрунтові води біля с. Миколаївка нетоксичні (табл.2.16), але мають високе мікробіологічне забруднення ($1,138 \text{ тис кл/см}^3$).

Таблиця 2.15 – Вміст біогенних речовин у ґрунтових водах р.Барабой

| Дата | Нітрити (NO_2^-), мгN/дм ³ | Нітрати (NO_3^-), мгN/дм ³ | Амоній (NH_4), мгN/дм ³ | Фосфати (PO_4^{3-}), мгP/дм ³ |
|--|---|---|--|---|
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | | |
| 22.04.2011 | 0,155 | 4,04 | 1,32 | - |
| 11.01.2012 | 0 | 2,76 | 5,99 | 0,07 |
| 8.02.2014 | 2,79 | 35,3 | 0,11 | 0,11 |

Таблиця 2.16 – Оцінка токсичності води (біотестування) та вміст сапрофітних мікроорганізмів у ґрунтових водах р.Барабой протягом 2011-2014рр.

| Дата | Токсичність води | | Сапрофітні бактерії, тис кл/см ³ |
|--|------------------|----------------|---|
| | A, % | Характеристика | |
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | |
| 22.04.2011 | -13 | Не токсична | - |
| 11.01.2012 | -5 | Не токсична | - |
| 8.02.2014 | -6 | Не токсична | 1,138 |

За методикою КІЗ [16] за наявними даними досліджень було оцінено якість ґрунтових вод р. Барабой для рибогосподарських потреб. Вибір саме рибогосподарських нормативів зумовлений тим, що рибництво в даний час є одним з провідних водокористувачів в басейні даної річки і рибогосподарські нормативи ГДК є найбільш жорсткими. Розрахунок проводився по 11 речовинам: розчинений кисень, БСК, сухий залишок, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфор фосфатів, кальцій, магній, сульфати, хлориди.

В табл. 2.17 наведена кратність перевищення рибогосподарських ГДК за гідрохімічними показниками по кожній відібраній пробі води. Можна зробити висновок, що за вмістом розчиненого кисню практично по всім пробам не було порушено норм, окрім 22.04.2011 (1,24 ГДК). За показником БСК₅ перевищення змінювались від 0,57 ГДК до 5,2 ГДК. Сухий залишок в усіх випадках перевищував ГДК в 5,67-13,3 разів. Серед сполук азоту відзначимо постійну забрудненість, яка по азоту нітритному коливається від 0 до 140 ГДК, по азоту нітратному перевищення від 0,3 ГДК до 3,88 ГДК, по азоту амонійному в межах 0,28-15,4 ГДК. По фосфатам перевищення не виявлені. Також були виявлені перевищення нормативів ГДК для кальцію, магнію, сульфатів і хлоридів. Якщо високий вміст у ґрунтових водах р. Барабой мінералізації і головних іонів можна пояснити природними причинами, то висока біогенна забрудненість ґрунтових вод є наслідком відповідного забруднення водоносних горизонтів промисловими, побутовими і сільськогосподарськими стічними водами. Причому таке забруднення носить не тимчасовий, а постійний характер. Тому можна зробити висновок, що рівень антропогенного навантаження в басейні р.Барабой є дуже високим.

Таблиця 2.17 – Кратність перевищення рибогосподарських ГДК за окремими показниками у ґрунтових водах р.Барабой

| Дата | O ₂ | БСК ₅ | Сухий залишок | Нітрити | Нітраги | Амоній | Фосфати | Кальцій | Магній | Сульфати | Хлориди |
|--|----------------|------------------|---------------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|----------|---------|
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | | | | | | | | | |
| 11.04.2010 | 0,36 | 1,05 | 13,3 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 20.01.2011 | 0,36 | 5,2 | 5,67 | 7,75 | 0,44 | 3,37 | - | - | - | - | - |
| 22.04.2011 | 1,24 | 0,57 | 6,27 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11.01.2012 | 0,43 | 1,46 | 6,04 | 0 | 0,30 | 15,4 | 0,05 | 2,15 | 24,1 | - | - |
| 8.02.2014 | 0,43 | 1,01 | 5,99 | 140 | 3,88 | 0,28 | 0,11 | 0,97 | 5,33 | 0.5 | 1,27 |

Підсумки розрахунків оцінки якості води наведені в табл. 2.18. Комбінаторний індекс забрудненості змінювався від 17 балів до 53 балів, питомий комбінаторний індекс забруднення коливався від 4,33 балів до 5,67 балів, клас якості переважно IV (вода «дуже брудна») різних градацій. Серед речовин ЛОЗ, які найбільше погіршували рибогосподарську якість води в ґрунтових водах був сухий залишок, нітрити, амоній, магній.

Таблиця 2.18 – Розраховані показники сумарного і питомого забруднення води, а також класи якості і найбільші забруднювачі ґрунтових вод р. Барабой за методом КІЗ

| Дата | КІЗ | ПКІЗ | Клас | ЛОЗ |
|--|-----|------|-----------------|----------------|
| Ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | | |
| 11.04.2010 | 17 | 5,67 | IVб дуже брудна | Сухий залишок |
| 20.01.2011 | 34 | 5,67 | IVа дуже брудна | - |
| 22.04.2011 | 13 | 4,33 | IVа дуже брудна | - |
| 11.01.2012 | 48 | 5,33 | IVб дуже брудна | Амоній, магній |
| 8.02.2014 | 53 | 4,82 | IVа дуже брудна | Нітрити |

Таким чином, оцінка якості води за рибогосподарськими нормативами показала, що за ґрунтові води в басейні р. Барабой не відповідають нормативам по більшості показників.

За мінералізацією води згідно екологічної класифікації ґрунтові води відносяться до солонуватих мезогалінних. В усіх пробах мінералізація висока, тому відповідає переважно 7 категорії якості, вода оцінюється як «дуже погана» за станом і «дуже брудна» за чистотою, «гіпертрофна» за трофністю і «полісапробна» за сапробністю.

За абсолютним вмістом розчиненого кисню вода набуває переважно 1 категорії якості, вода оцінюється як «відмінна» за станом, «дуже чиста» за

чистотою, оліготрофна і олігосапробна. За відносним вмістом розчиненого кисню вода набуває різних категорій якості, від 3 до 7. Тобто, вода буває від «дуже добра, чиста» до «дуже погана, дуже брудна». Саме по собі це не є показником погіршення кисневого режиму, але вказує на нерівноважний стан екосистеми.

За показником БСК₅ за екологічною класифікацією ґрунтові води набувають 2-6 категорій якості, тобто вода оцінюється як «відмінна - погана» за станом, «дуже чиста – брудна» за чистотою. Це вказує на забрудненість вод органічними речовинами.

За вмістом завислих речовин і показником рН за екологічною класифікацією якість вод відповідає 1-5 категорії, переважають 1-2 категорії.

За вмістом сполук азоту в ґрунтових водах найбільш типовою є 7 категорія якості води, тобто за станом вода «дуже погана», за чистотою «дуже брудна». Це вказує на постійне забруднення і екологічне неблагополуччя. Дещо краще ситуація із вмістом фосфатів – від 4 до 5 категорії, тобто вода за станом «задовільна», за чистотою «слабо забруднена».

Вміст сульфатів і хлоридів у ґрунтових водах р. Барабой відповідав 1 категорії якості води. Вміст сапрофітних бактерій визначався протягом зими 2014 р. і відповідав 2 категорії якості (вода «дуже добра», «чиста»).

Таким чином, за екологічною класифікацією (табл.2.19) ґрунтові води в басейні р. Барабой характеризуються різкою зміною категорій якості води. За більшістю показників спостерігається нерівноважний стан водної екосистеми, що виражається в забрудненні води біогенними сполуками, головними іонами, органічними речовинами. Забрудненість ґрунтових вод призводить до погіршення якісного стану поверхневих вод в басейні р.Барабой. Саме тому всі заходи щодо поліпшення екологічного стану малих водойм і в цілому річки Барабой мають обов'язково враховувати цей аспект. Для поліпшення якості ґрунтових вод екологічного стану ставка необхідно розробити і застосувати комплекс природоохоронних заходів.

Таблиця 2.19 – Орієнтовна екологічна оцінка якості ґрунтових вод (р.Барабой) за окремими показниками

| Дата | Сухий залишок | Оцінка галінності води | O ₂ , мг/дм ³ | O ₂ , % | БСК ₅ | Завислі речовини | Рн | Азот нітритів | Азот нітратів | Азот амонійний | Фосфор фосфатів | Сульфати | Хлориди | Сапрофіти |
|--|---------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------|------------------|----|---------------|---------------|----------------|-----------------|----------|---------|-----------|
| ґрунтові води в ставок біля с.Миколаївка | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.04.2010 | 7 | Солонувата α-мезогалінна | 1 | 7 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - |
| 20.01.2011 | 7 | Солонувата α-мезогалінна | 1 | 6 | 6 | 2 | 2 | 7 | 7 | 6 | - | - | - | - |
| 22.04.2011 | 7 | Солонувата α-мезогалінна | 6 | 6 | 2 | 5 | 2 | - | - | - | - | - | - | - |
| 11.01.2012 | 7 | Солонувата α-мезогалінна | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 7 | 7 | 4 | - | - | - |
| 8.02.2014 | 7 | Солонувата α-мезогалінна | 1 | 3 | 4 | 1 | 4 | 7 | 7 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 |

2.4 Хімічний склад та якість напірних вод. Оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик підземних вод в басейні р.Барабой

Досліджувана свердловина № 2097 розташована на околиці с.Барабой [67] на лівому березі однойменної річки (рис. 2.6). За даними паспорту, ця свердловина (рис. 2.7) була пробурена в червні 1965 р. на глибину 94 м у верхньо-сарматський водоносний горизонт. Уже 51 рік вода свердловини експлуатується громадою села для господарсько-питних потреб. Візуально стан об'єкта є задовільним, санітарна зона огорожена і в цілому зберігається.

Інформація по водоносному горизонту: неогеновий верхньосарматський горизонт N_1S_3 поширений всюди, глибина залягання 50-130 м, потужність 0,5-10 м, водовмісними породами є прошарки дрібних і пилюватих пісків, ракушечних вапняків. Вода використовується для централізованого водопостачання. Режим горизонту слабо вивчений, дебіт свердловин змінюється від 2,3 л/с до 5,4 л/с.

Моніторинг за цим горизонтом проводиться ще на 2 свердловинах (с.Василівка, с.Доброолександрівка) з 1986р. За даними спостережень, вода горизонту є хлоридно-гідрокарбонатно-натрієвою, мінералізація змінюється у межах 04,-1,3 г/л, виявлені сліди нітратів, нітритів, загальна твердість становить 3,8 мг-екв/дм³, рН дорівнює 7,7. Горизонт вважається захищеним від забруднення.

Порівняння гідрохімічних даних паспорту р. Барабой, результатів спостережень 1965 та 2016 років року (табл. 2.20) показало їх добру узгодженість по більшості показників. Вода є нейтральною по рН, прозорою, без сторонніх смаків і запаху, у ній виявлені сполуки азоту і фосфати, яких раніше було менше.



Рисунок 2.6 – Схема розташування свердловини №2097



Рисунок 2.7 – Технічний стан та загальний вигляд свердловини № 2097

Таблиця 2.20 – Гідрохімічні показники свердловини № 2097

| Показники, мг/дм ³ | Паспорт р.Барабой (1991 р.) | Паспорт свердловини (09.07.1965) | 28.02.2016 |
|----------------------------------|--------------------------------|--|------------|
| Загальна твердість | 3,8 | 3,0 | 3,83 |
| Натрій + Калій | - | 160 | 109 |
| Кальцій | - | 44 | 17 |
| Магній | - | 10 | 36,7 |
| Сухий залишок | 400-1300 | 580 | 571 |
| Сульфати | - | 111 | 12,5 |
| Хлориди | - | 120 | 124 |
| Нітрати | сліди | - | 2,79 |
| Нітрити | сліди | - | 0,065 |
| Амоній | - | - | 0,663 |
| Фосфати | - | - | 0,202 |

2.5 Оцінка гідроекологічного стану підземних вод в басейні р.Барабой

За отриманими показниками було проаналізовано (табл. 2.21) відповідність артезіанської води господарсько-питним вимогам ДСанПін 2.2.4.-171-10 [68]. За санітарно-хімічними показниками вода відповідає умовам нормативного документу, але за епідеміологічними (колі форми) - не відповідає.

Таблиця 2.21 - Відповідність артезіанської води свердловини №2097 господарсько-питним вимогам ДСанПін 2.2.4.-171-10.

| Найменування показників | Одиниці виміру | Нормативи для питної води з колодязів та каптажів джерел | 09.07.1965 | 28.02.2016 |
|-------------------------|-------------------------------------|--|------------|------------|
| Загальні колі форми | КУО/100см ³ | <1 | <3 | - |
| Запах | бали | ≤3 | 0 | 0 |
| Мутність | Нефелометрична одиниця каламутності | ≤3,5 | 0 | 0 |
| Водневий показник | Одиниці рН | 6,5-8,5 | 7,7 | 7,7 |
| Загальна твердість | мг/дм ³ | ≤7,0 | 3,0 | 3,83 |
| Сульфати | мг/дм ³ | ≤500 | 111 | 12,5 |
| Сухий залишок | мг/дм ³ | ≤1500 | 580 | 571 |
| Хлориди | мг/дм ³ | ≤350 | 120 | 124 |
| Нітрати | мг/дм ³ | ≤50 | - | 2,79 |
| Нітрити | мг/дм ³ | ≤3,3 | - | 0,065 |
| Амоній | мг/дм ³ | ≤2,6 | - | 0,663 |

З погляду фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (табл. 2.22) у артезіанській воді свердловини в с.Барабой є відхилення по натрію - калію і по мінералізації. Вживання такої води без обробки загрожує

споживачам гіпертензією, а також сечокам'яною хворобою та порушенням стану водно-сольового обміну.

Таблиця 2.22 – Оцінка фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води свердловини №2097 у с.Барабой

| № | Найменування показників | Одиниці виміру | Нормативи | 09.07.1965 | 28.02.2016 |
|---|-------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|
| 1 | Загальна жорсткість | ммоль/дм ³ | 1,5-7,0 | 3,0 | 3,83 |
| 3 | Натрій + Калій | мг/дм ³ | 4-40 | 160 | 109 |
| 4 | Кальцій | мг/дм ³ | 25-75 | 44 | 17 |
| 5 | Магній | мг/дм ³ | 10-50 | 10 | 36,7 |
| 6 | Сухий залишок | мг/дм ³ | 200-500 | 580 | 571 |

Для аналізу придатності досліджуваної води для централізованого питного водопостачання було проаналізовано відповідність гідрохімічних показників артезіанської води у свердловині с.Барабой вимогам ДСТУ 4808:2007 "Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання" [68] (табл. 2.23). Було отримано, що майже по всім показникам переважає 1 клас якості води (тобто, "відмінна, бажана якість"). Але по показникам мінералізації був 2 клас якості води ("Добра, прийнятної якості"), а по магнію якість води аж до 4 класу – ("посередня, обмежено придатна, небажаної якості" (табл. 2.23).

Таблиця 2.23 - Оцінка відповідності вод свердловини № 2097 у с.Барабой вимогам ДСТУ 4808:2007

| № | Показник якості води у підземних водних об'єктах | Класи якості води | |
|---|--|-------------------|------------|
| | | 09.07.1965 | 28.02.2016 |
| 1 | Запах | 1 | 1 |
| 2 | Забарвленість | 1 | 1 |
| 3 | Каламутність | 1 | 1 |
| 4 | Мінералізація | 2 | 2 |
| 5 | Жорсткість загальна | 1 | 1 |
| 6 | Сульфати | 1 | 1 |
| 7 | Хлориди | 1 | 1 |
| 8 | Магній | 2 | 4 |

2.6 Рекомендації щодо збереження і подальшого використання підземних вод в басейні р.Барабой, оптимізації їх експлуатації

Вживання вод з підвищеним вмістом магнію загрожує можливому розвитку таких хвороб як: синдром дихальних паралічів і серцевої блокади та шлунково-кишкового тракту. Тому не рекомендовано застосовувати досліджувану свердловину в якості джерела централізованого питного водопостачання для громади с.Барабой без вживання комплексу технологічних заходів щодо поліпшення складу води. Поліпшення складу води і використання свердловини в якості джерела централізованого питного водопостачання може бути забезпечено доочищенням води шляхом модернізації свердловини

(встановлення відповідного обладнання для знезараження та обробки води) або альтернативою може бути застосування водоспоживачами локальних систем для доочистки води.

Для оброблення води потрібне її знезаражування із застосуванням одного з таких реагентів: хлор, гіпохлорит, діоксин хлору, хлорамін, знезаражування ультрафіолетовим опроміненням у комбінації з O_2 , H_2O_2 , оброблення озоном і фільтрування з коагулюванням, на перспективу – очистка фільтруванням через біологічно активоване вугілля або через повільні фільтри, а також очищення і знезаражування іншими реагентами і способами, дозволеними санітарно – епідеміологічною службою Міністерства охорони здоров'я України.

2.7 Барабойське водосховище

Барабойське водосховище (рис 2.8) було створене в басейні р. Барабой (мала річка Північно-Західного Причорномор'я) в Біляївському районі Одеської області. Водойма знаходиться в 0,75 км на північний захід від с. Мирне, в 43,6 км від гирла р.Барабой. Водойма збудована у 1981 р. за проектом інституту «Укрпівдендіпроводгосп» (1976р.). За експлуатацію водойми відповідає територіальний підрозділ одеського обласного управління водних ресурсів – Дністровське міжрайонне управління водного господарства. Водойма має статус водного об'єкта загальнодержавного значення (згідно Держводгоспу України від 13.10.2010р №4867/9/11-10). Ширина ПЗС складає 100 м.

Нині Барабойське водосховище – це складний водогосподарський комплекс, який використовується для зрошення земель Біляївського та Овідіюпольського районів Одеської області, рибництва, рекреації. Водосховище входить до складу II черги Нижньо-Дністровської зрошувальної системи. Площа зрошуваних земель до водосховища складає 11,930 тис.га.



Рисунок 2.8 – Топографічна карта – схема Барабойського водосховища

Подачу води з водосховища на зрошення забезпечують 14 насосних станцій Дністровського МУВГ. З наявної кількості зрошуваних земель у 2009 році фактично поливалось 5500 га (46,1%).

Барабойське водосховище відноситься до наливних руслових водойм сезонного регулювання стоку. Для забезпечення проектного водообміну (коефіцієнт – 6.5) і підтримки оптимального рівня води щорічно насосними станціями Дністровського МУВГ примусово за кошти державного бюджету подається 6,5 - 12.0 млн.м³ води з річки Дністер. Це значні фінансові затрати на оплату електроенергії, яка використовується на примусову подачу води в Барабойське водосховище. В залежності від обсягу водних ресурсів, які примусово поповнюються, використовується від 0,33 млн.грн. (у 2005 році) до 1.71 млн.грн (у 2009 році). У 2009 році доля коштів на оплату електроенергії для поповнення Барабойського водосховища склала 58% від загального ліміту на поповнення водосховищ-джерел зрошення Одеської області.

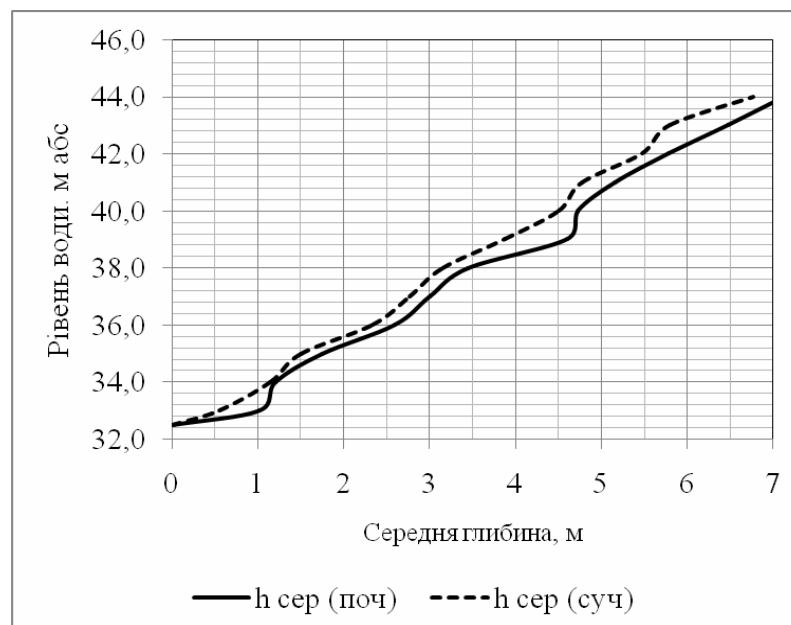
Барабойське водосховище входить до складу II черги НДЗС, побудованої в 1984 році на площі 18 тис. га [45]. Вода на 2 чергу системи подається головною насосною станцією в с. Маяки (ГНС) на висоту 105 м у заспокійливо-регулюючий басейн, з якого самопливом по відкритому каналу попадає в регулюючу ємність - Барабойське водосховище, рівень води в якому перебуває на відмітці 35 м. З Барабойського водосховища насосною станцією НС-1 вода витратою 9 м³/с подається в магістральний канал МК-2, спочатку по двом ниткам напірного водоводу діаметром 1600 мм, потім по одній нитці діаметром 1600 мм, напір НС-1 129 м.

Паспортні дані Барабойського водосховища наведені в табл. 2.24.

За період експлуатації морфометричні показники Барабойського водосховища зазнали змін за рахунок замулення і внутрішніх динамічних процесів. При відмітці 44,0 м абс середня глибина водойми знизилась на 5,3% (з 7,13 м до 6,77 м). Втрата ємності водосховища, яка проявляється у зниженні середньої глибини, добре ілюструється графічно (рис. 2.9).

Таблиця 2.24 – Параметри Барабойського водосховища (в проектних умовах)

| | | |
|---|-------------|-------------|
| Довжина, км | | 5,2 |
| Ширина, м | Максимальна | 800 |
| | середня | 360 |
| Глибина, м | Максимальна | 11,8 |
| | середня | 6,26 |
| Площа дзеркала, га | | 382,5 |
| Об'єм, млн м ³ (повний/корисний) | | 23,97/21,37 |
| Довжина берегової лінії, км | | 26,8 |
| Рівні води, м БС | НПР | 43,5 |
| | РМО | 35,5 |
| | ФПР | 44,6 |

Рисунок 2.9 – Крива середніх глибин Барабойського водосховища в проектних (1976р.) і сучасних (2010 р.) умовах ($h_{\text{сер}}$ (поч.) і $h_{\text{сер}}$ (суч.))

Головними водокористувачами і водоспоживачами Барабойського водосховища є зрошення, рибництво та рекреація.

Річні об'єми заповнення водосховища за наявними даними за 2001-2013 рр. склали від 7,7 млн. м³ до 12,2 млн. м³, водозабір на зрошення складав від 2,16 до 10,6 млн. м³, площа зрошувальних земель коливалась від 3,7 тис га до 8,8 тис га. Потенційні можливості по заповненню і зрошувальним площам значно більше (можливий річний об'єм водозабору 29,6 млн. м³. Середня зрошувальна норма складає 2500 м³/га (за рекомендаціями ДМУВГ).

Водогосподарський баланс водосховища складається з прибуткової і витратної частин. Прибуткову частину складають: самопливний приплив води з власної водозбірної площі в об'ємі умов маловодного року 0,640 млн.м³, підкачка з р.Дністер, атмосферні опади на дзеркало водойми. Витратну частину балансу складають: забір води з водосховища на зрошення, скиди з метою поліпшення водообміну, втрати на випаровування з водного дзеркала водосховища і втрати на фільтрацію.

Загальний режим експлуатації водосховища наступний:

- з квітня по вересень підкачка води из р. Дністер на наповнення;
- в жовтні скид води з водойми до РМО з метою промивки (при наявності такої можливості і погіршенні якості води);
- з листопада по лютий (на час льодових явищ) простій в роботі ГТС.

2.8 Санжейське водосховище [69]

Санжейське водосховище (рис. 2.10-2.11) було споруджено в басейні р. Барабой і розташоване в Овідіопольському районі Одеської області, на північно-східній околиці с. Барабой, в 0,75 км на північ від автодороги Одеса - Овідіополь.

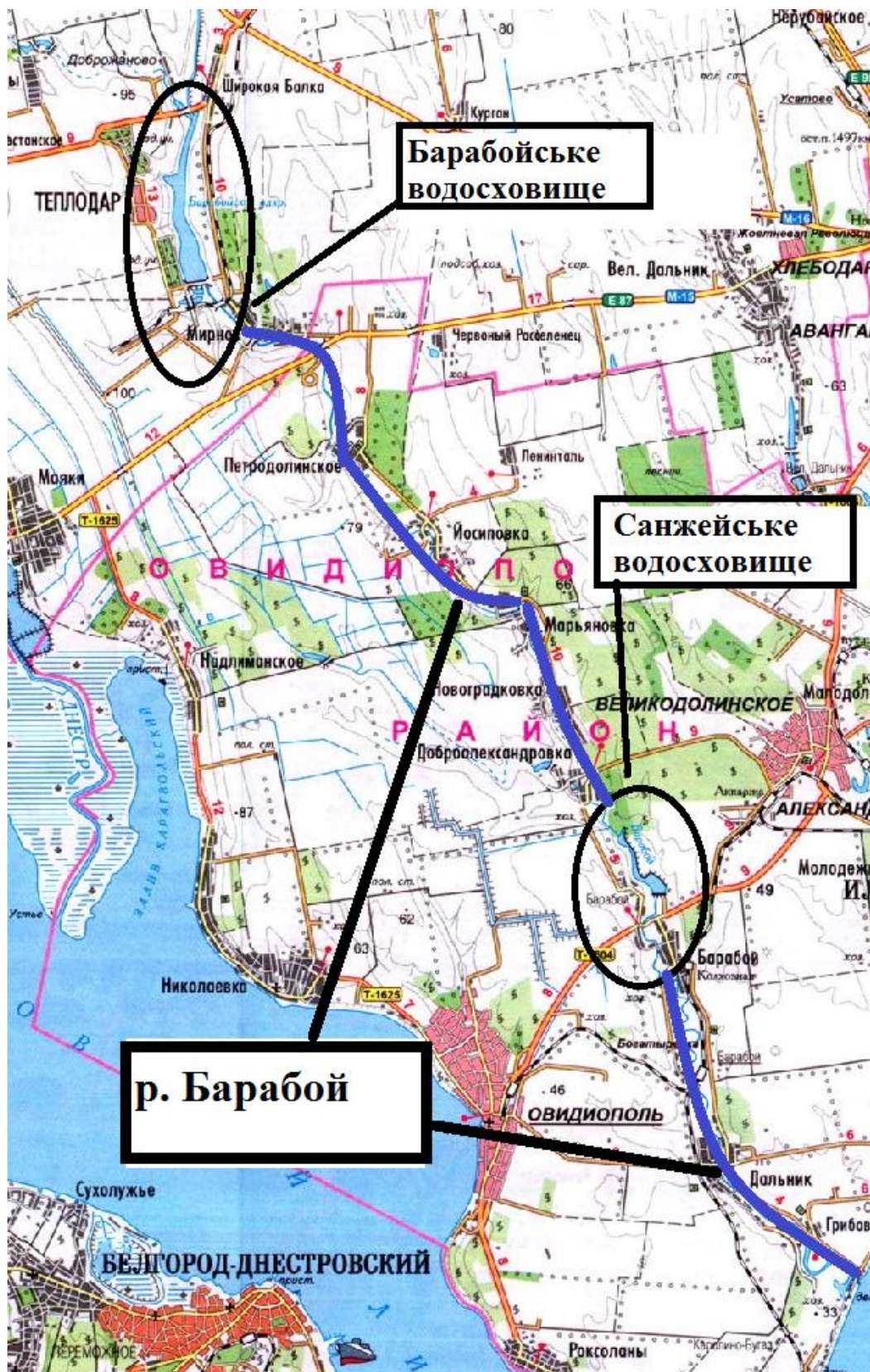


Рисунок 2.10 – Схема розташування Санжейського водосховища в басейні р. Барабой

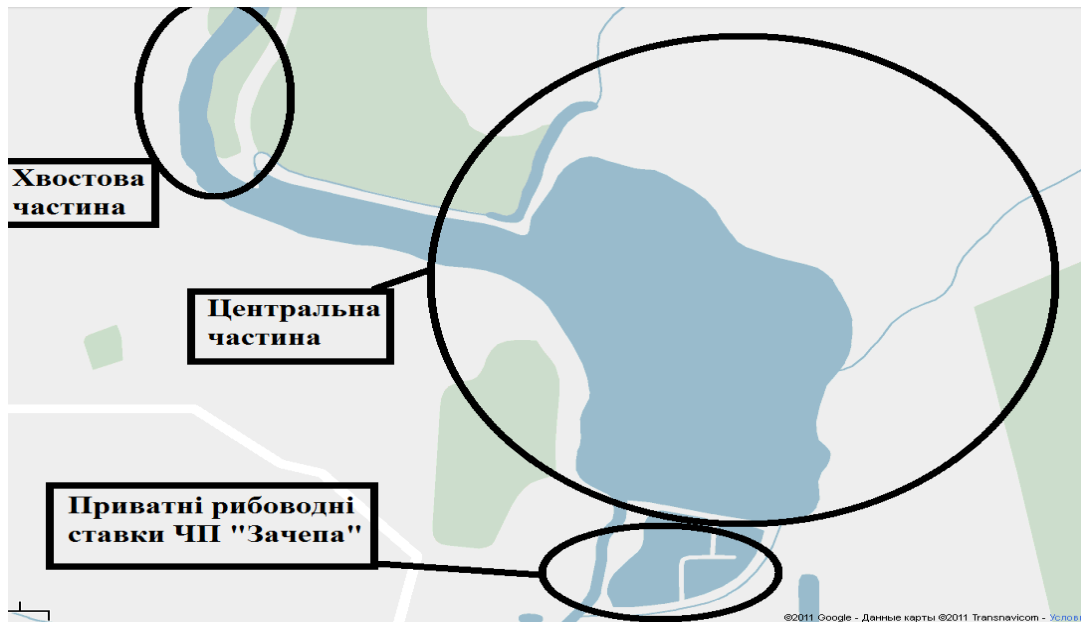


Рисунок 2.11 – Схема зонування Санжейського водосховища

Водойма сезонного регулювання стоку комплексного призначення (зрошення, рибицтво, рекреація), руслового типу, наливна (наповнюється з НДЗС водою з Дністра), споруджена за проектом інституту «Укрпівдендніпроводгосп» (1976 р.). За водогосподарську експлуатацію водосховища відповідає Овідіопольське УВГ, гідрохімічні показники контролюються ОГГМЕ ООУВР, санітарний та епідеміологічний стан контролює Овідіопольська РСЕС. Водний об'єкт загальнодержавного значення (лист Держкомводгоспу України №551/9/11 від 8.02.2011). Ширина ПЗС 50 м.

Санжейське водосховище розташоване між селами Доброолександрівка і Барабой в нижній ділянці р. Барабой, нижче Барабойського водосховища. Водойма складається з хвостової та центральної частин, розділених ґрунтовою перемичкою. У хвостову частину поступає стік р. Барабой та скиди з меліоративної мережі 1 черги НДЗС. В нижньому б'єфі водосховища споруджено декілька невеликих приватних рибогосподарських ставків. Водосховище та вказані ставки використовуються, окрім зрошення, для рибицтва і рекреації і перебувають в оренді (ЧП «Зачепа»).

Санжейське водосховище входить до складу 1 черги НДЗС, яка була побудована в 1967 р. на площі 20 тис га. Головна насосна станція ГНС забирає воду з Дністра і подає по двом ниткам напірного водоводу діаметром 1800 мм на відмітку 98 м в заспокійливо – регулюючий басейн витратою 11 м³/с, з нього самопливом в магістральний канал, який проходить по території зрошувального масиву. Напір ГНС-1 – 98 м.

Спочатку магістральний канал був у земляному руслі, через деякий час його оздобили залізобетоном на півці. Із магістрального каналу МК-1 вода подається НС підкачки у зрошувальну внутрішньогосподарчу мережу. Канал проходить по водороздільному плато (на кордоні тераси), він має ухил і розділений б'єфами на ділянки, між б'єфами влаштовані перегороджуючі споруди – шлюзи регулятори з електроприводом і телекеруванням. При зупинках ГНС вода по ухилу перетікає з б'єфа у б'єф каналу і в ньому не залишається резерву для перерегулювання системи. Якщо ж залишати постійно працювати ГНС протягом доби, чого не запобігти через неприпустимість частих вмикань – вимикань двигунів агрегатів, то при відсутності водорозбору вода йде на скидання. Це відбувалось в перші роки експлуатації, потім в кінці каналу МК-1 було створене Санжейське водосховище, яке приймало технологічні скиди системи 1 черги.

Паспортні дані Санжейського водосховища наведені в табл. 2.25.

Оптимальний режим експлуатації водосховища:

- лютий-березень – перед поливний водообмін для водопідготовки (спеціальний водообмінний цикл) з пониженням відмітки води до РМО 10,8 м. абс. з подальшим поверненням на відмітку НПР 11,50 м.абс. до початку поливного сезону;

- березень - жовтень - підтримка рівня води на відмітках НПР через забір води з р. Дністер через ГНС НДЗС на наповнення безпосередньо водосховища і поточного забезпечення подачі води на зрошування (за заявками водоспоживачів);

Таблиця 2.25 – Головні параметри Санжейського водосховища

| Показники | | Центральна частина | Хвостова частина | Сумарно |
|--|-------------|--------------------|------------------|-------------|
| Довжина, км | | 1,2 | 2,6 | 3,8 |
| Ширина, м | Максимальна | 540 | 95 | 540 |
| | середня | 400 | 73 | 177 |
| Глибина, м | Максимальна | 2,60 | 1,57 | 2,60 |
| | середня | 1,36 | 0,73 | 1,18 |
| Площа дзеркала, га | | 48,1 | 19,15 | 67,25 |
| Об'єм, тис м ³ (повний/корисний) | | 654/319 | 139,1/86,4 | 793,1/405,4 |
| Довжина берегової лінії, км | | 8,25 | 5,25 | 13,5 |
| Рівні води, м БС | НПР | 11,5 | 11,5 | 11,5 |
| | РМО | 10,8 | 10,8 | 10,8 |
| | ФПР | 12,77 | 12,77 | 12,77 |

- жовтень – природне спрацювання водосховища, скидання за наявності надлишків в цілях водообміну до відмітки РМО;

- листопад-січень - природне наповнення і робота водосховища на відмітці НПР 11,5 м абс. для поліпшення умов зимівлі риби.

Головними водоспоживачами і водокористувачами Санжейського водосховища є: зрошування, риборозведення, рекреація.

Водогосподарський баланс водосховища має прибуткову і витратну частини.

Прибуткову частину складають: приток води з власної водозбірної площі, обмеженої створом дамби Санжейського водосховища в об'ємі умов маловодного року 75% забезпеченості; фільтраційні втрати і попуски з Барабойського водосховища; атмосферні опади на дзеркало водоймища; примусова подача дністровської води через ГНС НДЗС; приток скидних вод СООО «Петродолинське» і військової частини В-6282.

Витратну частину балансу складають: забір води з водосховища на зрошення, скидання з метою поліпшення водообміну, втрати на випаровування з водного дзеркала водосховища і втрати на фільтрацію.

2.9 Антропогенні фактори впливу на гідрологічний і гідрохімічний стан водосховищ та їх наслідки

Як вже зазначалося, внаслідок водогосподарських перетворень басейн річки став складовою Нижньодністровської зрошувальної системи, було збудовано Барабойське і Санжейське водосховища комплексного призначення (зрошення, рибориство, рекреація). Для забезпечення роботи зрошувальної системи у поливний період з квітня по жовтень щорічно у великих обсягах відбувається перекидання водного стоку з р.Дністер. Одночасно, річка приймає технологічні скиди зі зрошувальних масивів.

Високий степінь зарегульованості, аграрної освоєності басейну, наявність численних населених пунктів зі зношеними водопровідно-каналізаційними мережами і відсутністю ефективних очисних споруд призвели до зміни гідролого-гідрохімічного режиму р. Барабой. Водні ресурси басейну р.Барабой використовуються для задоволення комплексних потреб народного господарства (зрошення, рибориство, рекреація). Барабойське і Санжейське водосховища є складовими I і II черг НДЗС, які наповнюються перекиданням стоку р.Дністер.

При проектуванні системи для забезпечення водообміну і відповідної якості води в створених водосховищах було передбачено їх регулярне наповнення і промивку значними обсягами дністровської води. Проектні особливості НДЗС не дозволяють оперативно підлаштовувати її роботу під реальні вимоги водоспоживачів, що є великим недоліком. Технологічні

особливості і рельєф місцевості призвели до того, що НДЗС стала найбільш енергоємною зрошувальною системою Одеської області. Висока собівартість подачі води, розвиток крапельного зрошення і відсутність повних дотацій з боку держави призвели до скорочення площ зрошення і обсягів перевидання дністровського стоку на наповнення водосховищ. Все це негативно впливає на якість води в них.

Гідротехнічне будівництво спричиняє позитивні і негативні наслідки. Основні фактори, які впливають на водні об'єкти при гідротехнічному будівництві, є водний режим, гідродинамічні та морфометричні характеристики, термічний режим, а також об'єм та вміст різних речовин, що надходять з водами, які охолоджують теплові та атомні енергооб'єкти. Вони діють на абіотичні параметри та біоту водних екосистем, спричиняючи гідрофізичні, гідрохімічні та гідробіологічні зміни, дуже впливаючи на процеси, що визначають якість води та біопродуктивність.

Наслідки впливу водосховища на екосистему річки можна поділити на такі групи:

- морфометричні параметри (зміна обрисів і протяжності берегової лінії; перерозподіл глибин; зміна площі водного дзеркала);

- гідрофізичні параметри (зміна водності; перерозподіл водного стоку в часі та просторі; зміна швидкості течії; зміна гідродинамічного режиму по вертикалі та площі акваторії; зміна водообміну; зміна термічного режиму);

- гідрохімічні параметри (зміна загальної мінералізації та іонного вмісту; зміна газового (кисневого) режиму; збільшення вмісту органічних та біогенних речовин; зменшення вмісту таких біогенних речовин, як фосфор та залізо, за рахунок седиментації);

- токсико-екологічні та радіоекологічні параметри (збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів; зміна режиму трансформації та міграції токсикантів в екосистемах; збільшення індексів біотестів);

- гідробіологічні та біопродуктивні параметри (зміна складу флори та фауни гідробіонтів; зникнення рідкісних та цікавих видів; зменшення кількості (майже до повного зникнення) важливих господарських видів; розвиток шкідливих видів, які викликають біологічні проблеми, захворювання промислових тварин та людини; зміна складу гідробіоценозів; деградація суспільств гідробіонтів; зменшення біопродуктивності; погіршення рибогосподарського використання водойм, умов нересту цінних видів риби, їх кормової бази, складу промислових стад; збільшення біологічного забруднення; поява «цвітіння» води, обростання схилів каналів, заростання та заболочування водоймищ та водотоків; погіршення умов деструкції органічної речовини та самоочищення; порушення балансу продукційно-деструкційних процесів);

- параметри якості води (зміна загальної мінералізації та іонного вмісту; зниження вмісту розчиненого кисню; збільшення мутності, концентрації завислих речовин; збільшення pH ; збільшення концентрації органічної речовини; поява багатобіомаси фітопланктону («цвітіння» води); погіршення бактеріологічних показників загальної чисельності сапрофітних бактерій, бактерій групи кишкової палички; наявність фенолів, що утворюються при розкладанні фітогенного чи органічного матеріалу; збільшення гідробіологічних індексів; збільшення кольоровості води; поява токсинів синьо-зелених водоростей).

Штучне регулювання русла річок впливає на їх водний режим як вище, так і нижче греблі; змінюється об'єм стоку, його розподіл в часі, швидкість течії, розподіл потоку за поперечним та поздовжнім профілем водного об'єкта. Ці зміни гідрофізичних та морфометричних факторів дуже впливають на структурно-функціональні характеристики суспільств гідробіонтів, процеси біологічного самоочищення та забруднення, що призводить до зміни показників якості води, біопродуктивності, а, виходячи з цього, і умов господарського використання річок

Існуюча система гідрохімічного моніторингу на водосховищах орієнтується передусім на їх іригаційне використання і не дає змоги оцінити повною мірою придатність води для рибного господарства і екологічний стан самих водойм як водних екосистем. Це вимагає проведення більш деталізованих спеціальних спостережень для надання об'єктивної характеристики гідроекологічного стану водосховищ в басейні р.Барабой та впливу Санжейського водосховища на якість води нижньої течії р.Барабой.

Зокрема побудова в нижній течії річки Санжейського водосховища вплинуло на водний режим як вище, так і нижче греблі; змінився об'єм стоку річки, його розподіл в часі, швидкість течії. Ці зміни гідрофізичних та морфометричних факторів дуже вплинули на структурно-функціональні характеристики суспільств гідробіонтів, процеси біологічного самоочищення та забруднення, що призводить до зміни показників якості води, біопродуктивності, а, виходячи з цього, і умов господарського використання річки. Тому дослідження впливу на якість вод р. Барабой такого водогосподарського об'єкта, як Санжейське водосховище, має велику науково-практичну актуальність.

2.10 Оцінка зміни гідрологічних, гідрохімічних характеристик водного об'єкта за останні десятиріччя

2.10.1. Барабойське водосховище. Гідрохімічні показники Барабойського водосховища контролюються в одній станції спеціалістами Одеської гідролого-меліоративної експедиції Одеського обласного управління водних ресурсів (ОГГМЕ ООУВР). В перелік контрольованих речовин входять 23 показники: кольоровість, рН, мутність, розчинений кисень, мінералізація, головні іони, загальна твердість, біогенні сполуки, БСК₅, ХСК, СПАР, нафтопродукти, мідь. Кількість визначень окремих показників по окремим

рокам неоднакова. Лише рН, мінералізація і головні іони визначаються в кожній пробі, решта – епізодично. Це викликано тим, що контроль ведеться перш за все за іригаційними компонентами якості води.

Середньорічні значення основних гідрохімічних показників Барабойського водосховища за даними ОГГМЕ ООУВР за період 2001 – 2013 рр. Аналізуючи отримані значення видно, що кожного року кількість проб води (N), які відбирались на аналіз, неоднакова і коливається від 1 до 7. Натомість гідрохімічні показники змінюються наступним чином. Показник рН змінювався від 7,49 до 8,8 (вода «нейтральна - слабо лужна»). Вміст кальцію коливався в межах 37-74 мг/дм³. Вміст магнію був від 18,2 мг/дм³ до 62,3 мг/дм³. Концентрація натрію змінювалась від 40 мг/дм³ до 95 мг/дм³, калію було від 0мг/дм³ до 8 мг/дм³. Вміст гідрокарбонатів коливався від 102 мг/дм³ до 189мг/дм³. Сульфати у воді змінювались від 85 мг/дм³ до 303 мг/дм³. Хлориди були присутні в концентраціях 40,8 – 79,8 мг/дм³. Мінералізація води у водосховищі змінювалась від 413 мг/дм³ до 655 мг/дм³. Серед біогенних сполук найбільшим є вміст азоту нітратного – від 0 до 3,53 мг/дм³.

Гідрохімічні показники Барабойського водосховища в 2009–2017 рр. епізодично визначались в 4 станціях кафедрою гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ експедиційно, під час навчальних практик з гідроекології. Карта–схема, опис станцій спостережень представлені на рис 2.12 і в табл.2.26. Всього було здійснено 13 сезонних обстежень. Визначався 31 показник за стандартними методиками [50, 70].

Нижче буде проаналізовано отримані гідрохімічні показники Барабойського водосховища за даними кафедри гідроекології ОДЕКУ (по станціям). Аналіз основних фізико-хімічних показників вод Барабойського водосховища показав, що в окремих станціях прозорість змінюється від 4 см до 42 см, мутність води від 0 до 1550 мг/дм³, колір води зеленувато жовтий, кольоровість води висока і складає від 10 ° до 400 °.

Таблиця 2.26 – Станції гідрохімічних спостережень Барабойського водосховища (дані кафедри гідроекології ОДЕКУ)

| Станція | Місцерозташування | Координати GPS (WGS 84) | |
|---------|--|-------------------------|---------------------|
| | | Географічна широта | Географічна довгота |
| б–а | Хвостова частина, водозабірна споруда ГНС «Широка Балка» | 46°31'69,6" | 30°20'84,7" |
| б–б | Правий берег, околиця м. Теплодар | 46°30'13,1" | 30°20'14,5" |
| б–в | Лівий берег, навпроти м. Теплодар | 46°30'64,2" | 30°20'49,7" |
| б–г | Нижня частина, водоскид | 46°28'80" | 30°20'80,8" |

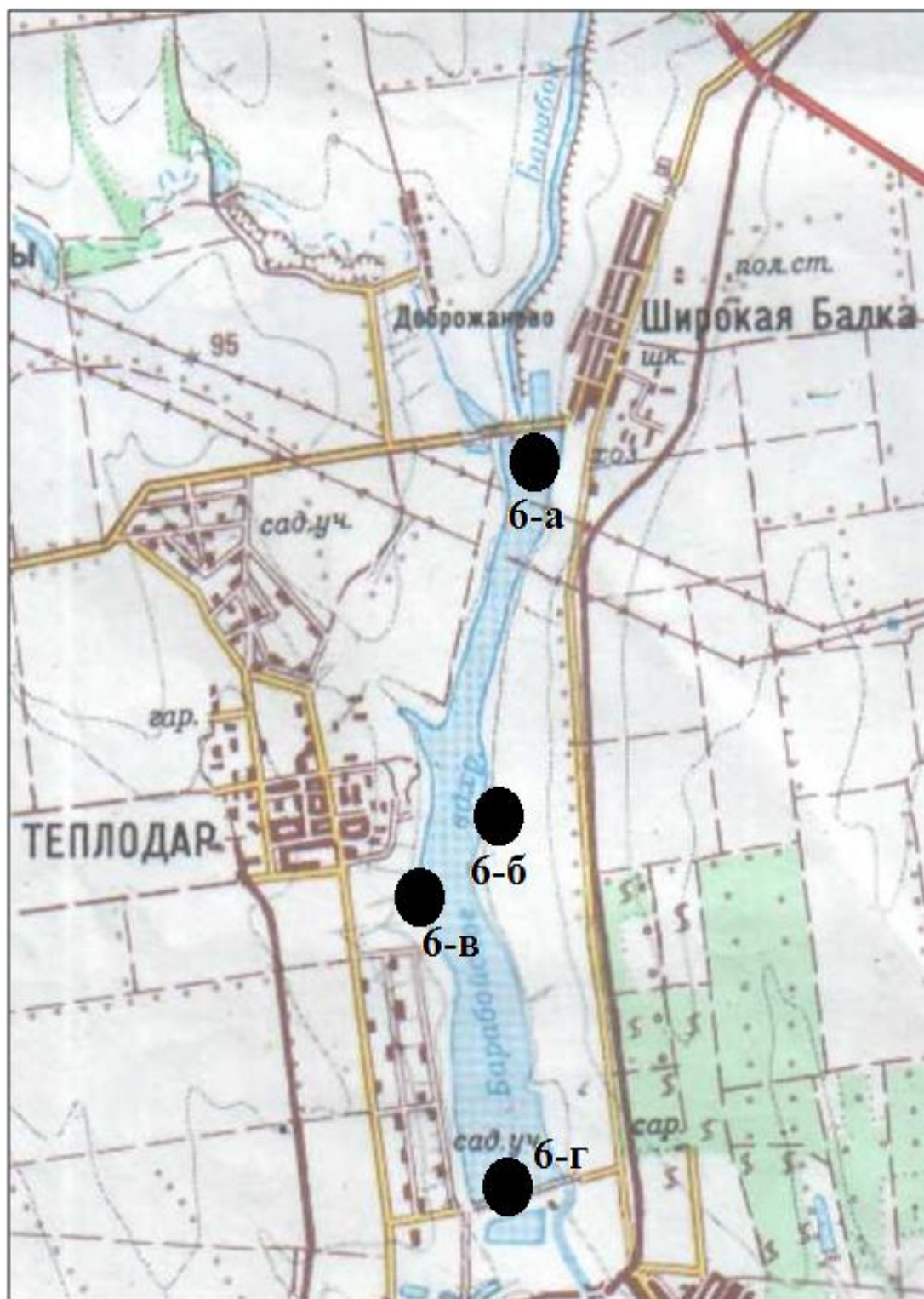


Рисунок 2.12 – Розташування станцій гідрохімічних робіт на Барабойському водосховищі (кафедра гідроекології ОДЕКУ)

За показником рН вода має нейтральну або слабо лужну реакцію. Така значна просторово-часова динаміка показників пояснюється впливом сезонних факторів (вітрові хвилювання, розвиток біологічних процесів). Органолептичні показники вод Барабойського водосховища динамічні. Запах води буває різних видів, інтенсивністю до 2 балів, смак води досягає інтенсивності 4 балів. Наявність у воді сірководню за показниками «загнивання» і «стабільність» переважно на допустимому рівні, хоча є випадки (наприклад, по всіх станціям - 15.04.2010) коли вміст сірководню у воді зростає. Кількість розчиненого кисню у воді Барабойського водосховища безпосередньо пов'язана з гідробіологічним режимом та нагромадженням органічних речовин автохтонного та алохтонного походження. Збагачення води киснем, який виділяють водорості внаслідок фотосинтезу, зумовлює в цілому позитивний баланс кисню, проте нагромадження продуктів метаболізму (яке відбувається одночасно під час інтенсивного фотосинтезу) діє в протилежному напрямку, із збільшенням біомаси водоростей підвищується витрата кисню на дихання і окиснення органічних речовин. Негативний баланс кисню посилюється також впливом антропогенних чинників, які сприяють нагромадженню органічних речовин. Через інтенсивну витрату кисню на мінералізацію органічних решток і неоднорідність розміщення угруповань водоростей і макрофітів спостерігається неоднорідність концентрації кисню по глибині і акваторії. Однак, наявні гідрохімічні дані не дають змоги настільки детально розглядати динаміку розчиненого кисню. За отриманими даними вимірювань абсолютний вміст кисню у воді водосховища коливається від 4,67 мг/дм³ до 20,7 мг/дм³ або від 47 % до 167 % насичення. Таким чином, кисневий режим водойми можна вважати задовільним, хоча в окремі періоди відзначається значне його погіршення до передзаморних величин. Показник БСК₅ змінюється від 1,4 мг/дм³ до 12,2 мг/дм³.

До головних іонів належать іони кальцію, магнію, натрію, калію, хлоридів, гідрокарбонатів, сульфатів. Співвідношення головних іонів у воді

Барабойського водосховища здебільшого визначається характером іонного складу стоку р. Барабой та р. Дністер, що його живлять. Аналіз вимірних концентрацій головних іонів показує, що води Барабойського водосховища мають переважно невисоку загальну твердість, вміст кальцію і магнію. Переважаючим катіоном є натрій і калій, аніоном – гідрокарбонатний.

Мінералізація води у Барабойському водосховищі обумовлена характером водного балансу, акумуляцією вод різних генетичних категорій. За даними вимірювань у водосховищі вода має широкий спектр мінералізації. Так, сухий залишок змінюється від $0,257 \text{ г/дм}^3$ до $2,33 \text{ г/дм}^3$, прокалений залишок становив відповідно $0,176\text{-}1,82 \text{ г/дм}^3$. Різниця між сухим і прокаленим залишком дає уявлення про валовий вміст у воді розчинених органічних речовин. Для Барабойського водосховища вміст органіки у воді коливається від $3,5 \%$ до $62,9 \%$.

Результати проведених досліджень показали, що концентрація біогенних сполук у Барабойському водосховищі схильна до значних коливань. Так, концентрація нітритів змінювалась від 0 до $4,34 \text{ мгN/дм}^3$. Вміст нітратного азоту змінювався в широких межах - від 0 до $22,7 \text{ мгN/дм}^3$. Досить високим в усіх пробах виявився вміст амонійного азоту – від $0,07 \text{ мгN/дм}^3$ до $4,97 \text{ мгN/дм}^3$. Концентрація фосфатів змінювалась від 0 до $1,33 \text{ мгP/дм}^3$.

Мікробіологічні і токсикологічні показники вод Барабойського водосховища досліджувались протягом 2011-2017 рр. Отримані результати свідчать, що в різних станціях в хронічній формі (при тривалому впливі) вода характеризується як нетоксична, хоча інколи – слабо і середньотоксична. В гострій формі (короткочасний вплив) у 2015 – 2017 рр. води мали різний ступінь забруднення. Кількість сапрофітних бактерій у воді в зимовий період 2013 – 2017 рр. змінювалась від $0,054 \text{ тис кл/см}^3$ до $2,276 \text{ тис кл/см}^3$.

2.10.2 Санжейське водосховище Гідрохімічні показники Санжейського водосховища контролюються в двох станціях (аванкамера, перелив) спеціалістами Одеської гідрогеолого-меліоративної експедиції Одеського обласного управління водних ресурсів (ОГГМЕ ООУВР). В перелік контрольованих речовин входять: рН, мутність, розчинений кисень, мінералізація, головні іони, загальна твердість, біогенні сполуки, БСК₅, ХСК, СПАР, нафтопродукти, залізо. Всього контролюється 19 гідрохімічних показників. Однак слід зауважити, що кількість визначень окремих показників неоднакова. Лише рН, мінералізація і головні іони визначаються в кожній пробі, решта – епізодично. Це викликано тим, що контроль ведеться перш за все за іригаційними компонентами якості води.

Середньорічні значення основних гідрохімічних показників Санжейського водосховища за даними ОГГМЕ ООУВР за період 2001 – 2013 рр. Аналізуючи отримані значення видно, що кожного року кількість проб води (N), які відбирались на аналіз, неоднакова і коливається від 1 до 10. Натомість, гідрохімічні показники змінюються наступним чином. Показник рН змінювався від 7,04 до 8,3 (вода «нейтральна - слабо лужна»). Вміст кальцію коливався в межах 115-240 мг/дм³. Вміст магнію був від 79,9 мг/дм³ до 140 мг/дм³. Концентрація натрію змінювалась від 184 мг/дм³ до 406 мг/дм³, калію було від 0 до 10,6 мг/дм³. Вміст гідрокарбонатів коливався від 186 мг/дм³ до 264 мг/дм³. Сульфати у воді змінювались від 472 мг/дм³ до 1112 мг/дм³. Хлориди були присутні в концентраціях 231 – 449 мг/дм³. Мінералізація води у водосховищі змінювалась від 1301 мг/дм³ до 3221 мг/дм³. Серед біогенних сполук найбільшим є вміст азоту нітратного – від 0,5 мг/дм³ до 21,4 мг/дм³.

Гідрохімічні показники Санжейського водосховища в 2009– 2017 рр. епізодично визначались в 4 станціях кафедрою гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ експедиційно, під час навчальних практик з гідроекології. Карта–схема, опис станцій спостережень представлені на рис 2.13 і в табл.2.27.

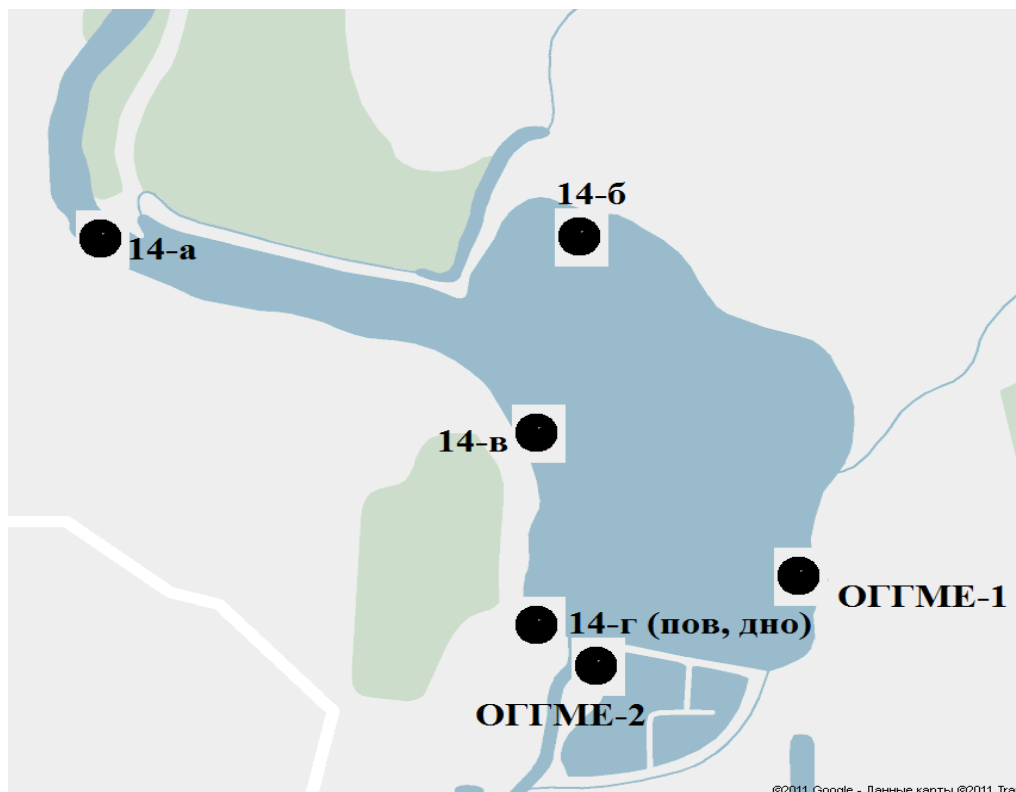


Рисунок 2.13 – Розташування станцій гідрохімічного контролю Санжейського водосховища (14 а,б,в,г – кафедра гідроекології ОДЕКУ; 1,2 – ОГГМЕ ООУВР)

Таблиця 2.27 – Станції гідрохімічних спостережень Санжейського водосховища (дані кафедри гідроекології ОДЕКУ)

| Станція | Місцезнаходження | Координати GPS (WGS 84) | |
|---------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| | | Географічна широта | Географічна довгота |
| 14-а | Хвостова частина, ґрунтовий переїзд | 46°18'56,5" | 30°29'96,6" |
| 14-б | Лівий берег | 46°18'50,5" | 30°30'62" |
| 14-в | Правий берег | 46°18'43,8" | 30°30'34,3" |
| 14-г | Нижня частина, водоскид | 46°18'12,9" | 30°30'28,8" |

Всього було здійснено 13 сезонних обстежень. Визначався 31 показник за стандартними методиками [44, 49]. Нижче буде проаналізовано отримані гідрохімічні показники Санжейського водосховища за даними кафедри гідроекології ОДЕКУ (по станціям).

Сучасний седиментаційний режим Санжейського водосховища формується за рахунок алохтонного надходження зависей з водозбірної площі з поверхневим і підземним стоком та автохтонної складової – розмиву берегів і органічних суспензій. На прозорість впливають біологічні і механічні чинники (в теплий період прозорість знижується під час спалахів розвитку фітопланктону і скаламучування донних відкладів при вітровому хвилюванні, взимку під льодом вода відстоюється і освітлюється). Вода за рахунок накопичення органічних речовин має інтенсивне жовто-коричневе забарвлення.

Аналіз основних фізико-хімічних показників вод Санжейського водосховища показав, що в окремих станціях прозорість змінюється від 7 см до 42 см, мутність води від 0 до 150 мг/дм³, колір води зеленуватий і жовтий, кольоровість води висока і складає від 14 ° до 110 °. За показником рН вода має нейтральну або слабо лужну реакцію. Така значна просторово-часова динаміка показників пояснюється впливом сезонних факторів (вітрові хвилювання, розвиток біологічних процесів).

Органолептичні показники вод Санжейського водосховища динамічні. Як показали наші дослідження, запах і смак води в різних станціях навіть протягом одного дня можуть істотно відрізнитись за характером і інтенсивністю. Так, типовими запахами води є невизначений, трав'янистий, рибний, болотний, земляний, сірководневий, затхлий. Інтенсивність запаху переважно до 4 балів (до «відчутного»). Смак води буває солоним, солонуватим, солодкуватим, гіркуватим, болотним, металевим інтенсивністю переважно до 3 балів («помітний»). Показник «пінистість» використовувався нами для якісної оцінки присутності у воді деяких СПАР природного і штучного походження. В різних станціях спостережень, переважно, цей

показник був негативним, але є поодинокі випадки, коли він був позитивним. Це вказує на появу у воді зазначених вище речовин (як один з наслідків рибогосподарського використання водойми). Показники «загнивання» і «стабільність» використовувались нами для якісної оцінки наявності у воді сірководню. Було встановлено, що в усіх пробах рівень наявності у воді сірководню був допустимий (негативне загнивання). Але відзначимо поодинокі виявлення випадків зниження стабільності води нижче 80%, що є індикатором наявності у воді великих кількостей органіки, яка при застійних явищах у водоймі здатна швидко розкладатись і призводити до накопичення у воді сірководню як продукту розкладу (погіршення якості води при недостатньому водообміні). Кількість розчиненого кисню у воді Санжейського водосховища безпосередньо пов'язана з гідробіологічним режимом та нагромадженням органічних речовин автохтонного та алохтонного походження. Збагачення води киснем, який виділяють водорості внаслідок фотосинтезу, зумовлює в цілому позитивний баланс кисню, проте нагромадження продуктів метаболізму (яке відбувається одночасно під час інтенсивного фотосинтезу) діє в протилежному напрямку, із збільшенням біомаси водоростей підвищується витрата кисню на дихання і окиснення органічних речовин. Негативний баланс кисню посилюється також впливом антропогенних чинників, які сприяють нагромадженню органічних речовин. Через інтенсивну витрату кисню на мінералізацію органічних решток і неоднорідність розміщення угруповань водоростей і макрофітів спостерігається неоднорідність концентрації кисню по глибині і акваторії. Однак, наявні гідрохімічні дані не дають змоги настільки детально розглядати динаміку розчиненого кисню. За отриманими даними вимірювань абсолютний вміст кисню у воді водосховища коливається від 4,12 мг/дм³ до 34,8 мг/дм³ або від 40,5 % до 368 % насичення. Таким чином, кисневий режим водойми можна вважати задовільним, хоча в окремі періоди відзначається значне його погіршення до передзаморних величин. Показник БСК₅ змінюється від 0,5 мг/дм³ до 32,9 мг/дм³. До головних іонів належать іони

кальцію, магнію, натрію, калію, хлоридів, гідрокарбонатів, сульфатів. Співвідношення головних іонів у воді Санжейського водосховища здебільшого визначається характером іонного складу стоку р.Барабой та р.Дністер, що його живлять. Аналіз вимірних концентрацій головних іонів показує, що води Санжейського водосховища мають високий вміст загальної твердості, кальцію і магнію. Неможна виділити переважання конкретних катіонів і аніонів у складі води, тобто іонний склад води нестійкий і змінюється.

Мінералізація води у Санжейському водосховищі обумовлена характером водного балансу, акумуляцією вод різних генетичних категорій. За даними вимірювань у водосховищі вода має широкий спектр мінералізації. Так, сухий залишок змінюється від $0,66 \text{ г/дм}^3$ до $4,98 \text{ г/дм}^3$, прокалений залишок становив відповідно $0,555\text{-}3,98 \text{ г/дм}^3$. Різниця між сухим і прокаленим залишком дає уявлення про валовий вміст у воді розчинених органічних речовин. Для Санжейського водосховища вміст органіки коливається від 11,6 % до 26 % .

Результати проведених досліджень показали, що концентрація біогенних сполук у Санжейському водосховищі схильна до значних коливань. Так, концентрація нітритів змінювалась від 0 до $11,3 \text{ мгN/дм}^3$. Вміст нітратного азоту змінювався в широких межах - від 0 до $82,3 \text{ мгN/дм}^3$. Досить високим в усіх пробах виявився вміст амонійного азоту – від 0 до $40,6 \text{ мгN/дм}^3$. Концентрація фосфатів змінювалась від 0 до $0,239 \text{ мгP/дм}^3$.

Мікробіологічні і токсикологічні показники вод Санжейського водосховища досліджувались протягом 2011-2017 рр. Отримані результати свідчать, що в різних станціях в хронічній формі (при тривалому впливі) вода характеризується від нетоксичної до вельми токсичної. В гострій формі (короткочасний вплив) у 2015 – 2017 рр. води мали різний ступінь забруднення. Кількість сапрофітних бактерій у воді в зимовий період 2013 – 2017 рр. змінювалась від $0,2 \text{ тис кл/см}^3$ до $10,7 \text{ тис кл/см}^3$.

2.10.3 Створи вище і нижче Санжейського водосховища. Для вирішення поставлених задач по з'ясуванню можливого впливу Санжейського водосховища на якість вод р.Барабой протягом 2009–2017 рр. епізодично проводились гідрохімічні спостереження в двох створах кафедрою гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ експедиційно, під час навчальних практик з гідроекології. Створи розташовані вище і нижче водосховища в межах с.Доброолександрівка і Барабой відповідно. Карта–схема, опис станцій спостережень представлені на рис. 2.14 і в табл. 2.28. Всього було здійснено 13 сезонних обстежень. Визначався 31 показник за стандартними методиками [44, 49]. Нижче буде проаналізовано отримані гідрохімічні показники за даними кафедри гідроекології ОДЕКУ (по станціям).

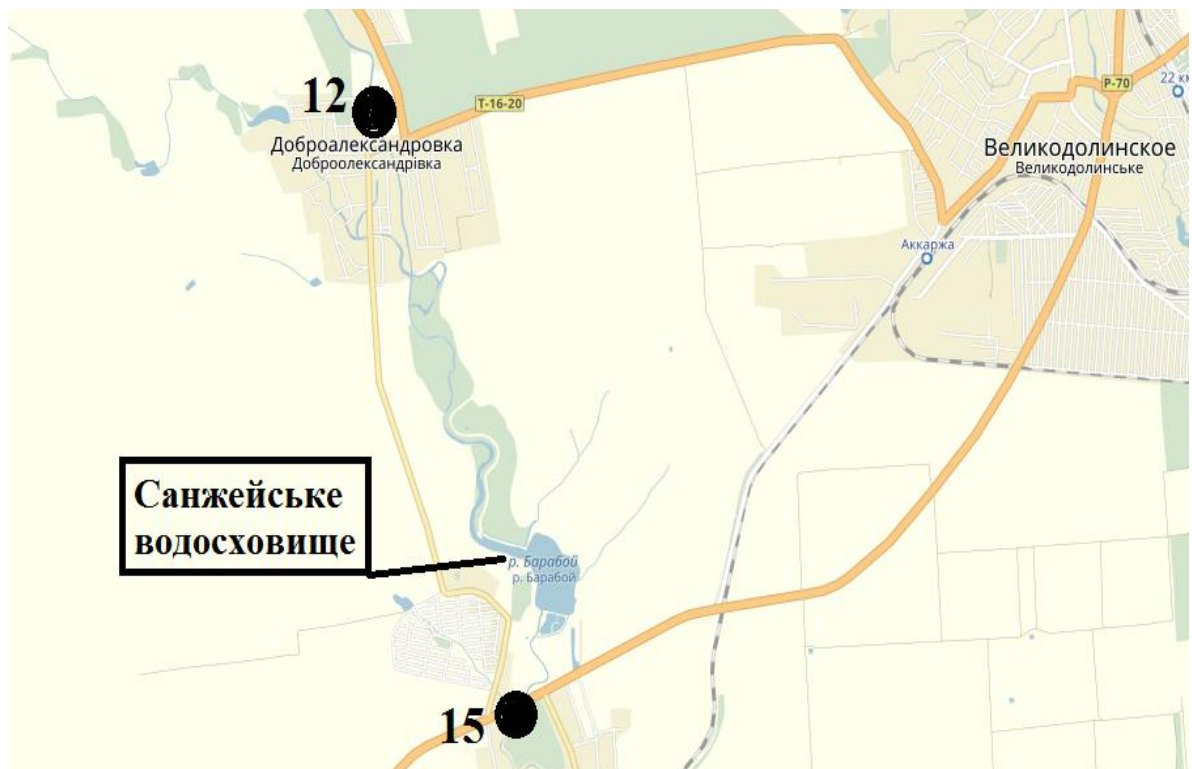


Рисунок 2.14 – Схема розташування станцій гідрохімічних робіт вище і нижче Санжейського водосховища в басейні р.Барабой (дані ОДЕКУ)

Таблиця 2.28 – Станції гідрохімічних спостережень Санжейського водосховища (дані кафедри гідроекології ОДЕКУ)

| Станція | Місцерозташування | Координати GPS (WGS 84) | |
|---------|---|-------------------------|---------------------|
| | | Географічна широта | Географічна довгота |
| 12 | р. Барабой–с.Доброолександрівка, а/м мост на північній околиці села, поворот траси на Великодолинське | 46°20'28,3" | 30°29'16,1" |
| 15 | р. Барабой – с. Барабой 0,5 км вище с. Барабой, створ а/д моста траси Одеса-Овидіополь | 46°17'42,1" | 30°30'10,3" |

Аналіз основних фізико-хімічних показників вод в створах контролю показав, що Санжейське водосховище сприяє освітленню води р. Барабой, що виражається у збільшенні прозорості. Так, 5.03.2017 р. вище водойми прозорість була 35 см, добою пізніше нижче водойми прозорість складала більше 42 см. В той же час істотного впливу на мутність води водойма не справляє. Колір води по шкалі відповідає зеленому, жовтому. Кольоровість води змінюється незначно. За показником рН вода має нейтральну або слабо лужну реакцію.

Органолептичні показники вод річки Барабой вище і нижче Санжейського водосховища незначно змінюються. Так, запах води буває різного характеру, інтенсивністю до 4 балів. Смак води нижче водойми більш інтенсивний, до 4 балів. В обох створах вода лишається задовільною по вмісту в ній легкоокислюваної органіки (стабільність переважно більше 80%, пінистість і загнивання негативні).

Дуже важливим є аналіз показників кисневого режиму води р.Барабой вище і нижче Санжейського водосховища через те, що в ньому активно

«працюють» планктон, макрофіти в якості продуцентів і бактерії з тваринами в якості редуцентів органіки. За отриманими даними вимірювань абсолютний вміст кисню у воді нижче водойми відчутно знижується, так наприклад, 5 березня вміст кисню у воді вище водойми був $29,9 \text{ мг/дм}^3$, а добою пізніше знизився вдвічі до $15,6 \text{ мг/дм}^3$. А інколи, а саме 8 жовтня 2009 р., 18 квітня 2011 р. концентрація кисню у воді нижче водосховища знижувалась критично навіть до 1 мг/дм^3 . Тобто, фіксувались заморні явища. Натомість, показник БСК₅ нижче водосховища зменшувався. Тобто, можна зробити висновок, що у водоймі при попаданні в неї великої кількості органічних і можливо забруднюючих речовин зі стоком річки самоочисні властивості працюють, хоча і на межі можливого, зважаючи на замори.

До головних іонів належать іони кальцію, магнію, натрію, калію, хлоридів, гідрокарбонатів, сульфатів. Співвідношення головних іонів у воді Санжейського водосховища здебільшого визначається характером іонного складу стоку р.Барабой та р.Дністер, що його живлять. Аналіз вимірних концентрацій головних іонів показує, що при проходженні через Санжейське водосховище загальна твердість і вміст головних іонів зазнають невеликих змін.

Мінералізація води р.Барабой на вході і на виході з Санжейського водосховища змінюється незначно і може як збільшуватись, так і зменшуватись. Так само поводить себе і валовий вміст органічних речовин. Це обумовлено характером водного балансу, акумуляцією вод різних генетичних категорій у водосховищі.

Щодо вмісту у воді вище і нижче Санжейського водосховища біогенних сполук можна побачити, що на суміжні дати знижується вміст нітратів, фосфатів а от вміст нітритів і амонію може як зростати, так і зменшуватись. У воді іноді виявлені високі концентрації азоту нітратного і амонійного.

Мікробіологічні і токсикологічні показники вод вище і нижче Санжейського водосховища досліджувались протягом 2011-2017 рр. Отримані

результати свідчать, що на суміжні дати нижче водойми зростають показники хронічної токсичності води, гостра токсичність переважно зменшується. Вміст сапрофітних бактерій у воді нижче водосховища переважно зростає.

2.11 Оцінка гідроекологічного стану водного об'єкта по різних методикам

2.11.1 Барабойське водосховище. За методикою КІЗ [44] було оцінено якість води Барабойського водосховища для рибогосподарських потреб. Розрахунок проводився по 12 речовинам: розчинений кисень, БСК, сухий залишок, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфор фосфатів, кальцій, магній, натрій-калій, сульфати, хлориди. В табл. А.1 додатку А наведені докладні результати оцінки якості води по окремим станціям.

Було отримано, що у верхній хвостовій частині з 12 показників для 10 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 83%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, кальцію, хлоридам – «слабо забруднена»; по мінералізації, азоту нітратному, фосфатам, сульфатам – «забруднена»; по магнію, натрію-калію – «брудна»; по БСК, азоту амонійному – «Дуже брудна»; найбільшим забруднювачем є азот нітритний, за вмістом якого фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 3,92 бали, що відповідає класу IV а) («дуже брудна»).

На правому березі водосховища з 12 показників для 8 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 67%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, азоту нітратному, фосфатам, кальцію, хлоридам – «слабо забруднена»; по

мінералізації – «забруднена»; по магнію, сульфатам, натрію-калію – «брудна»; по БСК, азоту амонійному – «дуже брудна»; найбільшим забруднювачем є азот нітритний, за вмістом якого фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 3,75 бали, що відповідає класу IV а) («дуже брудна»).

На лівому березі водосховища з 12 показників для 7 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 58%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, азоту нітратному, фосфатам, кальцію, натрію-калію, хлоридам – «слабо забруднена»; по мінералізації – «забруднена»; по магнію, сульфатам – «брудна»; по БСК, азоту нітратному, амонійному - «дуже брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 3,25 бали, що відповідає класу III б) («брудна»).

В нижній пригреблевій частині водосховища з 12 показників для 7 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 58%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, азоту нітратному, фосфатам, кальцію, натрію-калію, хлоридам – «слабо забруднена»; по мінералізації – «забруднена»; по азоту амонійному, магнію, сульфатам – «брудна»; по БСК – «дуже брудна»; найбільшим забруднювачем є азот нітритний, за вмістом якого фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 3,16 балів, що відповідає класу III б) («брудна»).

Отримані результати оцінки якості води за даними ОГГМЕ ООУВР і ОДЕКУ не співпали між собою. За даними ОДЕКУ якість води Барабойського водосховища виявилась значно гіршою. Причиною цього є різна кількість відібраних проб по кожному показнику, в тому числі - зосередженість проб ОДЕКУ переважно на зимовому сезоні, коли якість води у водоймі гірше при відсутності закачок з Дністра. Дані ОГГМЕ ООУВР представлені в 4 рази

більшою кількістю проб, більше зосереджених на сезон поливу з квітня по жовтень, коли є постійне наповнення свіжою водою з Дністра. Також слід зазначити, що дані ОДЕКУ представляють різні за своїми умовами частини водойми, в той час як дані ООУВР характеризують одну точку відбору, яка розташована в верхній хвостовій частині водосховища.

Порівняння отриманих даних в таблиці А.2 додатку А показує, що в різних частинах водосховища якість води по методу КІЗ неоднорідна, в кращому стані є нижня пригреблева частина водойми і район біля лівого берега, де якість води відповідала III б) класу («брудна»), в найгіршому стані якість води біля правого берега і у верхній хвостовій частині, де якість відповідає IV а) класу («дуже брудна»). Для більшості станцій було отримано, що найбільше всього вода забруднена азотом нітритним. Це свідчить про велике біогенне забруднення Барабойського водосховища, одним з вірогідних джерел якого може бути забруднення стічними водами м. Теплодар, які по зношеним системам каналізаційних мереж фільтруються у водойму з правого берега. В свою чергу найбільший рівень забруднення верхньої хвостової частини водойми можна пояснити негативним впливом забрудненого місцевого притоку у цю зону по балці Майорська (протікає через с.Доброжанове, де розташоване сміттєзвалище м. Теплодар) і обмеженим водообміном у цій частині водосховища.

Аналогічна оцінка якості вод Барабойського водосховища по даним ОГГМЕ ООУВР за методом КІЗ по рибогосподарським нормам ГДК за період 2001 – 2013 рр. (табл. А.3, додаток А) показує, що з 18 показників для 11 відзначались випадки перевищень ГДК, тож комплексність забруднення склала 61%. По вмісту більшості речовин вода характеризується як «слабо забруднена», по розчиненому кисню, азоті нітратному, ХСК вода є «забрудненою», по БСК, магнію, сульфатам – «брудною». Сумарне забруднення по показнику ПКІЗ склало 2,61 балів, що відповідає класу якості води III а) – «брудна».

За [44] по наявним гідрохімічним даним ОДЕКУ було здійснено розрахунок екологічних індексів якості води Барабойського водосховища за 2009-2017 рр. по всім станціям по середнім і найгіршим значенням показників. Отримані дані (табл. А.4, додаток А) свідчать, що за мінералізацією (СЗ) води водойми за середніми значеннями є прісними, олігогалинними, по найгіршим показникам – солонуватими мезогалинними. За окремими показниками фіксуються різні категорії якості води, але в підсумку за середніми значеннями показників екологічна якість вод Барабойського водосховища переважно відповідає 4-й категорії III класу якості води (за станом – задовільна, за чистотою – слабо забруднена). За найгіршими значеннями показників якість води погіршується на категорію і відповідає 5-й категорії III класу (за станом – посередні, за чистотою – помірно забруднені). За даними ОГГМЕ ООУВР оцінка екологічної якості вод Барабойського водосховища за період 2001-2013 рр. показує, що вода є прісною олігогалинною, екологічний індекс якості води за середніми значеннями показників відповідає 4-й категорії III класу (за станом вода задовільна, за чистотою – слабо забруднена), але за найгіршими значеннями показників якість вод погіршується до 6 категорії IV класу (за станом води погані, за чистотою – брудні). По окремим показникам результати такі ж, як і за даними ОДЕКУ.

2.11.2 Санжейське водосховище За методикою КІЗ [44] було оцінено якість води Санжейського водосховища для рибогосподарських потреб. Розрахунок проводився по 12 речовинам: розчинений кисень, БСК, сухий залишок, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфор фосфатів, кальцій, магній, натрій-калій, сульфати, хлориди. В табл. Б.1 додатку Б наведені докладні результати оцінки якості води по окремим станціям.

Було отримано, що у верхній хвостовій частині з 12 показників для 10 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 83%.

По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, фосфатам – «слабо забруднена»; по нітратам – «забруднена»; по кальцію, натрію-калію – «брудна»; по БСК, мінералізації, магнію, сульфатам – «дуже брудна»; найбільшими забруднювачами є азот нітритний і амонійний, за вмістом яких фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 6,16 балів, що відповідає класу IV б) («дуже брудна»).

На лівому березі водосховища з 12 показників для 9 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 75%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, фосфатам, натрію-калію, сульфатам – «слабо забруднена»; по азоту нітратному - «забруднена»; по кальцію, хлоридам – «брудна»; по БСК, мінералізації, магнію – «дуже брудна»; найбільшими забруднювачами є азот нітритний і амонійний, за вмістом яких фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 5 балів, що відповідає класу IV б) («дуже брудна»).

На правому березі водосховища з 12 показників для 8 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 67%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, фосфатам, натрію-калію, сульфатам – «слабо забруднена»; по азоту нітратному – «забруднена»; по кальцію, хлоридам – «брудна»; по БСК, мінералізації, магнію, азоту амонійному - «дуже брудна». Найбільшим забруднювачем є азот нітритний, за вмістом якого фіксується «характерна забрудненість дуже високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 5,17 балів, що відповідає класу IV а) («дуже брудна»).

В нижній пригреблевій частині перед водозливом водосховища з 12 показників для 9 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність

забруднення склала 75%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, азоту нітратному, фосфатам – «слабо забруднена»; по кальцію, натрію-калію, хлоридам – «брудна»; по БСК, мінералізації, магнію, сульфатам – «дуже брудна»; найбільшими забруднювачами є азот нітритний і амонійний, за вмістом якого фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 5,92 балів, що відповідає класу IV б) («дуже брудна»).

Порівняння отриманих даних в таблиці Б.2 додатку Б показує, що в різних частинах водосховища якість води по методу КІЗ однорідна, в усіх станціях якість відповідає IV класу («дуже брудна»), хоча порівняння якості води у верхній частині і на водозливні водойми показує певне поліпшення її стану, коли ПКІЗ зменшився з 6,16 балів до 5,92 балів. Вода найбільше забруднена азотом нітритним і амонійним. В табл. Б.3 наведені результати оцінки якості води Санжейського водосховища для рибогосподарських потреб за даними ОГГМЕ ООУВР. Розрахунок проводився за 14 показниками якості води. Було отримано, що для 11 показників були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 78,6%. Сумарна забрудненість за показником КІЗ складає 69 балів, питома забрудненість ПКІЗ 4,93 бали. Клас якості води IV а) «дуже брудна». Рівень забруднення за окремими гідрохімічними показниками розподіляється таким чином:

- за вмістом розчиненого кисню, калію, фосфатів узагальнені бали якості відповідають «одичній забрудненості низького рівня», вода оцінюється як «слабо забруднена»;

- за вмістом азоту нітратного і амонійного оцінні бали якості відповідають «нестійкій забрудненості низького рівня», вода оцінюється як «забруднена»;

- за вмістом іонів заліза і кальцію спостерігається «стійка забрудненість низького рівня», вода «брудна»;

- за вмістом хлоридів формується «характерна забрудненість низького рівня», вода «брудна»;
- за вмістом БСК₅, магнію, натрію, сульфатів, мінералізації вода має «характерну забрудненість середнього рівня», оцінюється як «дуже брудна»;
- найбільшим забруднювачем води (ЛОЗ) є азот нітритний, який формує «характерну забрудненість високого рівня», робить воду «неприпустимо брудною».

За наявними гідрохімічними даними ОДЕКУ було здійснено розрахунок екологічних індексів якості води [44] Санжейського водосховища за 2009-2017 рр. по всім станціям по середнім і найгіршим значенням показників. Отримані дані (табл. Б.4, Б.5, додаток Б) свідчать, що за мінералізацією (СЗ) води водойми є солонуватими, мезогалинними. За окремими показниками фіксуються різні категорії якості води, але в підсумку на середніми значеннями показників екологічна якість вод Санжейського водосховища переважно відповідає 4-й категорії III класу якості води (за станом – задовільна, за чистотою – слабо забруднена). За найгіршими значеннями показників якість води погіршується на категорію і відповідає 5-й категорії III класу (за станом – посередні, за чистотою – помірно забруднені). За даними ОГГМЕ ООУВР оцінка екологічної якості вод Санжейського водосховища за період 2001-2013 рр. показує, що вода є солонуватою олігогалинною, екологічний індекс якості води за середніми значеннями показників відповідає 4-й категорії III класу (за станом вода задовільна, за чистотою – слабо забруднена), але за найгіршими значеннями показників якість вод погіршується до 6 категорії IV класу (за станом води погані, за чистотою – брудні). По окремим показникам результати такі ж, як і за даними ОДЕКУ.

2.11.3 Створи вище і нижче Санжейського водосховища За методикою КІЗ [44] було оцінено якість води р. Барабой вище і нижче Санжейського

водосховища для рибогосподарських потреб. Розрахунок проводився по 12 речовинам: розчинений кисень, БСК, сухий залишок, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфор фосфатів, кальцій, магній, натрій-калій, сульфати, хлориди. Кратність перевищення ГДК відзначається по більшості показників, найбільше виявлене перевищення по азоту нітратному (вище водойми до 54,5 ГДК, нижче – до 58 ГДК) і азоту амонійному (вище водойми – до 101 ГДК, нижче – до 74 ГДК).

Статистичне узагальнення результатів оцінки якості води в таблиці В.1 додатку В показало наступне.

Було отримано, що у створі р.Барабой – с.Доброолександрівка, тобто вище Санжейського водосховища, з 12 показників для 10 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 83%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, фосфатам – «слабо забруднена»; по нітратам – «забруднена»; по кальцію, натрію-калію, сульфатам, хлоридам – «брудна»; по БСК, мінералізації, магнію – «дуже брудна»; найбільшими забруднювачами є азот нітритний і амонійний, за вмістом яких фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 5,58 балів, що відповідає класу IV б) («дуже брудна»).

В створі р.Барабой – с.Барабой, тобто, нижче Санжейського водосховища, з 12 показників для 9 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 75%. По окремим показникам якість води характеризується так: фосфати, натрій-калій, сульфати – слабо забруднена, по розчиненому кисню, нітратам - забруднена; по БСК, кальцію, хлоридам – брудна; по мінералізації, магнію – дуже брудна; найбільшими забруднювачами є азот нітритний і амонійний, за вмістом яких фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 4,92 бали, що відповідає класу IV б) («дуже брудна»).

Порівняння отриманих даних в таблиці В.2 додатку В показує, що нижче Санжейського водосховища забрудненість вод р.Барабой знижується на 12%, що проявляється в зменшенні показника ПКІЗ з 5,58 на вході до 4,92 на виході з водосховища. При цьому комплексність забруднення знижується з 83 до 75 %, сумарне забруднення по КІЗ – з 67 до 59 балів, клас якості і найбільші забруднюючі речовини лишаються без змін.

Стосовно якості води, метод КІЗ дозволяє зробити висновок, що вода найбільше забруднена азотом нітритним і амонійним. Це свідчить про велике біогенне забруднення річки Барабой в цілому. Така ситуація обумовлена природними і антропогенними причинами. Забрудненість води біогенними сполуками викликана скиданням в р.Барабой стічних вод населених пунктів і агропідприємств, а також зливом з сільгоспугідь залишків мінеральних добрив і засобів захисту рослин, а також є результатом технологічних процесів при вирощуванні риби (внесення у воду добрив, тощо). Якість вод у аналізованих створах не відповідає існуючим рибогосподарським нормативам ГДК і тут не можна безпечно вести рибництво. Слід в першу чергу вжити заходів зі зниження біогенного забруднення води.

За наявними гідрохімічними даними ОДЕКУ було здійснено розрахунок екологічних індексів якості води [44] вище і нижче Санжейського водосховища за 2009-2017 рр. по середнім і найгіршим значенням показників. Отримані дані (табл. В.3, додаток В) свідчать, що за мінералізацією (СЗ) води водойми є солонуватими, мезогалинними. За окремими показниками фіксуються різні категорії якості води, але в підсумку за середніми значеннями показників екологічна якість вод не змінюється по класу і відповідає 4-й категорії III класу якості води (за станом – задовільна, за чистотою – слабо забруднена). Але при цьому варто зазначити зменшення значення екологічного індекса з 4.00 вище водойми до 3,57 нижче водойми. В той же час за найгіршими значеннями показників якість води погіршується на категорію і відповідає 5-й категорії III

класу (за станом – посередні, за чистотою – помірно забруднені). І при цьому інтегральний екологічний індекс зростає з 4,86 балів до 5,36 балів, або на 10%.

2.12 Рекомендації щодо збереження і подальшого використання водних об'єктів, оптимізації їх експлуатації

По результатам дослідження гідроекологічного стану Барабойського водосховища слід відзначити наступне. В усіх випадках за рибогосподарськими нормативами води Барабойського водосховища є неякісною і тут не можна безпечно вести рибництво. Погіршення якості води є наслідком зменшення штучного водообміну водосховища (подачі дністровської води). І це створює перешкоди для безпечного рибогосподарського використання водойми. Ця проблема ще не набула якогось катастрофічного характеру, але вимагає уваги до себе. Безпечне використання Барабойського водосховища вимагає чіткого управління його водними ресурсами, регулярних підкачок дністровської води і постійного гідрохімічного моніторингу, причому перелік контрольованих показників варто збільшити з урахуванням не лише іригаційних потреб, а й рибогосподарських. Для поліпшення якості вод і екологічного стану водосховища слід в першу чергу вжити заходів зі зниження біогенного забруднення його вод.

Отримані результати оцінки якості води за даними ОГГМЕ ООУВР і ОДЕКУ в цілому співпадають між собою, незважаючи на деяку відмінність у переліку і кількості речовин, за якими зроблений розрахунок ПКІЗ. В будь-якому випадку було отримано, що Санжейське водосховище суттєво забруднене сполуками азоту, особливо азотом нітритним. Також у воді підвищений вміст головних іонів і мінералізація. Така ситуація обумовлена природними причинами і посилена антропогенним фактором. Це свідчить про

велике біогенне забруднення Санжейського водосховища, одним з вірогідних джерел якого може бути потрапляння вже брудної води з середньої ділянки р.Барабой у верхню хвостову частину водойми, а також певний вплив має ведення у водоймі рибництва, коли у воду вносять корми для риби, мінеральні добрива для поліпшення розвитку фітопланктону і макрофітів – корму для риб. Також не можна виключати вірогідність забруднення стічними водами з боку забудови у вигляді котеджем по лівому берегу, яка активно розширюється у останні роки.

Забрудненість води біогенними сполуками викликана скиданням в р. Барабой стічних вод населених пунктів і агропідприємств, а також змивом з сільгоспугідь залишків мінеральних добрив і засобів захисту рослин є результатом технологічних процесів при вирощуванні риби (внесення у воду добрив, тощо). Підвищений вміст у воді головних іонів пояснюється впливом значних кількостей високо мінералізованих ґрунтових вод, які поступають в р. Барабой з зрошувальних масивів і як втрати з водопровідно-каналізаційних мереж.

Якість води Санжейського водосховища не відповідає існуючим рибогосподарським нормативам ГДК. Це є наслідком загального погіршення екологічного стану басейну р. Барабой під впливом інтенсивної господарської діяльності. В усіх випадках відзначається велика забрудненість вод біогенними сполуками і органічними речовинами. Високий рівень трофності і сапробності водойми з одного боку створює гарні умови для формування високої біопродуктивності, що вигідно для розвитку рибництва, але все це за умови забезпечення відповідного водообміну, при погіршенні якого невідворотно будуть формуватись негативні явища у вигляді цвітіння води і заморів водних біоресурсів, зростання токсичності води.

Дослідження впливу Санжейського водосховища на якість вод нижньої течії р.Барабой на основі порівняння гідрохімічних показників і якості води в створах вище і нижче даної водойми дають підстави відзначити наступне:

- Санжейське водосховище сприяє незначному поліпшенню якості вод р.Барабой в нижній її течії, однак, загальний рівень забруднення річки надто високий, тож радикальної самоочистки води не відбувається.

- Санжейське водосховище забезпечує сталу водність в нижній ділянці річки Барабой. Тому в комплексі можна зробити висновок про позитивну роль Санжейського водосховища в забезпеченні проточності і поліпшенні якості вод нижньої течії р.Барабой. Проте, на відміну від водності, позитивність впливу на якість води значно менша.

- В періоди пікових рівнів забруднення вплив водосховища на гідроекологічний стан нижньої частини річки Барабой є негативним. Це ще раз підтверджує, що в сучасний період в умовах високого забруднення річки Барабой в нижній течії самоочисні можливості Санжейського водосховища є недостатніми для радикального вирішення проблеми.

- Ведення рибництва тут є ризикованим через високу вирогідність заморів, що і підтверджено натурними даними вимірювань ОДЕКУ щодо кисневого режиму. Виходом з такого становища може бути розробка комплексу заходів по поліпшенню проточності Санжейського водосховища одночасно з розчисткою його акваторії і розширенням площ, які займають макрофіти – природний біологічний фільтр, який може ефективно очищати воду біологічним шляхом. Також слід докласти всіх зусиль щодо оздоровлення гідролого-гідрохімічного режиму річки Барабой і запобігання її забруднення з боку населених пунктів і агропромислового сектору. Лише за такої умови Санжейське водосховище за рахунок внутрішньоводоймних біомеліоративних процесів зможе забезпечити покращення гідроекологічного стану нижньої ділянки річки Барабой.

2.13 Висновки

Дослідження гідроекологічного стану Барабойського водосховища показало, що в різних частинах водосховища якість води по методу КІЗ неоднорідна, в кращому стані є нижня пригреблева частина водойми і район біля лівого берега, де якість води відповідала III б) класу («брудна»), в найгіршому стані якість води біля правого берега і у верхній хвостовій частині, де якість відповідає IV а) класу («дуже брудна»). Для більшості станцій було отримано, що найбільше всього вода забруднена азотом нітритним. Це свідчить про велике біогенне забруднення Барабойського водосховища, одним з вірогідних джерел якого може бути забруднення стічними водами м. Теплодар, які по зношеним системам каналізаційних мереж фільтруються у водойму з правого берега. В свою чергу найбільший рівень забруднення верхньої хвостової частини водойми можна пояснити негативним впливом забрудненого місцевого притоку у цю зону по балці Майорська (протікає через с.Доброжанове, де розташоване сміттєзвалище м. Теплодар) і обмеженим водообміном у цій частині водосховища.

По даним ОГГМЕ ООУВР за методом КІЗ по рибогосподарським нормам ГДК за період 2001 – 2013 рр. сумарне забруднення по показнику ПКІЗ склало 2,61 балів, що відповідає класу якості води III а) – «брудна».

В усіх випадках відзначається велика забрудненість вод біогенними сполуками і органічними речовинами. Високий рівень трофності і сапробності водойми з одного боку створює гарні умови для формування високої біопродуктивності, що вигідно для розвитку тут рибництва, але все це за умови забезпечення відповідного водообміну, при погіршенні якого невідворотно будуть формуватись негативні явища у вигляді цвітіння води і заморів водних біоресурсів, зростання токсичності води.

Дослідження гідроекологічного стану Санжейського водосховища показало, що в різних частинах водосховища якість води по методу КІЗ

однорідна, в усіх станціях якість відповідає IV класу («дуже брудна»), хоча порівняння якості води у верхній частині і на водозливні водойми показує певне поліпшення її стану, коли ПКІЗ зменшився з 6,16 балів до 5,92 балів. Вода найбільше забруднена азотом нітритним і амонійним. Це свідчить про велике біогенне забруднення водосховища, одним з вірогідних джерел якого може бути потрапляння вже брудної води з середньої ділянки р.Барабой у верхню хвостову частину водойми, а також певний вплив має ведення у водоймі рибництва, коли у воду вносять корми для риби, мінеральні добрива для поліпшення розвитку фітопланктону і макрофітів – корму для риб. Також не можна виключати вірогідність забруднення стічними водами з боку коттеджної забудови по лівому берегу, яка активно розвивається в останні роки.

Отримані результати оцінки якості води за даними ОГГМЕ ООУВР і ОДЕКУ в цілому співпадають між собою. Санжейське водосховище суттєво забруднене сполуками азоту, особливо азотом нітритним. Також у воді підвищений вміст головних іонів і мінералізація. Така ситуація обумовлена природними причинами і посилена антропогенним фактором. Забрудненість води біогенними сполуками викликана скиданням в р.Барабой стічних вод населених пунктів і агропідприємств, а також змивом з сільгоспугідь залишків мінеральних добрив і засобів захисту рослин, а також є результатом технологічних процесів при вирощуванні риби (внесення у воду добрив, тощо). Підвищений вміст у воді головних іонів пояснюється впливом значних кількостей високо мінералізованих ґрунтових вод, які поступають в р.Барабой з зрошувальних масивів і як втрати з водопровідно-каналізаційних мереж.

Якість води Санжейського водосховища не відповідає існуючим рибогосподарським нормативам ГДК. Це є наслідком загального погіршення екологічного стану басейну р.Барабой під впливом інтенсивної господарської діяльності. Отримані результати доповнюють один одного. Тому можемо зробити висновок, що за рибогосподарськими нормативами вода Санжейського водосховища є неякісною і тут не можна безпечно вести рибництво. Рівень

забруднення води дуже високий. Для поліпшення якості вод і екологічного стану водосховища слід в першу чергу вжити заходів зі зниження біогенного забруднення його вод.

Дослідження можливого впливу Санжейського водосховища на якість вод в нижній течії р.Барабой показало, що якість вод у аналізованих створах не відповідає існуючим рибогосподарським нормативам ГДК і тут не можна безпечно вести рибництво. Екологічна оцінка якості води за середніми значеннями показала, що якість вод не змінюється по класу і відповідає 4-й категорії III класу якості води (за станом – задовільна, за чистотою – слабо забруднена). Але при цьому варто зазначити зменшення значення екологічного індекса з 4.00 вище водойми до 3,57 нижче водойми. В той же час за найгіршими значеннями показників якість води погіршується на категорію і відповідає 5-й категорії III класу (за станом – посередні, за чистотою – помірно забруднені). І при цьому інтегральний екологічний індекс зростає з 4,86 балів до 5,36 балів, або на 10%. Тобто, в періоди пікових рівнів забруднення вплив Санжейського водосховища на гідроекологічний стан нижньої частини річки Барабой є негативним.

3 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ ЛАТОРИЦЯ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Латориця – річка України та Словаччини, яка бере свій початок недалеко від с. Латірка Воловецького району Закарпатської області України. Басейн р. Латориця займає п'ять районів Закарпатської області: Воловецький, Свалявський, Мукачівський, Ужгородський та частково Берегівський. Площа водозбору басейну складає 4900 км² в межах України (загальна площа водозбору 7860 км²). Довжина річки 188 км (в Україні — 156,6 км., у Словаччині — 31,4 км). Похил річки змінюється від 80 м/км (у верхів'ї) до 0,2 м/км (у пониззі). Від витoku до міста Сваляви Латориця тече переважно з півночі на південь, від Сваляви до Мукачева — на південний захід, від Мукачева до гирла — на захід. Річка перетинає Воловецьку верховину, Полонинський хребет, Свалявську улоговину та Вулканічний хребет, після чого виходить на Закарпатську низовину (рис. 3.1) [71]. Найвищою вершиною на території басейну є гора Стій (1681 м), що розташована на масиві Полонина Боржава. Басейн р. Латориця охоплює субальпійський пояс, пояс буково-темнохвойних, букових, буково-дубових та низинних дубових лісів [72].

3.1 Гідрологічні та гідрохімічні характеристики р. Латориця

3.1.1 Гідрологічні характеристики р. Латориця

По своїм гідрологічним особливостям річка Латориця, як і всі річки області діляться на три частини. Верхня – типово гірська на висоті 450-500 м і вище; середня, на висоті 250-500 м і нижня 90-250 м над рівнем моря [73, 74].

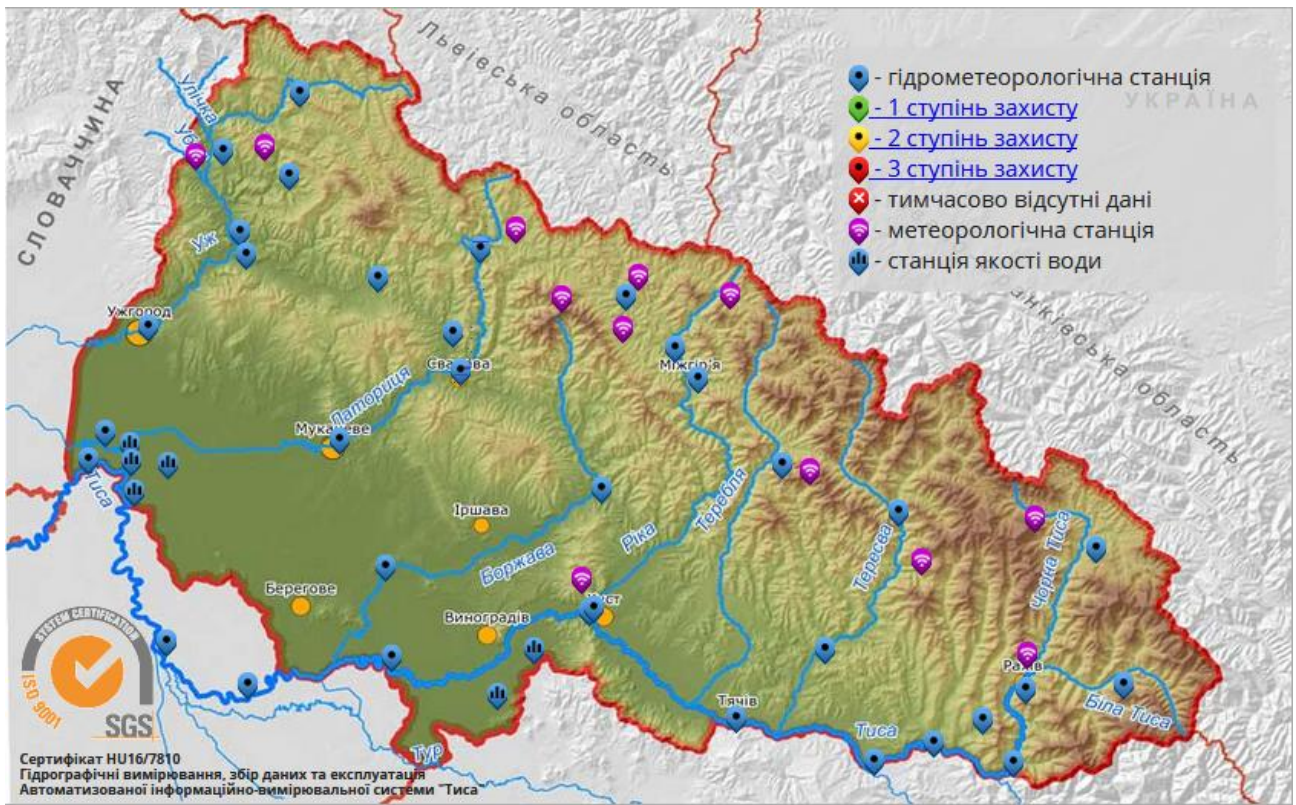


Рисунок 3.1 – Карта-схема фізико-географічного положення річки Латориця [75]

В гірській частині річки долина вузька або зовсім відсутня, особливо в містах, де річка прорізає корінні породи Полонинського і Вулканічного хребтів. Ширина русла верхньої течії річки змінюється від 2 до 5-10 м. Глибина – від декількох сантиметрів до 1 м. Швидкість течії варіює від 0,5 до 50 м/сек., в залежності від кута нахилу.

У середній частині р. Латориця з притоками від злиття з р. Віча до м.Мукачево долини розширюються до 50–100 м. Заплава і тераси слаборозвинуті, русло в межінь має ширину 5–15 м. Переважають глибини до 2 м, течія швидка.

У нижній частині від с. Малі Геївці до державного кордону Латориця набуває типових рис рівнинної річки, русло шириною до 50 м, ложе на перекатах переважно галькове, місцями сильно замулене, співвідношення

основних типів донних відкладів: валуни – 20%, галечники та гравійні відклади – до 50%, піски та замулені піски – до 30%, мул та глина – до 15%, інші типи ґрунтів – 5%.

Гірська частина річки має постійну течію протягом усього року, пересихає дуже рідко і на короткий строк, може перемерзати у верхів'ях взимку. Для неї не характерне, як для рівнинних річок, поступове розширення долини в цілому і заплави, зокрема, від витоків до гирла. Ширину долини визначає структура рельєфу територій. Долини річок переважно вузькі, часто з крутими і прямовисними схилами. Лише на ділянках виходів м'яких олігоценів порід долини річок розширюються, утворюючи круглі чи продовгуваті котловини.

Характерною рисою гірських річок є значна кількість твердого стоку. Традиційно річкові наноси поділяють на завислі (наприклад, мулові та піщані часточки) і рухомі (галька). На рівнинній частині річки у завислому стані транспортується до 90% твердого стоку. На гірських навпаки – по дну течією можуть переноситися понад 90% наносів. Потужність твердого стоку обумовлюється еродованістю територій, глибиною врізу річкової долини, характером атмосферних опадів тощо. Переважна кількість наносів переноситься під час паводків.

Спостереження за гідрологічним режимом басейну річки Латориця територією України здійснюється на чотирьох гідрологічних постах. Ще один пост спостереження діє в населеному пункті Великі Капушани, що на території Словаччини. Гідрологічною мережею охоплені і основні притоки р. Латориці: р. Віча – Неліпино, р. Пініє – Поляна та р. Стара – Зняцьово. Основні морфометричні характеристики наведені в табл. 3.1.

На протязі року рівень води різко змінюється під час весняних і осінніх паводків. Вода може підніматися на 2-3 м. Крига утворюється не раніше грудня і тримається біля берега не довше 30-40 днів.

Таблиця 3.1 – Морфометричні характеристики басейну р.Латориця

| № п/п | Річка – пост | Відстань від гирла, км | Площа водозбору, км ² | Середній похил водозбору, ‰ | Середня висота водозбору, м | Довжина річки, км | Лісистість % | Густина річкової мережі, км/км ² |
|----------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------|--|
| 1 | р. Латориця - с.Підполоззя | 167 | 324 | 275 | 720 | 24 | 50 | 1,31 |
| 2 | р. Латориця – м.Свалява | 138 | 680 | 317 | 700 | 53 | 61 | 1,27 |
| 3 | р. Латориця – м.Мукачево | 106 | 1360 | 200 | 570 | 85 | 63 | 1,11 |
| 4 | р. Латориця – м. Чоп | 57 | 2870 | 141 | 310 | 144 | 41 | 1,41 |
| 5 | р. Віча – с. Неліпино | 1,5 | 241 | 289 | 760 | 37 | 72 | 1,47 |

Повністю річка замерзає під час сильних морозів, але на сильній течії майже не вкривається кригою, при цьому вона утворюється на дні на камінні. Льодостав нестійкий, окремі ділянки річки замерзають протягом всієї зими, у теплі зими льодоставу на річці не буває; у суворі зими вона покривається крижаним покривом; середня товщина льоду 20-25см., максимальна – 81см. Іноді на річці утворюється донний лід. Розкриттю зазвичай передує утворення вимоїн і закраїн; весняний льодохід триває від 1 до 8 днів, іноді до двох тижнів.

Для характеристик внутрішньорічного розподілу стоку прийняті наступні сезони: весна (III-V), літо–осінь (IV–XI), в тому числі осінь (IX–XI), та зима (XII–II). Найбільший відсоток весняного стоку спостерігається в березні-квітні

(~14,6-15,2%). В цілому, на весну припадає 38% річного стоку. За літньо-осінній сезон проходить 33 % загального стоку (літній сезон – 17 %, осінній – 16 %); найбільший відсоток спостерігається в червні – 11%. Для річки, однак, характерне переважання частки зимового стоку над осіннім. За зимовий сезон проходить 28 % загального стоку; найбільший відсоток відмічається в грудні-січні та становить від 8,3 до 10,9 % [73, 75].

Паводки формуються частими атмосферними опадами. Формування паводку починається тоді, коли сума опадів перевищує 20 мм за добу. При опадах інтенсивністю 100 мм формуються катастрофічні паводки, при яких рівень води на гірських ділянках може піднятися на 2-4 м, на передгірських – на 5-6 м. Значні уклони місцевості зумовлюють швидкоплинні паводки.

Мінімальні витрати води спостерігаються як в теплий, так і в холодний період року. Перший мінімум фіксується у вересні-жовтні і пов'язаний з різким зменшенням опадів, другий формується в лютому через відсутність поверхневого стоку та вичерпаність запасів підземних вод [75].

3.1.2 Гідрохімічні характеристики поверхневих вод

Фізико-географічні умови описуваної території вельми неоднорідні, що визначає різноманітність хімічного складу поверхневих вод і особливості її гідрохімічного режиму [28, 76].

Літологічний склад порід річки Латориця, представлений мергельно-крейдяними породами крейдяної системи, багатими гіпсом, відкладеннями тортонського ярусу і четвертинними піщано-глинистими відкладеннями.

У живленні річок беруть участь численні джерела, які витікають з водоносних горизонтів третинних і верхньокрейдяних відкладень.

Хімічний склад поверхневих вод даної частини басейну формується в умовах підвищеної вологості. Сольовий склад вод визначається впливом карбонатних і гіпсоносних порід, що складають водозбір річки. В більшості випадків склад річкових вод гідрокарбонатно-кальцієвий. Величини мінералізації не перевищують 500-570 мг/л.

Велика частина приток річки Латориця розташована на схилах Лісистих Карпат. У верхів'ї долини вони складені пісковиками, сланцями, мергелями, а в нижньому – четвертинними і верхньотретинними піщано-глинистими відкладеннями [71]. Незначним джерелом надходження солей в річкові води є гірські ґрунти Карпат. Глибокими долинами в багатьох місцях розкриваються водоносні горизонти палеогену, утворюючи багаточисельні джерела мінеральних вод, що поступають в руслову мережу.

В деяких випадках спостерігаються виходи джерел сильно мінералізованих вод гідрокарбонатно-хлоридного складу [77]. Вулканогенні відклади в межах поліметалевих родовищ і рудопроявів у Карпатах в результаті високої розчинності сульфатних сполук важких металів (хром, кадмій, мідь) є причиною підвищення їхніх концентрацій у поверхневих та підземних водах.

На території басейну знаходяться родовища корисних копалин, зокрема, свинцю та цинку, ртуті, кам'яної солі.

3.2 Антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан річки Латориця та їх наслідки

Згідно з Водною Рамковою Директивою, необхідно виявити всі суттєві антропогенні впливи на статус поверхневих вод. До того ж потрібно оцінити вразливість поверхневих вод до цих впливів [78].

Антропогенні чинники впливу на гідрохімічний стан р. Латориця. Досліджувана річка протікає через міста Мукачеве, Свалява, Чоп, які своєю «життєдіяльністю» забруднюють води Латориці. Забруднення поверхневих вод відбувається за рахунок точкових джерел, основними з яких є комунальні підприємства.

Більша частина агломерацій підключені до комунальних очисних споруд, де стічні води проходять попереднє очищення перед скиданням у річкову мережу. Збирання стічних вод для користувачів, що не підключені до каналізаційної мережі, здійснюється в індивідуальні вигреби. Такі стічні води не очищуються і можуть становити серйозну загрозу для забруднення водоносних горизонтів. Станом на 2010 р., найбільша кількість населення, яка не під'єднана до каналізаційних очисних споруд, виявлена в м. Чоп (близько 35%) та Свалява (25%). Для м. Мукачеве цей показник знаходиться в межах 10%. Оскільки Мукачеве відноситься до найбільших міст регіону, то домінуюча частка забруднення органічними речовинами припадає саме на це місто (203 тис. т O_2 /рік), найменший показник встановлено для м. Свалява (1,6 тис. т O_2 /рік) [75].

Основним забруднювачем біогенними речовинами є комунальне господарство. Найбільшим містом-забруднювачем залишається м. Мукачеве, який скидає у води р. Латориця близько 107 тис. т/рік азотовмісних та 26 тис. т/рік фосфорних сполук. При цьому азот надходить переважно у формі нітратних сполук, а фосфор – у вигляді фосфатів. Забруднення біогенними речовинами від стічних вод промисловості незначне. Основну частку забруднення формують стічні води закладів охорони здоров'я.

Очисні споруди знаходяться у надзвичайно зношеному стані. За останні 20 років розвиток міст призвів до збільшення кількості стічних вод, які у декілька разів перевищують проектну потужність комунальних очисних споруд, внаслідок чого значна кількість недостатньо очищених або зовсім неочищених стічних вод надходить до річки.

Складніше визначити забруднення біогенними речовинами від дифузних джерел. Під дифузними джерелами розуміють змив речовин з поверхні водозбору та ґрунтового шару [75, 79]. Особливу небезпеку в басейні р. Латориця складає дифузне забруднення з території колишнього підприємства лісохімічної промисловості (Свалявський лісохімкомбінат).

Антропогенні чинники впливу на гідрологічний стан р. Латориця. У зв'язку з паводками 1998 та 2000 років в басейні річки було проведено протипаводковий захист, який реалізувався через реконструкцію значної кількості дамб переважно у рівнинній та передгірській місцевості. Захист життя та майна людей, господарської інфраструктури має велику важливість, як і добрий екологічний стан річки. Тому заходи по відновленню та створенню нових дамб є абсолютно доцільними. Необхідно лише знайти компроміс між збереженням природи та протипаводковими заходами. Це може бути максимально широкий міждамбовий простір при будівництві нових дамб, будівництво гідротехнічних споруд, демонтаж чи перенесення в глибину заплави вже збудованих дамб, якщо нагальної проблеми в них не існує. Наочним прикладом компромісу може бути побудова локальних дамб для захисту того чи іншого населеного пункту, а не суцільно вздовж річки.

Ще одним із видів антропогенного втручання в гідрологічний режим річки є спрямлення русла річки. Так, на ділянці р. Латориця нижче с. Нове Давидково було спрямлення десяти кілометрів русла річки. З часом русло річки частково відновило природні береги. Значне антропогенне навантаження лежить і на заплавах, які широко використовуються для сільськогосподарських цілей. Це призводить до змиву ґрунту та добрив під час паводків у річкову мережу.

Окремим пунктом забруднення р. Латориця є засмічення русел та заплави річок. Причиною цього є відсутність в Закарпатті дієвого механізму збору, переробки та утилізації побутових відходів. Також це можна пояснити низькою щільністю сільського населення: чим вище вгору, тим меншає відсоток

населення, яке отримує послуги з вивезення сміття. Результатом є стихійні сміттєзвалища. Найбільшу загрозу із побутових відходів представляють пластикові (полімерні) відходи. В процесі розпаду цих відходів виділяються токсичні речовини, які наносять шкоду флорі й фауні, і як результат негативно впливають на екологічний стан річки. Наразі найгірша ситуація склалася у Воловецькому районі, де централізований збір сміття виконується лише в 3 (з 26) населених пунктах. А стихійні сміттєзвалища знаходяться у безпосередній близькості до річки.

3.3 Оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик річки Латориця за останні десятиріччя

Хімічний склад води річок і тимчасових водотоків змінюється в часі залежно від переважання в річковому стоці вод різних генетичних категорій: ґрунтово-поверхневих і підземних вод поверхневих схилів. Формування вод різних генетичних категорій відбувається в умовах певного комплексу фізико-географічних умов, від яких залежить їх хімічний склад.

На даній території стік формується в основному в зимово-весняний період (лютий–березень) внаслідок танення снігу і випадання дощів, а також в теплу пору року під час дощів зливого характеру.

Формування хімічного складу руслових вод в період повені здійснюється під впливом вод стоку поверхневого схилу, що стікають по крижаній кірці або по замерзлому ґрунту, і вод ґрунтово-поверхневого стоку, що стікають в річки з ґрунтів, які відтанули. Співвідношення вод цих категорій у водному стоці річок сильно коливається залежно від метеорологічних умов зимово-весняного періоду [73, 76].

Води, що поступають в руслову мережу в період повені характеризуються мінімальною мінералізацією в межах 37—207 мг/дм³ і загальною жорсткістю 0,8–1,5 мг-екв/дм³. У іонному складі переважають іони НСО₃⁻ (24-42% экв) і Са²⁺ (26–40% экв).

Після закінчення сніготанення в горах і після відтавання ґрунтів відбувається інфільтрація вод поверхневого стоку в товщу ґрунтів. Надходження в руслову мережу таких інфільтраційних вод, а також посилення ґрунтового живлення річок на спаді повені дещо підвищують концентрацію іонів у водах гірських річок. Величини мінералізації води в них в деяких випадках досягають 180-220 мг/дм³. Хімічний склад води при цьому залишається практично незмінним як і в період фази повені.

У Прикарпатті, в зоні розвитку соленосних порід, інфільтрація поверхневих вод в рихлих породах сприяє збільшенню дебіту мінералізованих підземних вод, що живлять річку. Завдяки цьому у ряді випадків спостерігається значне збільшення мінералізації річкових вод і зміна співвідношення головних іонів в їх складі.

В період літньої і зимової межені склад води в річці Латориця, характеризується вищою мінералізацією, в долинах яких виходять рясні джерела вуглекислих мінеральних вод. Величини мінералізації тут в літній в непаводочний період досягають 230–320 мг/дм³, а в зимову межень – 260–360 мг/дм³. Загальна жорсткість коливається в межах 2,2-4,9 мг-екв/дм³. Склад води гідрокарбонатно-кальцієвий. Відносний зміст НСО₃⁻ складає 31–43% экв. і Са²⁺ – 34–42% экв.

В період літньо-осінніх злив в Карпатах здійснюється стік головним чином ґрунтово-поверхневих вод. Сильний змив в руслову мережу підвищує в порівнянні з весняною повінню вміст розчинних мінеральних з'єднань в річкових водах. За багаторічними спостереженнями мінімальні величини мінералізації вод в гірських річках складають 130-150 мг/л. Склад води гідрокарбонатно-кальцієвий (НСО₃⁻ – 33–40% экв, Са²⁺ – 29-38% экв).

На рівнинних водозборах хімічний склад зливових вод, що потрапляють в річки, визначається головним чином ступенем засолення ґрунтового покриву. Випадаючи на висушену поверхню, зливі потоки частково змивають ґрунти і солі в них, а інфільтрація в товщу ґрунтів і суглинків збагачує воду розчинними солями. Змішуючись в руслах річок з водами меженного стоку, такі води розбавляють їх у меншій мірі, ніж талі води в період повені.

Для встановлення змін гідрохімічних характеристик за останні десятиріччя було взято осереднені значення параметрів за два періоди: з 1974 по 2004 рр. та з 2013 по 2016 рр. Перший період включає екстенсивний розвиток економіки, надзвичайно велике навантаження на басейн річки Латориця. Для цього періоду характерним було постійне збільшення обсягів виробництва базовими галузями господарського комплексу та недостатність (а інколи і відсутність) фінансування на водоохоронну діяльність.

Дані за другий період були взяті з офіційного сайту Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса [75]. Досліджувалися три пункти спостережень на р. Латориця: в межах м. Свалява (перше місто на річці від витоків), м. Мукачеве (найбільше за чисельністю місто, через яке протікає річка на території України) та м. Чоп (прикордонне містечко, річка переходить на територію Угорщини).

Спочатку розглядалися основні іони: Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- та HCO_3^- . Лише для Mg^{2+} встановлено його стійкість у часі та за довжиною річки. Інтервал зміни концентрації цієї величини – 6,67-9,18 мг/дм³ (рис. 3.2–3.3). Для Ca^{2+} виявлено збільшення концентрації за другий період з максимальним значенням в м. Мукачеве (58,9 мг/дм³). Хлориди та сульфати мають тенденцію до зменшення своїх концентрацій і лише значення HCO_3^- збільшилися на 8 мг/дм³ (м. Свалява) – 20 мг/дм³ (м. Мукачеве). Води р. Латориці залишаються ж гідрокарбонатними, за переважаючим катіоном Ca^{2+} ($\text{C}_{\text{Ca}1}^{\text{Ca}}$).

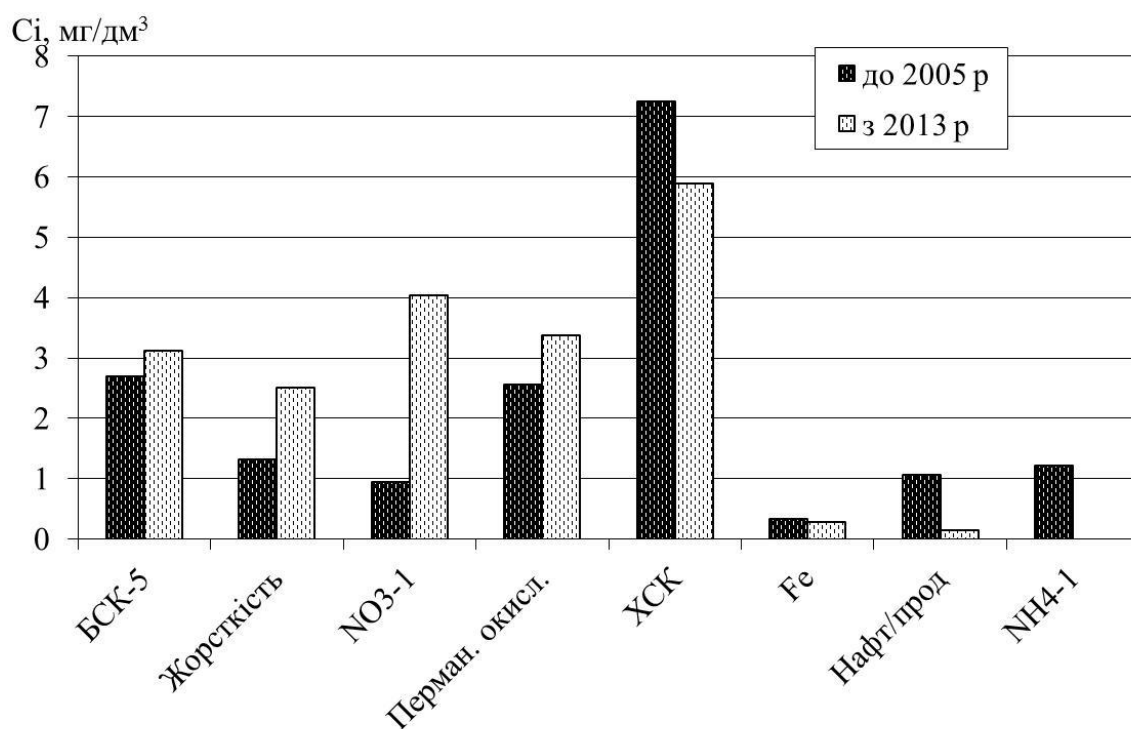
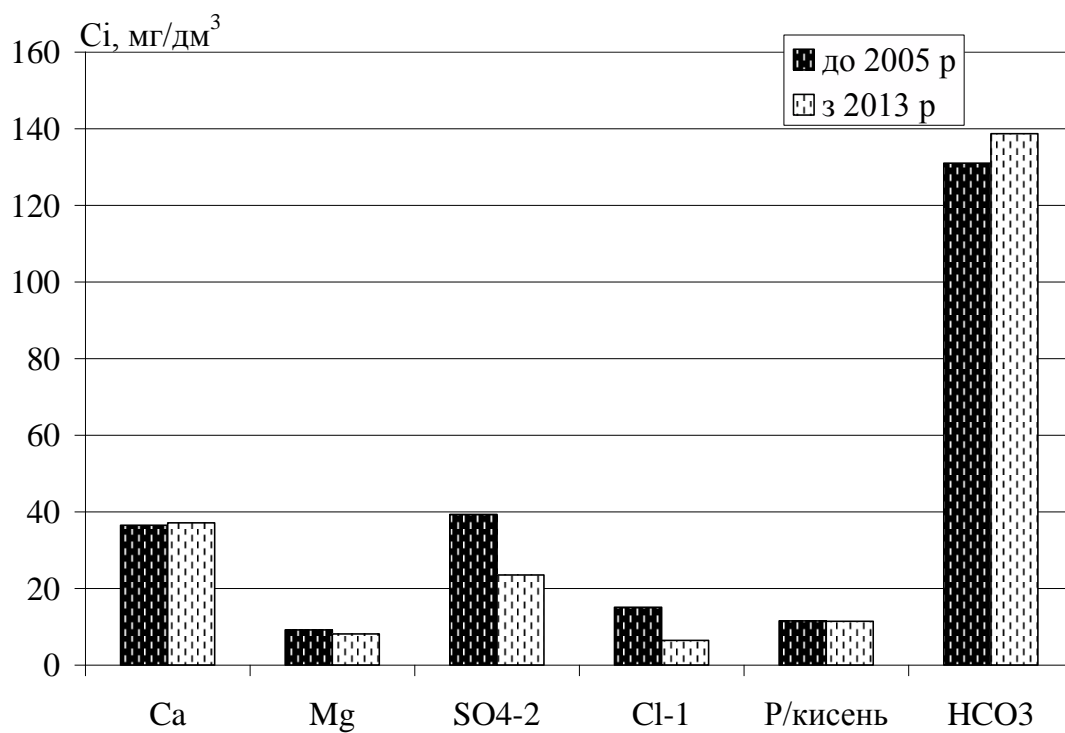


Рисунок 3.2 – Діаграма ходу гідрохімічних показників для р. Латориця – м. Свалява

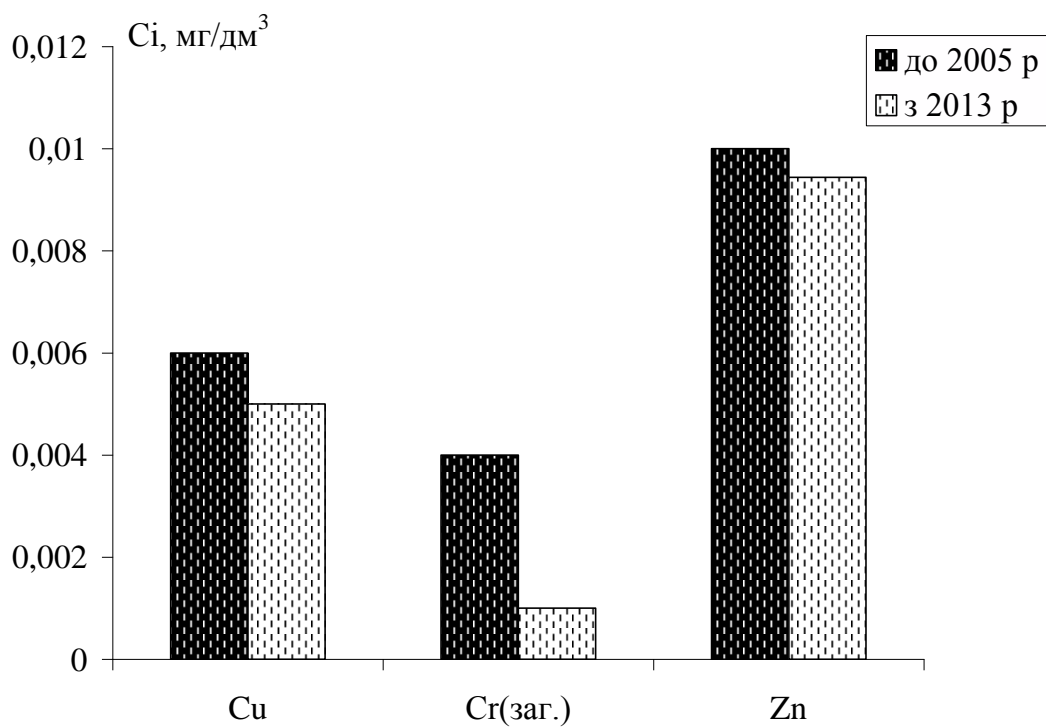
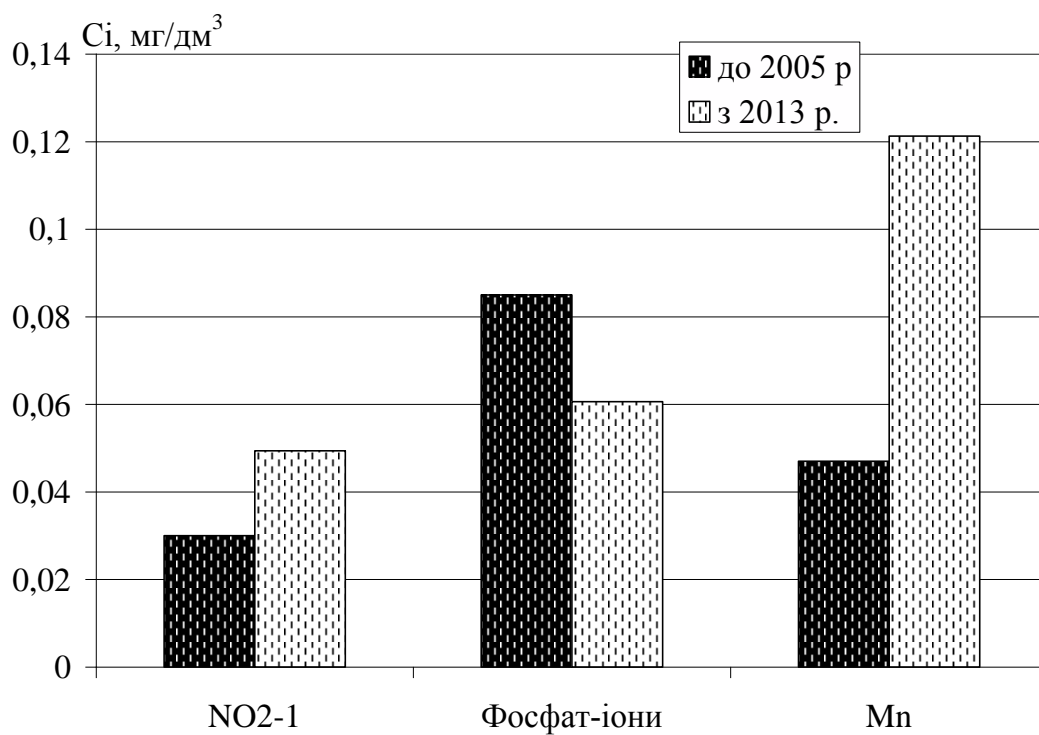


Рисунок 3.3 – Діаграма ходу гідрохімічних показників для р. Латориця – м. Свалява

Кардинальні зміни установлені в динаміці концентрацій поживних (біогенних) речовин (рис. 3.4–3.7). Спостерігається зниження значень амонію (NH_4^-) у п'ять-вісім разів (наприклад, для м. Свалява з 1,22 до 0,14 мг/дм³). Водночас з цим концентрація нітритів та нітратів зросла у 4 та 2 рази відповідно. На теперішній час найвища концентрація NO_3^- встановлена для м. Свалява (4,04 мг/дм³), NO_3^- – для м. Чоп (0,08 мг/дм³).

Щодо мікроелементів, критична ситуація склалася з концентрацією мангану. Особливо відчутно це в м. Мукачеве, де за перший період встановлене його мінімальне значення (0,037 мг/дм³), а на сьогодні його концентрація збільшилася до (0,134 мг/дм³). Але виявлено і покращення стану річки стосовно хрому (загального). Якщо до 2004 року концентрація цього мікроелементу коливалася в межах 0,004 мг/дм³ (м. Свалява) – 0,006 мг/дм³ (м. Мукачеве), то за період 2013-2016 рр. його концентрація по всій довжині річки вирівнялась і становить 0,001 мг/дм³.

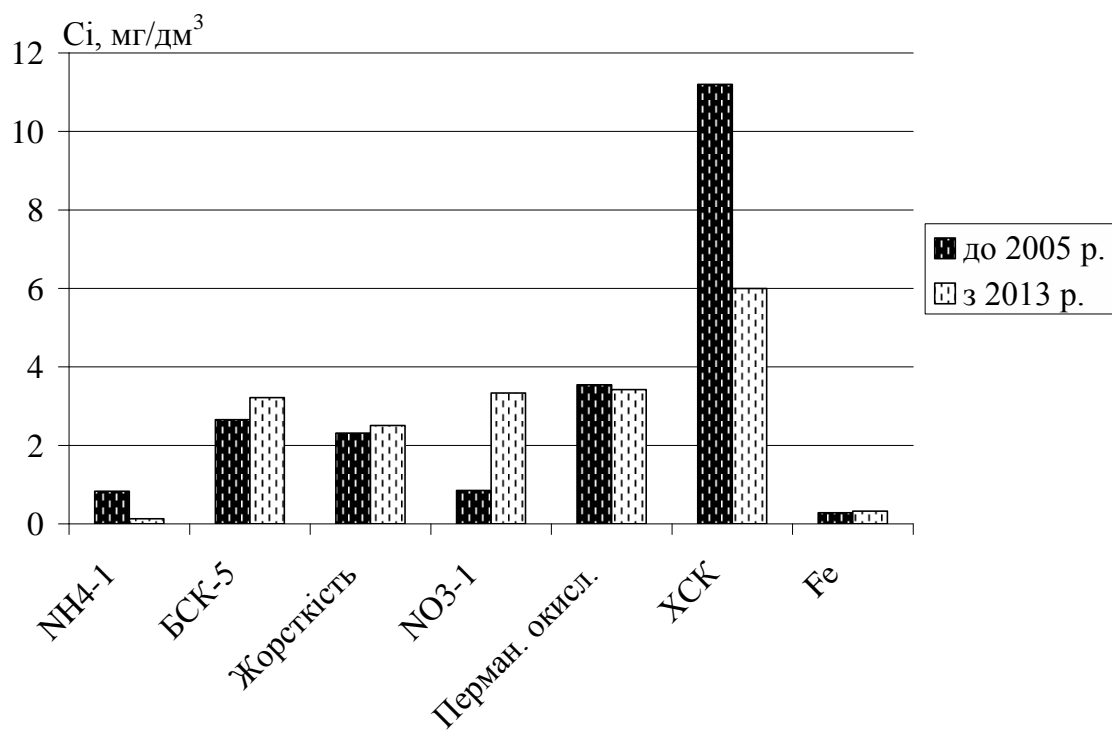
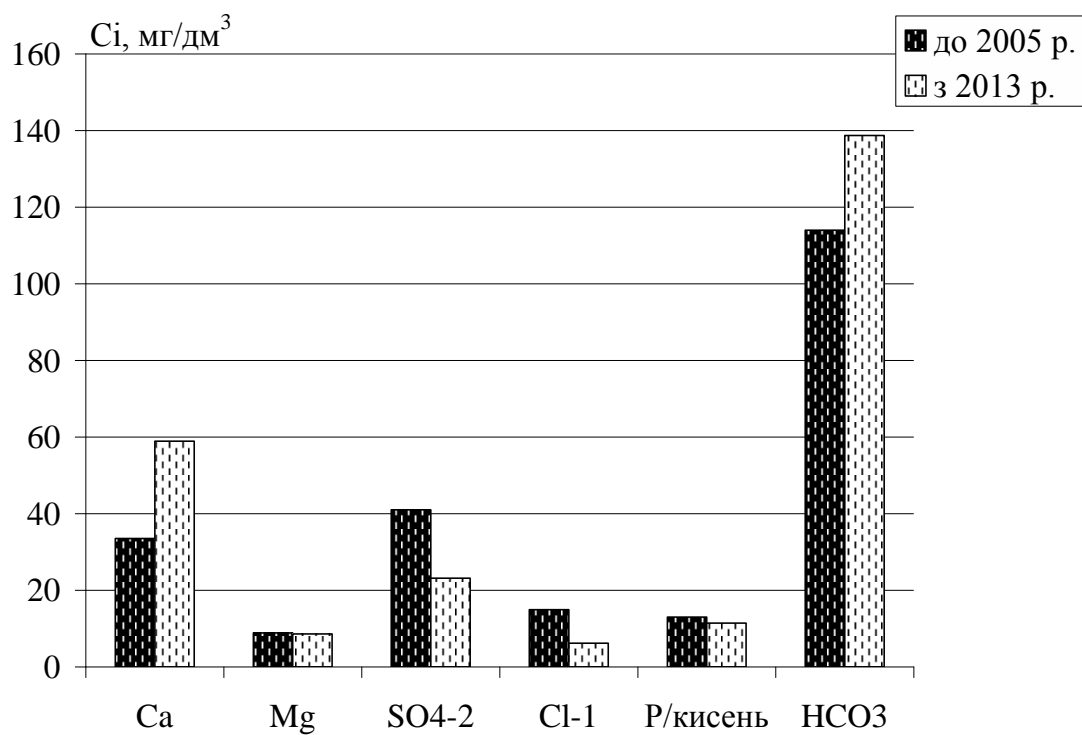


Рисунок 3.4 – Діаграма ходу гідрохімічних показників
для р. Латориця – м. Мукачеве

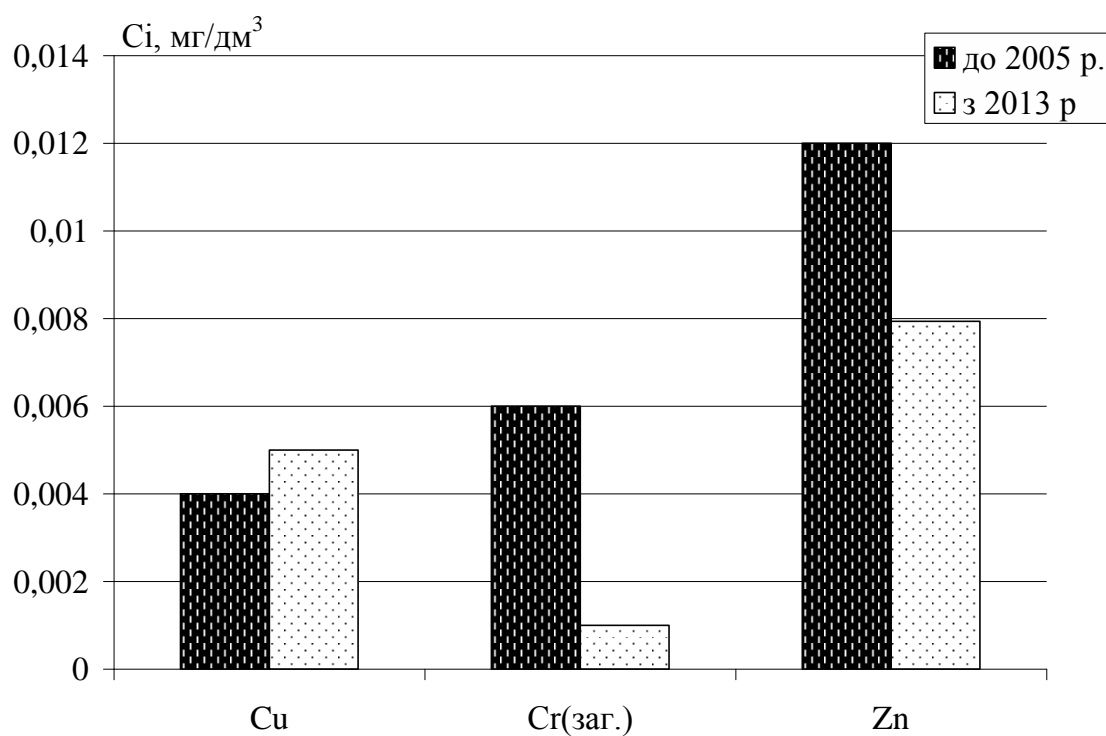
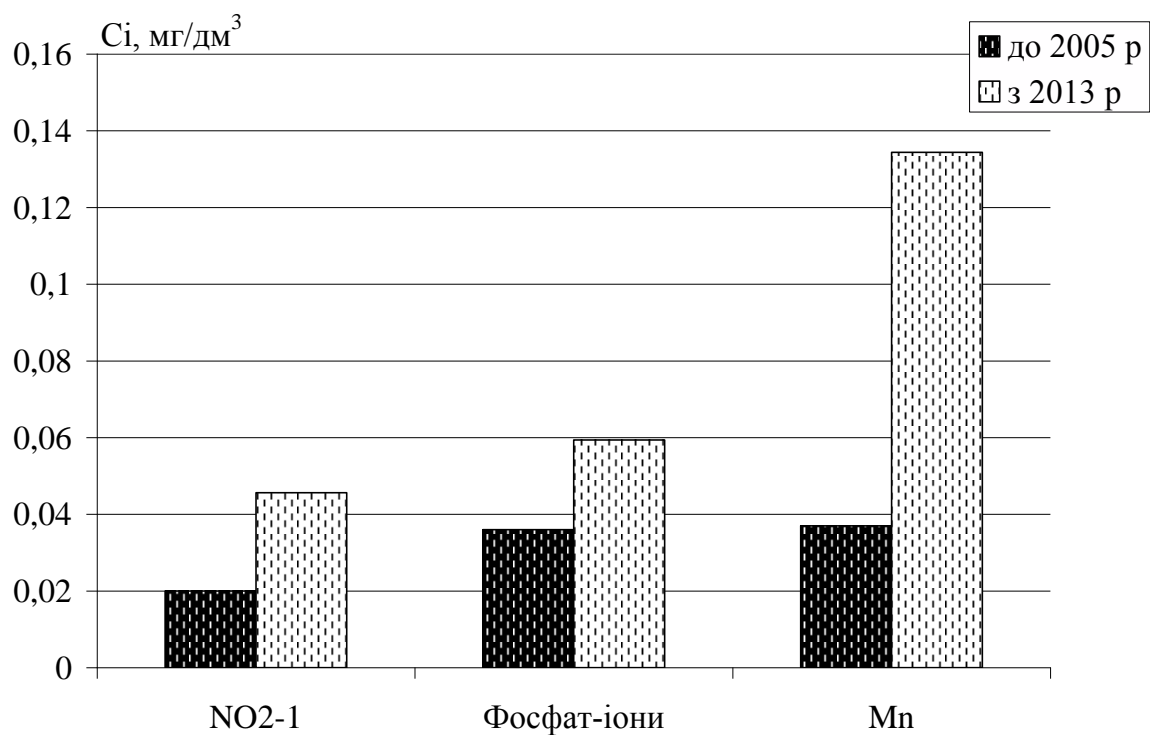


Рисунок 3.5 – Діаграма ходу гідрохімічних показників для р. Латориця – м. Мукачеве

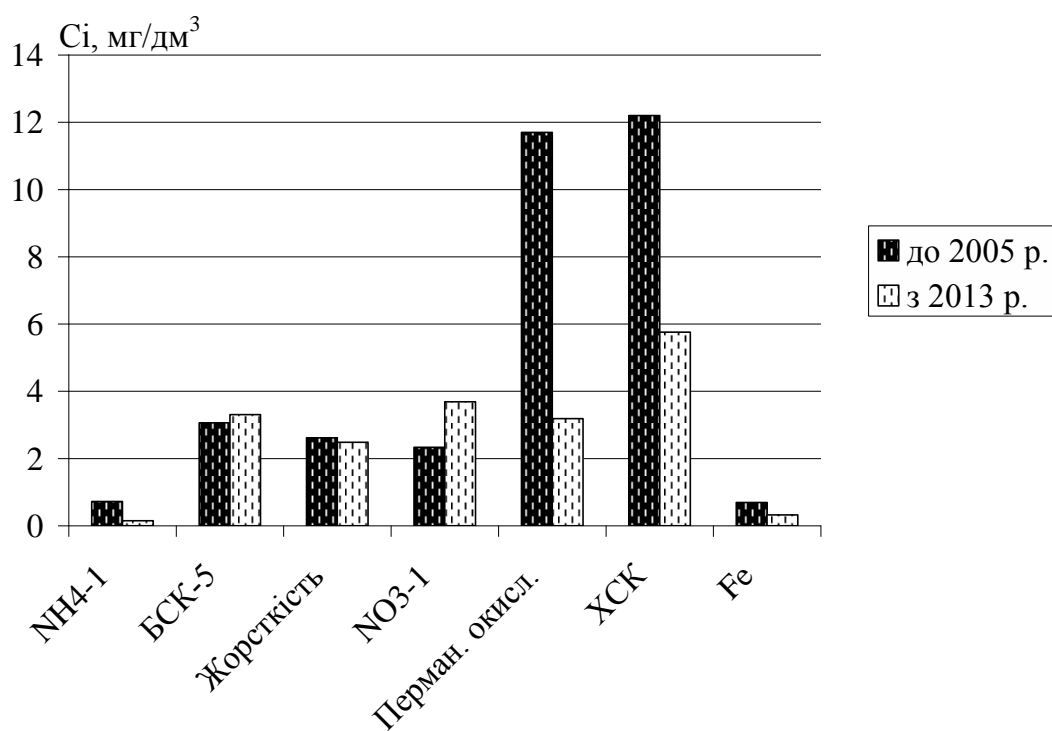
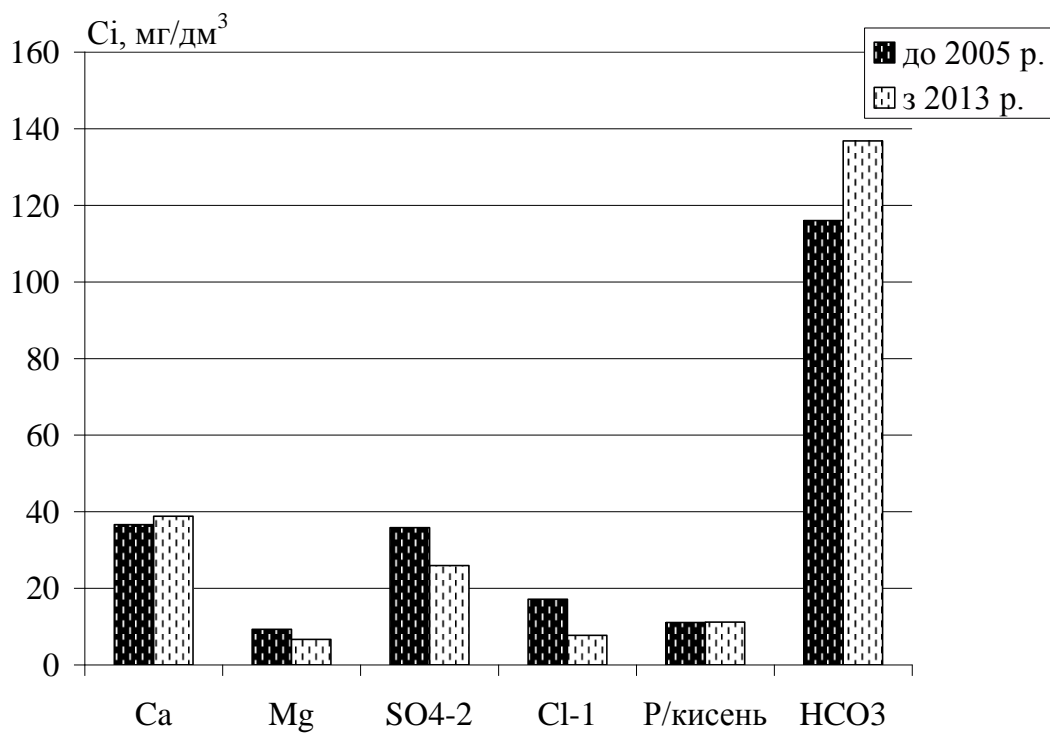


Рисунок 3.6 – Діаграма ходу гідрохімічних показників для р. Латориця – м. Чоп

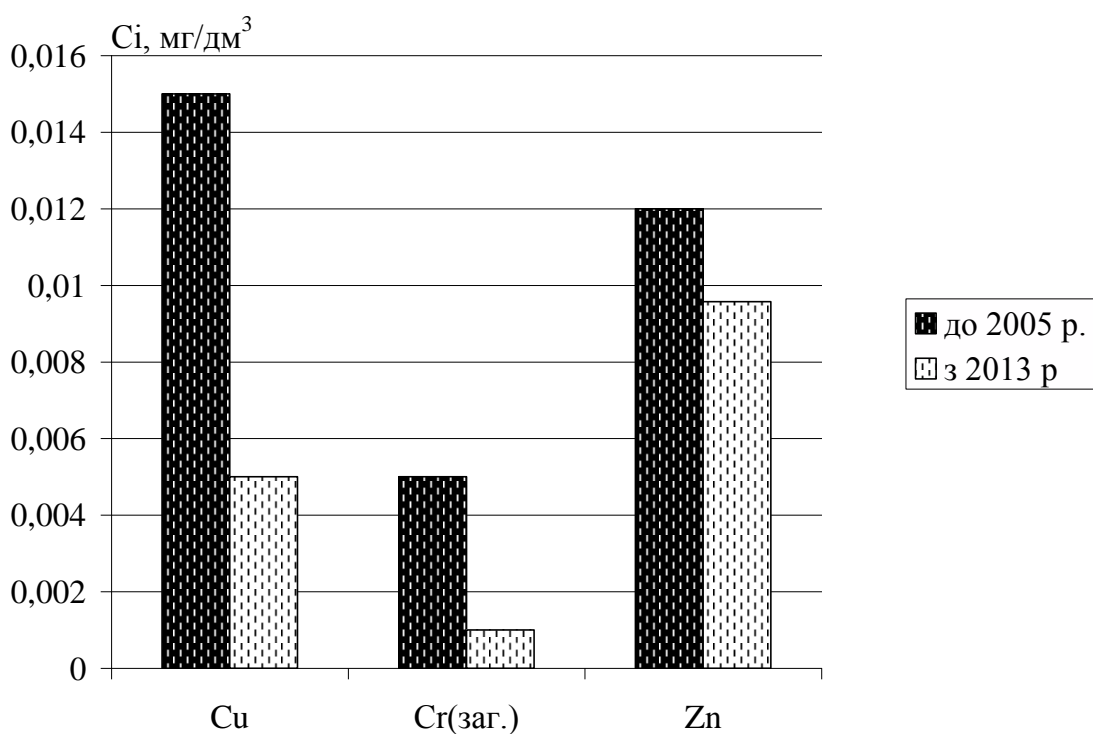
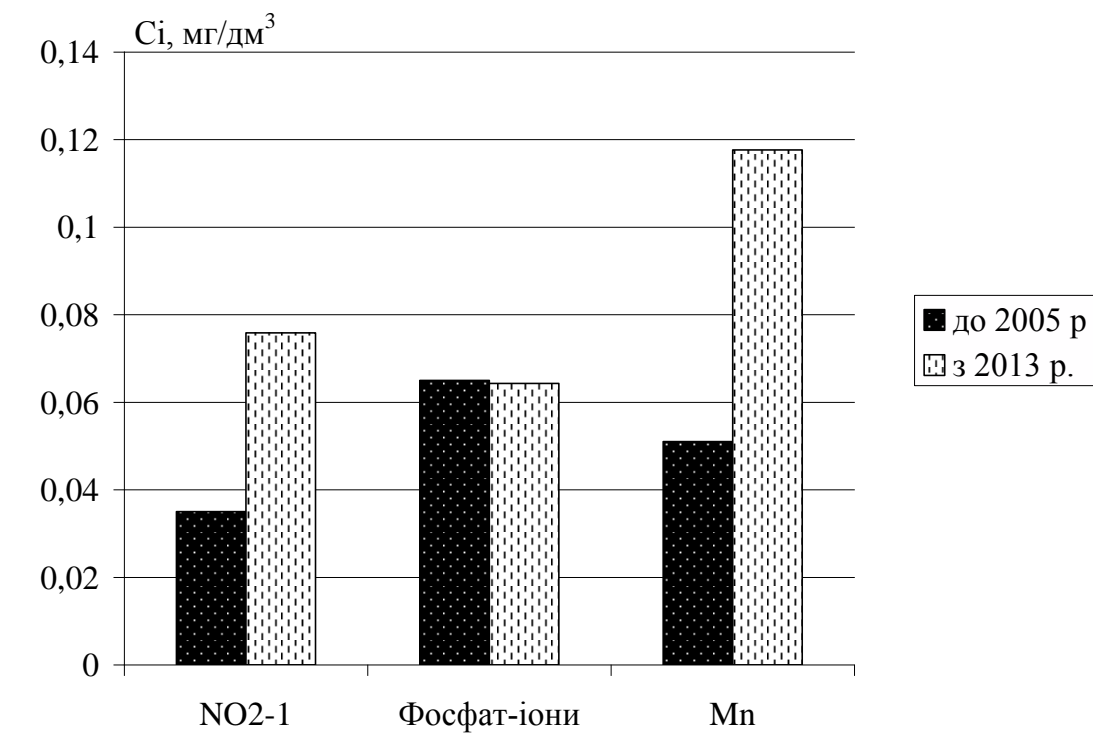


Рисунок 3.7 – Діаграма ходу гідрохімічних показників для р. Латориця – м. Чоп

3.4 Оцінка гідроекологічного стану річки Латориця

3.4.1 Оцінка якості вод за гідрохімічним індексом забруднення води (ІЗВ)

Гідрохімічний індекс забруднення ІЗВ, відноситься до категорії показників, що найчастіше використовуються для оцінки якості водних об'єктів [16]. Цей індекс є типовим адитивним коефіцієнтом і є середньою часткою перевищення ГДК по суворо лімітованій кількості індивідуальних інгредієнтів.

Розрахунок ІЗВ виконувався за стандартною та модифікованою методиками.

Для визначення екологічного стану річки було взято 7 постів на головній річці. Дослідженням охоплено два основних міста-забруднювачів: м. Мукачеве (вище міста, в межах міста та нижче міста) та Свалява (вище та нижче міста). Період спостереження складав 30 років (1974-2004 рр.).

За стандартною методикою до розрахунку приймаються концентрації шести стандартних показників: амоній, нітриту, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню БПК₅, нафтопродукти та феноли.

За результатами розрахунків індексу забруднення води за стандартною методикою (табл. 3.2), встановлено незадовільний стан р. Латориця на всій території України. Якість води коливалася в межах III-VII класів від помірно забрудненої до надзвичайно брудної. Найгірший стан виявлено на посту р. Латориця – м. Свалява. Вниз за течією до кордону з Угорщиною в м. Чоп клас якості знижується до III-помірно забруднена. З шести показників лише розчинений кисень та сполуки нітриту не перевищували на жодному з постів гранично допустимі концентрації; за показником БСК₅ виявлено забруднення в межах м. Чоп.

Модифікований ІЗВ розраховується також за шістьма показниками, з яких два є обов'язковими – розчинений кисень та БСК₅. Інші чотири показники беруть за найбільшим відношенням до ГДК зі списку в [16].

Таблиця 3.2 – Розрахунок індексу забруднення води за стандартною методикою

| № п/п | Пост | Значення ІЗВ | Клас якості | Вода |
|-------|-------------------------------------|--------------|-------------|--------------------|
| 1 | р.Латориця-с.Підполоззя | 2,9 | IV | Забруднена |
| 2 | р.Віча-с.Неліпіно | 2,47 | III | Помірно забруднена |
| 3 | р.Латориця-м.Свалява (вище міста) | 14,5 | VII | Надзвичайно брудна |
| 4 | р.Латориця-м.Свалява (нижче міста) | 5,06 | V | Брудна |
| 5 | р.Латориця-м.Мукачеве (вище міста) | 5,02 | V | Брудна |
| 6 | р.Латориця-м.Мукачеве (місто) | 1,76 | III | Помірно забруднена |
| 7 | р.Латориця-м.Мукачеве (нижче міста) | 1,65 | III | Помірно забруднена |
| 8 | р.Латориця-м.Чоп | 1,97 | III | Помірно забруднена |

Таким чином для розрахунку модифікованого ІЗВ прийнято феноли, нафтопродукти, залізо загальне та хром (табл. 3.3). За цією методикою встановлено, що III клас якості води (помірно забруднена) відсутній, переважає на всій ділянці V клас якості (забруднена), найгірше становище залишається на посту м. Свалява (вище міста). Води IV- VII класів – це води з порушеними

екологічними параметрами, і їхній екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Дана методика дозволяє оцінити загальний екологічний стан водного об'єкту. Для більш детального аналізу якості вод р. Латориця застосовано методики комбінаторного індексу забруднення, екологічну оцінку якості води за відповідними категоріями та узагальнений індекс стану вод.

Таблиця 3.3 – Розрахунок індексу забруднення води за модифікованою методикою

| № п/п | Пост | Значення ІЗВ | Клас якості | Вода |
|----------|-------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|
| 1 | р.Латориця-с.Підполоззя | 4,34 | V | Брудна |
| 2 | р.Віча-с.Неліпіно | 4,88 | V | Брудна |
| 3 | р.Латориця-м.Свалява (вище міста) | 15,38 | VII | Надзвичайно брудна |
| 4 | р.Латориця-м.Свалява (нижче міста) | 5,66 | V | Брудна |
| 5 | р.Латориця-м.Мукачеве (вище міста) | 6,02 | VI | Дуже брудна |
| 6 | р.Латориця-м.Мукачеве (місто) | 3,06 | IV | Забруднена |
| 7 | р.Латориця-м.Мукачеве (нижче міста) | 2,79 | IV | Забруднена |
| 8 | р.Латориця-м.Чоп | 3,64 | IV | Забруднена |

3.4.2 Оцінка якості води за комбінаторним індексом забрудненості (КІЗ)

У гідрохімічній практиці використовується дещо змінений, в порівнянні з ІЗВ, метод інтегральної оцінки якості води. З метою встановлення рівня якості води водних об'єктів встановлюється міра стійкості забруднення, рівень забруднення [16]. Якісним узагальненим характеристикам присуджуються узагальнені оцінні бали S_i одержані як добуток оцінок по окремих характеристиках. Значення узагальненого оцінного балу по одному з інгредієнтів може коливатися від 1 до 16. Проте якість води водних об'єктів є функцією не тільки окремих її елементів і тривалості їхньої дії, але й кількості цих елементів і комбінаторних відносин їхніх концентрацій. Врахування сумісного впливу цих чинників здійснюється в завершальній стадії класифікації. Якість води визначається через комплексний показник, одержаний складанням узагальнених оціночних балів усіх визначених у створі забруднювальних речовин.

Оскільки при цьому враховуються різні комбінації концентрацій забруднювальних речовин в умовах їхньої одночасної присутності, можна назвати цей комплексний показник комбінаторним індексом забруднення.

Завершальний етап класифікацій здійснюється на підставі величини комбінаторного індексу забрудненості. Оскільки величина КІЗ залежить від числа показників, встановлення градацій якості води щодо її придатності для використання в тих або інших цілях здійснюється залежно від їхньої кількості.

Класифікація якості води виконується в залежності від значення КІЗ і кількості лімітуючих ознак забруднення (ЛОЗ). До ЛОЗ води відносять будь-який показник, за яким значення узагальненого оціночного балу більше або дорівнює 8. У разі присутності у воді більше п'яти ЛОЗ, або при величині КІЗ більше 11n вода характеризується як «неприпустимо брудна» і розглядається поза пропонованою класифікацією.

Виділяють чотири класи якості води: «слабко забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна».

За даною методикою встановлено, що найгірший стан річки спостерігається на ділянці від м. Свалява до м. Мукачеве (табл. 3.4). Питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ) змінюється в інтервалі 3,29-3,46, що відповідає класам якості ШБ– IV а, стан води від «брудної» до «дуже брудної». Саме для цієї ділянки є характерною наявність фенолів та нафтопродуктів, як лімітуючих ознак забруднення води. До перетину кордону в м. Чоп ситуація покращується, клас якості знижується до Ша, стан води «брудний». До основних забруднювачів р. Латориця також можна віднести залізо, манган, хром (загальний) та амоній. Для цих показників узагальнена оцінка виражається як нестійка забрудненість дуже високого рівня.

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку якості води за комбінаторним індексом забруднення

| Пости | ПКІЗ | ЛОЗ | Клас якості | Характеристика стану забрудненості |
|------------------------------------|------|-----------------------|-------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| р.Латориця-с.Підполоззя | 2,91 | – | III а | Брудна |
| р.Віча-с.Неліпіно | 2,96 | – | III а | Брудна |
| р.Латориця-м.Свалява (вище міста) | 3,33 | Феноли, нафтопродукти | IV а | Дуже брудна |
| р.Латориця-м.Свалява (нижче міста) | 3,29 | Нафтопродукти | III б | Брудна |

Продовження таблиці 3.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------|------|-----------------------|-------|-------------|
| р.Латориця-м.Мукачеве (вище міста) | 3,46 | Феноли, нафтопродукти | IV а | Дуже брудна |
| р.Латориця-м.Мукачеве (місто) | 2,61 | – | III а | Брудна |
| р.Латориця-м.Мукачеве (нижче міста) | 2,83 | – | III а | Брудна |
| р.Латориця-м.Чоп | 2,96 | | III а | Брудна |

3.4.3 Екологічна оцінка якості води за відповідними категоріями

Дана методика дозволяє здійснити екологічну оцінку якості води – одержати інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища людини. Характеристика якості поверхневих вод дається на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Класифікація включає широкий набір показників, які відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем [16, 49].

Застосування методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями дає змогу оцінити тенденції зміни якості поверхневих вод суші та естуаріїв України в часі і просторі, визначити вплив антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів, оцінити зміни

стану водних ресурсів, вирішити економічні і соціальні питання, пов'язані із забезпеченням охорони довкілля, планувати і здійснювати водоохоронні заходи та оцінювати їх ефективність.

Згідно методики, встановлено п'ять класів і сім категорій якості вод.

Процедура виконання екологічної оцінки складається з таких етапів:

- етап групування і обробки вихідних даних в межах трьох блоків (блоку сольового складу, блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блоку показників вмісту і біологічної дії специфічних речовин);
- етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками (середні і найгірші значення кожного показника зіставляються з відповідними критеріями якості води, визначаються категорії якості води за окремими показниками);
- етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;
- етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класів і категорій) для водного об'єкта за певний період спостережень.

Методика екологічної оцінки якості води передбачає розрахунок в межах трьох блоків середніх значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу компонентів сольового складу ($I_{1сер}$), для трофо-сапробіологічного індексу ($I_{2сер}$), для індексу показників токсичної і радіаційної дії ($I_{3сер}$). На заключному етапі здійснюється обчислення інтегрального (екологічного) індексу (I_e), як середнє значення з $I_{1сер}$, $I_{2сер}$ та $I_{3сер}$.

Сольовий склад визначається в три етапи. На першому етапі визначається за показниками мінералізації клас –прісні води- I. Води відносяться до категорії –гіпогалінні -1.(табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Класифікація якості вод р. Латориця за критерієм мінералізації

| № п/п | Пости | Середня величина мінералізації | Клас якості вод | Категорія якості вод |
|-------|---------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | с. Підполоззя | 0,24 | Прісні води-I | Гіпогалинні -1 |
| 2 | м. Свалява (вище міста) | 0,24 | Прісні води-I | Гіпогалинні -1 |
| 3 | м. Свалява (нижче міста) | 0,25 | Прісні води-I | Гіпогалинні -1 |
| 4 | м. Мукачево (вище міста) | 0,25 | Прісні води-I | Гіпогалинні -1 |
| 5 | м. Мукачево (місто) | 0,21 | Прісні води-I | Гіпогалинні -1 |
| 6 | м. Мукачево (нижче міста) | 0,24 | Прісні води-I | Гіпогалинні -1 |
| 7 | м. Чоп | 0,24 | Прісні води-I | Гіпогалинні -1 |

На другому етапі визначаємо клас якості вод і категорію якості вод, по всім семи постам спостереження. З подальшим усередненням значення категорії якості води (табл. 3.6).

З таблиці видно, що за всіма компонентами сольового складу спостерігається перший клас якості, категорія якості води –1. Сума іонів коливається в межах 211,3 (м. Мукачево в межах міста) – 254,8 мг/дм³ (м. Свалява нижче міста). Для хлоридів та сульфатів мінімальні концентрації спостерігаються в межах міста Мукачево та складають відповідно 11,2 мг/дм³ та 31,2 мг/дм³, а максимальні концентрації вище міста Мукачево – 17,2 та 46,6 відповідно.

Таблиця 3.6 – Класифікація якості вод р. Стрижень за критеріями забруднення компонентами сольового складу

| № п/п | Пости | Сумма іонів | | | Хлориди | | | Сульфати | | | $I_{сер}$ |
|----------|---------------------------|-------------|----------------|-------------------------|----------|----------------|-------------------------|----------|----------------|-------------------------|-----------|
| | | значення | клас якості | категорія якості вод | значення | клас якості | категорія якості вод | значення | клас якості | категорія якості вод | |
| 1 | с. Підполоззя | 240,5 | I | 1 | 14,6 | I | 1 | 37,6 | I | 1 | 1 |
| 2 | м. Свалява (вище міста) | 240,7 | I | 1 | 14,3 | I | 1 | 39,7 | I | 1 | 1 |
| 3 | м. Свалява (нижче міста) | 254,8 | I | 1 | 15,9 | I | 1 | 38,9 | I | 1 | 1 |
| 4 | м. Мукачево (вище міста) | 246,1 | I | 1 | 17,2 | I | 1 | 46,6 | I | 1 | 1 |
| 5 | м. Мукачево (місто) | 211,3 | I | 1 | 11,2 | I | 1 | 31,2 | I | 1 | 1 |
| 6 | м. Мукачево (нижче міста) | 242,2 | I | 1 | 16,3 | I | 1 | 45,2 | I | 1 | 1 |
| 7 | м. Чоп | 236,7 | I | 1 | 17,1 | I | 1 | 35,8 | I | 1 | 1 |

Також ця методика передбачає класифікацію за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями (табл. 3.7). В даному випадку дані дозволяли взяти 10 показників серед яких основні: розчинений кисень, азотовмісні речовини, фосфор, БСК5. Дані трофо-сапробіологічного характеру аналізувались по всім постам, також визначався клас і категорія якості води, з подальшим усередненням даних.

Для всіх постів характерне забруднення фосфором фосфатів, нітритами, нітратами, завислими речовинами та амонієм. Для цих компонентів клас якості коливається в межах III–IV, категорії 4-6. В таких пунктах спостереження як с. Підполоззя, м. Свалява (вище та нижче міста) середнє значення індексу знаходиться в межах четвірки. В м. Мукачево (вище міста, місто) ситуація дещо покращується ($I_2=3$), але вже на нижньому посту цього міста ситуація знову погіршується ($I_2=4$) і до замикаючого створу будь-яких змін в бік покращення екологічної ситуації не було.

Останнім етапом є дослідження якості води по критеріям вмісту специфічних речовин токсичної дії: важких металів, токсичних та радіоактивних речовин. В цьому аналізі були задіяні такі елементи – мідь, цинк, хром, залізо, марганець, фториди, нафтопродукти, феноли, СПАР (табл. 3.8).

Таблиця містить у собі різні значення тому можна дати оцінку лише по усередненим значенням. Від витoku до поста м. Мукачево (вище міста) $I_3=4$, в межах міста I_3 зменшується до 3, але вже в межах м. Чоп він становить 5.

Можна відзначити, що головними забруднювачами є нафтопродукти та феноли (категорія якості коливається в межах 5-7: забруднені – дуже брудні).

В решті видно, що екологічна ситуація для річки визначена за цією методикою є найкращою. За станом води добрі, за ступенем їх чистоти – досить чисті, за трофністю – мезоевтрофні, за сапробністю – β' -мезосапробні (табл. 3.9). Це можна пояснити тим, що за першим блоковим індексом води відносяться до I класу I категорії якості – води чисті.

Таблиця 3.7 – Екологічна ситуація якості р. Стрижень за трофо-сапробіологічними критеріями

| Показники якості | с. Підполоззя | | м. Свалява (вище міста) | | м. Свалява (нижче міста) | | м. Мукачево (вище міста) | | м. Мукачево (місто) | | м. Мукачево (нижче міста) | | м. Чоп | |
|--|----------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| | Клас якості | Кате- горія якості | Клас якості | Кате- горія якості | Клас якості | Кате- горія якості | Клас якості | Кате- горія якості | Клас якості | Кате- горія якості | Клас якості | Кате- горія якості | Клас якості | Кате- горія якості |
| <u>pH</u> | I | 1 | I | 1 | I | 1 | I | 1 | II | 2 | I | 1 | I | 1 |
| БО, мг/дм ³ | II | 2 | II | 2 | II | 3 | II | 3 | II | 2 | II | 3 | III | 4 |
| ПО, мг/дм ³ | | | I | 1 | I | 1 | I | 1 | II | 2 | II | 2 | | |
| <i>BCK</i> ₅ , мг/дм ³ | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 4 |
| <i>O</i> ₂ , мг/дм ³ | I | 1 | I | 1 | I | 1 | I | 1 | I | 1 | I | 1 | I | 1 |
| <i>P</i> мг/дм ³ | III | 4 | III | 4 | III | 5 | II | 3 | II | 2 | III | 4 | III | 5 |
| <i>NO</i> ₂ ⁻ мг/дм ³ | III | 5 | III | 5 | III | 5 | III | 4 | III | 5 | III | 4 | III | 5 |
| <i>NO</i> ₃ ⁻ мг/дм ³ | III | 4 | IV | 6 | III | 4 | IV | 6 | II | 3 | IV | 6 | IV | 6 |
| Зав речовин мг/дм ³ | III | 5 | IV | 6 | IV | 6 | III | 5 | III | 5 | III | 5 | III | 5 |
| <i>NH</i> ₄ ⁺ мг/дм ³ | IV | 6 | III | 5 | IV | 6 | III | 5 | III | 5 | III | 5 | III | 5 |
| Середнє | 4 | | 4 | | 4 | | 3 | | 3 | | 4 | | 4 | |

Таблиця 3.8 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

| Показники якості Пости | с. Підполоззя | | м. Свалява (вище міста) | | м. Свалява (нижче міста) | | м. Мукачево (вище міста) | | м. Мукачево (місто) | | м. Мукачево (нижче міста) | | м. Чоп | |
|---------------------------|---------------|------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------------|------------------|-------------|------------------|
| | Клас якості | Категорія якості | Клас якості | Категорія якості | Клас якості | Категорія якості | Клас якості | Категорія якості | Клас якості | Категорія якості | Клас якості | Категорія якості | Клас якості | Категорія якості |
| Мідь | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 4 | II | 2 | III | 4 | III | 5 |
| Цинк | II | 2 | I | 1 | II | 2 | III | 4 | I | 1 | I | 1 | II | 2 |
| Хром | III | 4 | II | 3 | II | 3 | II | 3 | III | 4 | III | 4 | II | 3 |
| Залізо | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 4 | III | 5 |
| Марганець | | | II | 3 | II | 3 | II | 3 | | | II | 3 | III | 4 |
| Фториди | III | 5 | III | 4 | III | 4 | III | 5 | II | 3 | III | 5 | V | 7 |
| <u>Нафтопродукти</u> | V | 7 | V | 7 | V | 7 | V | 7 | III | 5 | III | 5 | IV | 6 |
| Феноли | III | 5 | V | 7 | III | 5 | IV | 6 | III | 5 | III | 5 | III | 5 |
| СПАР | III | 4 | IV | 6 | III | 4 | III | 4 | III | 5 | III | 5 | III | 4 |
| Середнє | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 3 | | 4 | | 5 | |

Таблиця 3.9 – Розрахунок інтегрального (екологічного) індексу I_E

| № п/п | Пост | I_1 | I_2 | I_3 | I_E | |
|----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | | | | | Клас | Категорія |
| 1 | с. Підполоззя | 1 | 4 | 4 | II | 3 |
| 2 | м. Свалява (вище міста) | 1 | 4 | 4 | II | 3 |
| 3 | м. Свалява (нижче міста) | 1 | 4 | 4 | II | 3 |
| 4 | м. Мукачево (вище міста) | 1 | 3 | 4 | II | 3 |
| 5 | м. Мукачево (місто) | 1 | 3 | 3 | II | 2 |
| 6 | м. Мукачево (нижче міста) | 1 | 4 | 4 | II | 3 |
| 7 | м. Чоп | 1 | 4 | 5 | II | 3 |

3.4.4 Узагальнений індекс стану вод I_{CB}

Методика комплексної оцінки якості води за допомогою узагальненого індексу їх стану I_{CB} (методика ОДЕКУ) розроблена на основі існуючих методик. У ній враховані всі виявлені недоліки: використовуються рибогосподарські ГДК; перелік показників не обмежений; враховується ефект сумарної дії; узагальнюються співвідношення значень показників якості з їх ГДК [16].

Розроблено нову шкалу категорій якості (табл. 3.10) на основі одиниць хронічної токсичності. В методиці ОДЕКУ для врахування ефекту сумарної дії речовин розглядається вісім блоків показників: мінералізація, трофо-сапробіологічні, із загально санітарною ЛОШ, із токсикологічною ЛОШ, із санітарно-токсикологічною ЛОШ, із органолептичною ЛОШ, із рибогосподарською ЛОШ, радіаційної дії.

Таблиця 3.10 – Класифікація якості поверхневих вод за I_{CB}

| Категорія якості | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------|-------------|
| I_{CB} | $\leq 0,25$ | $0,26 \div 0,5$ | $0,51 \div 1,0$ | $1,01 \div 2,00$ | $2,01 \div 4,00$ | $4,01 \div 8,00$ | $> 8,00$ |
| Характеристика якості | Дуже чиста | Чиста | Досить чиста | Слабо забруднена | Помірно забруднена | Брудна | Дуже брудна |

Для другого та восьмого блоків узагальнений блоковий індекс розраховується як середнє значення ряду з n показниками за формулою (3.1), а для третього - сьомого блоків осереднення не здійснюється, і розрахунок блокового індексу виконується за формулою (3.2):

$$I_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (3.1)$$

$$I_j = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}. \quad (3.2)$$

При розрахунку I_j використовуються рибогосподарські ГДК і ЛОШ [16].

Узагальнена оцінка визначається у результаті осереднення m блокових індексів:

$$I_{CB} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m I_i \quad (3.3)$$

Категорія якості поверхневих вод встановлюється за значеннями I_{CB} та таблицею 3.10.

Ця методика була застосована для оцінки якості води р. Латориця на території України. В даній методиці для врахування ефекту сумарної дії речовин до розрахунку за наявними даними приймалися лише п'ять блоків: мінералізація, трофо-сапробіологічний, показники з токсикологічною ЛОШ, із рибогосподарською ЛОШ, показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ. Аналіз проводився за середніми концентраціями за весь період спостережень (табл. 3.11–3.17).

Узагальнений блоковий індекс по трофо-сапробіологічному параметру розраховувався як середнє значення ряду з n показниками (3.1), для останніх блоків осереднення не виконувалося (3.2).

Для поста р. Латориця –с. Підполоззя узагальнений індекс стану води дорівнює 8,14, що відповідає сьомій категорії якості, вода «дуже брудна». Води р. Латориця – м. Свалява (вище міста) характеризуються також сьомою категорією якості, вода «дуже брудна» ($I_{CB}= 21,5$).

Для поста м. Свалява (нижче міста) ситуація значно покращується за окремими показниками, але загальний стан річки все ж незадовільний. Води відносяться до сьомої категорії – вода «дуже брудна» ($I_{CB}=10,15$). В районі міста Мукачево узагальнений індекс стану води коливається в межах від 10,61 (сьома категорія, вода «дуже брудна») до 4,51 (шоста категорія, вода «брудна»).

У замикаючому створі р. Латориця – м. Чоп якість води не покращується і відповідає категорії 7, вода «дуже брудна».

Таблиця 3.11 – Оцінка якості води за узагальненим індексом стану вод для р. Латориця –с. Підполоззя

| Показник | Значення (C _i), мг/дм ³ | Гранична норма (ГДК _i) | C _i /ГДК _i | I _j |
|---|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Мінералізація, мг/дм ³ | 240,5 | 1000 | 0,24 | 0,24 |
| Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 42,5 | 20 | 2,13 | 1,02 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | 12,2 | 6 | 0,49 | |
| Біхроматне окислення, мг/дм ³ | 12,9 | 25 | 0,52 | |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 2,8 | 3 | 0,93 | |
| Показники з токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Амоній, мг/дм ³ | 1,54 | 0,50 | 3,08 | 18,84 |
| Нітрити, мг/дм ³ | 0,022 | 0,08 | 0,28 | |
| Цинк | 0,014 | 0,01 | 1,4 | |
| Мідь | 0,009 | 0,001 | 9 | |
| СПАР | 0,039 | 0,50 | 0,08 | |
| Залізо, мг/дм ³ | 0,5 | 0,1 | 5,0 | |
| Марганець, мг/дм ³ | - | 0,01 | | |
| Показники з рибогосподарською ЛОШ | | | | |
| Нафтопродукти | 0,43 | 0,05 | 8,6 | 12,6 |
| Феноли | 0,004 | 0,001 | 4 | |
| Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Нітрати, мг/дм ³ | 0,68 | 40 | 0,02 | 8,01 |
| Хром | 0,007 | 0,001 | 7,0 | |
| Калій та натрій, мг/дм ³ | 14,7 | 120 | 0,12 | |
| Кальцій, мг/дм ³ | 37,3 | 180 | 0,21 | |
| Магній, мг/дм ³ | 9,01 | 40 | 0,23 | |
| Хлориди, мг/дм ³ | 14,6 | 300 | 0,05 | |
| Сульфати, мг/дм ³ | 37,6 | 100 | 0,38 | |

Таблиця 3.12 – Оцінка якості води за узагальненим індексом стану вод для р. Латориця – м. Свалява (вище міста)

| Показник | Значення (С _i), мг/дм ³ | Гранична норма (ГДК _i) | С _i /ГДК _i | I _j |
|---|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Мінералізація, мг/дм ³ | 240,7 | 1000 | 0,24 | 0,24 |
| Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 84,3 | 20 | 4,22 | 1,56 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | 11,35 | 6 | 0,53 | |
| Біхроматне окислення, мг/дм ³ | 15,7 | 25 | 0,63 | |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 2,59 | 3 | 0,86 | |
| Показники з токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Амоній, мг/дм ³ | 0,93 | 0,50 | 1,86 | 17,42 |
| Нітрити, мг/дм ³ | 0,025 | 0,08 | 0,31 | |
| Цинк | 0,009 | 0,01 | 0,90 | |
| Мідь | 0,006 | 0,001 | 6,0 | |
| СПАР | 0,125 | 0,50 | 0,25 | |
| Залізо, мг/дм ³ | 0,37 | 0,1 | 3,7 | |
| Марганець, мг/дм ³ | 0,044 | 0,01 | 4,4 | |
| Показники з рибогосподарською ЛОШ | | | | |
| Нафтопродукти | 1,01 | 0,05 | 20,2 | 83,2 |
| Феноли | 0,063 | 0,001 | 63 | |
| Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Нітрати, мг/дм ³ | 1,25 | 40 | 0,03 | 5,07 |
| Хром | 0,004 | 0,001 | 4,0 | |
| Калій та натрій, мг/дм ³ | 20,8 | 120 | 0,17 | |
| Кальцій, мг/дм ³ | 35,8 | 180 | 0,20 | |
| Магній, мг/дм ³ | 8,82 | 40 | 0,22 | |
| Хлориди, мг/дм ³ | 14,3 | 300 | 0,05 | |
| Сульфати, мг/дм ³ | 39,7 | 100 | 0,40 | |

Таблиця 3.13 – Оцінка якості води за узагальненим індексом стану вод для р. Латориця – м. Свалява (нижче міста)

| Показник | Значення (С _i), мг/дм ³ | Гранична норма (ГДК _i) | С _i /ГДК _i | I _j |
|---|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Мінералізація, мг/дм ³ | 254,8 | 1000 | 0,25 | 0,25 |
| Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 53,6 | 20 | 2,68 | 1,22 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | 11,6 | 6 | 0,52 | |
| Біхроматне окислення, мг/дм ³ | 18,7 | 25 | 0,75 | |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 2,78 | 3 | 0,93 | |
| Показники з токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Амоній, мг/дм ³ | 1,51 | 0,50 | 3,02 | 18,79 |
| Нітрити, мг/дм ³ | 0,04 | 0,08 | 0,50 | |
| Цинк | 0,011 | 0,01 | 1,10 | |
| Мідь | 0,006 | 0,001 | 6,0 | |
| СПАР | 0,035 | 0,50 | 0,07 | |
| Залізо, мг/дм ³ | 0,31 | 0,1 | 3,1 | |
| Марганець, мг/дм ³ | 0,05 | 0,01 | 5,0 | |
| Показники з рибогосподарською ЛОШ | | | | |
| Нафтопродукти | 1,12 | 0,05 | 22,4 | 25,4 |
| Феноли | 0,003 | 0,001 | 3,0 | |
| Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Нітрати, мг/дм ³ | 0,62 | 40 | 0,02 | 5,09 |
| Хром | 0,004 | 0,001 | 4,0 | |
| Калій та натрій, мг/дм ³ | 21,8 | 120 | 0,18 | |
| Кальцій, мг/дм ³ | 37,1 | 180 | 0,21 | |
| Магній, мг/дм ³ | 9,53 | 40 | 0,24 | |
| Хлориди, мг/дм ³ | 15,9 | 300 | 0,05 | |
| Сульфати, мг/дм ³ | 38,9 | 100 | 0,39 | |

Таблиця 3.14 – Оцінка якості води за узагальненим індексом стану вод для р. Латориця – м. Мукачеве (вище міста)

| Показник | Значення (C _i), мг/дм ³ | Гранична норма (ГДК _i) | C _i /ГДК _i | I _j |
|---|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Мінералізація, мг/дм ³ | 246,1 | 1000 | 0,25 | 0,25 |
| Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 43,7 | 20 | 2,19 | 1,04 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | 11,7 | 6 | 0,51 | |
| Біхроматне окислення, мг/дм ³ | 15,9 | 25 | 0,64 | |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 2,5 | 3 | 0,83 | |
| Показники з токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Амоній, мг/дм ³ | 0,79 | 0,50 | 1,58 | 18,58 |
| Нітрити, мг/дм ³ | 0,016 | 0,08 | 0,20 | |
| Цинк | 0,023 | 0,01 | 2,3 | |
| Мідь | 0,009 | 0,001 | 9 | |
| СПАР | 0,049 | 0,50 | 0,10 | |
| Залізо, мг/дм ³ | 0,28 | 0,1 | 2,8 | |
| Марганець, мг/дм ³ | 0,026 | 0,01 | 2,6 | |
| Показники з рибогосподарською ЛОШ | | | | |
| Нафтопродукти | 0,55 | 0,05 | 11 | 27 |
| Феноли | 0,016 | 0,001 | 16 | |
| Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Нітрати, мг/дм ³ | 1,01 | 40 | 0,03 | 6,17 |
| Хром | 0,005 | 0,001 | 5,00 | |
| Калій та натрій, мг/дм ³ | 23,1 | 120 | 0,19 | |
| Кальцій, мг/дм ³ | 34,3 | 180 | 0,19 | |
| Магній, мг/дм ³ | 9,27 | 40 | 0,23 | |
| Хлориди, мг/дм ³ | 17,2 | 300 | 0,06 | |
| Сульфати, мг/дм ³ | 46,6 | 100 | 0,47 | |

Таблиця 3.15 – Оцінка якості води за узагальненим індексом стану вод для р. Латориця – м. Мукачеве (місто)

| Показник | Значення (С _i), мг/дм ³ | Гранична норма (ГДК _i) | С _i /ГДК _i | I _j |
|---|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Мінералізація, мг/дм ³ | 211,3 | 1000 | 0,21 | 0,21 |
| Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 43,4 | 20 | 2,17 | 1,05 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | 11,9 | 6 | 0,50 | |
| Біхроматне окислення, мг/дм ³ | 14,4 | 25 | 0,58 | |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 2,81 | 3 | 0,94 | |
| Показники з токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Амоній, мг/дм ³ | 0,83 | 0,50 | 1,66 | 6,24 |
| Нітрити, мг/дм ³ | 0,021 | 0,08 | 0,26 | |
| Цинк | 0,005 | 0,01 | 0,50 | |
| Мідь | 0,001 | 0,001 | 1 | |
| СПАР | 0,058 | 0,50 | 0,12 | |
| Залізо, мг/дм ³ | 0,27 | 0,1 | 2,7 | |
| Марганець, мг/дм ³ | - | 0,01 | | |
| Показники з рибогосподарською ЛОШ | | | | |
| Нафтопродукти | 0,16 | 0,05 | 3,2 | 7,2 |
| Феноли | 0,004 | 0,001 | 4 | |
| Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Нітрати, мг/дм ³ | 0,355 | 40 | 0,01 | 7,82 |
| Хром | 0,007 | 0,001 | 7 | |
| Калій та натрій, мг/дм ³ | 10,5 | 120 | 0,09 | |
| Кальцій, мг/дм ³ | 32,4 | 180 | 0,18 | |
| Магній, мг/дм ³ | 7,67 | 40 | 0,19 | |
| Хлориди, мг/дм ³ | 11,2 | 300 | 0,04 | |
| Сульфати, мг/дм ³ | 31,2 | 100 | 0,31 | |

Таблиця 3.16 – Оцінка якості води за узагальненим індексом стану вод для р. Латориця – м. Мукачеве (нижче міста)

| Показник | Значення (С _i), мг/дм ³ | Гранична норма (ГДК _i) | С _i /ГДК _i | I _j |
|---|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Мінералізація, мг/дм ³ | 242,2 | 1000 | 0,24 | 0,24 |
| Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 44,1 | 20 | 2,21 | 1,03 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | 15,3 | 6 | 0,39 | |
| Біхроматне окислення, мг/дм ³ | 16,17 | 25 | 0,65 | |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 2,63 | 3 | 0,88 | |
| Показники з токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Амоній, мг/дм ³ | 0,87 | 0,50 | 1,74 | 19,5 |
| Нітрити, мг/дм ³ | 0,019 | 0,08 | 0,24 | |
| Цинк | 0,009 | 0,01 | 0,9 | |
| Мідь | 0,009 | 0,001 | 9,0 | |
| СПАР | 0,06 | 0,50 | 0,12 | |
| Залізо, мг/дм ³ | 0,28 | 0,1 | 2,8 | |
| Марганець, мг/дм ³ | 0,047 | 0,01 | 4,7 | |
| Показники з рибогосподарською ЛОШ | | | | |
| Нафтопродукти | 0,182 | 0,05 | 3,64 | 6,64 |
| Феноли | 0,003 | 0,001 | 3 | |
| Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Нітрати, мг/дм ³ | 1,18 | 40 | 0,03 | 7,14 |
| Хром | 0,006 | 0,001 | 6,0 | |
| Калій та натрій, мг/дм ³ | 21,1 | 120 | 0,18 | |
| Кальцій, мг/дм ³ | 33,9 | 180 | 0,19 | |
| Магній, мг/дм ³ | 9,54 | 40 | 0,24 | |
| Хлориди, мг/дм ³ | 16,3 | 300 | 0,05 | |
| Сульфати, мг/дм ³ | 45,2 | 100 | 0,45 | |

Таблиця 3.17 – Оцінка якості води за узагальненим індексом стану вод для р. Латориця – м.Чоп

| Показник | Значення (C _i), мг/дм ³ | Гранична норма (ГДК _i) | C _i /ГДК _i | I _j |
|---|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Мінералізація, мг/дм ³ | 236,7 | 1000 | 0,24 | 0,24 |
| Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 37,7 | 20 | 1,89 | 1,12 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | 11,06 | 6 | 0,54 | |
| Біхроматне окислення, мг/дм ³ | 25,5 | 25 | 1,02 | |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 3,06 | 3 | 1,02 | |
| Показники з токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Амоній, мг/дм ³ | 0,72 | 0,50 | 1,44 | 30,18 |
| Нітрити, мг/дм ³ | 0,035 | 0,08 | 0,44 | |
| Цинк | 0,012 | 0,01 | 1,2 | |
| Мідь | 0,015 | 0,001 | 15 | |
| СПАР | 0,05 | 0,50 | 0,10 | |
| Залізо, мг/дм ³ | 0,69 | 0,1 | 6,9 | |
| Марганець, мг/дм ³ | 0,051 | 0,01 | 5,1 | |
| Показники з рибогосподарською ЛОШ | | | | |
| Нафтопродукти | 0,27 | 0,05 | 5,4 | 8,40 |
| Феноли | 0,003 | 0,001 | 3 | |
| Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ | | | | |
| Нітрати, мг/дм ³ | 2,33 | 40 | 0,06 | 6,06 |
| Хром | 0,005 | 0,001 | 5,0 | |
| Калій та натрій, мг/дм ³ | 18,3 | 120 | 0,15 | |
| Кальцій, мг/дм ³ | 36,6 | 180 | 0,20 | |
| Магній, мг/дм ³ | 9,26 | 40 | 0,23 | |
| Хлориди, мг/дм ³ | 17,1 | 300 | 0,06 | |
| Сульфати, мг/дм ³ | 35,8 | 100 | 0,36 | |

3.5 Висновки та рекомендації щодо збереження та подальшого використання річки Латориця, оптимізація її експлуатації.

За результатами проведеної оцінки якості вод р. Латориця можна констатувати той факт, що прикордонна річка, одна із основних приток р. Тиси знаходиться в критичній екологічній ситуації. Для оцінки якості води в роботі були застосовані такі методики як індекс забруднення води (стандартна та модифікована методики), комбінаторний індекс забруднення, узагальнений екологічний індекс та узагальнений індекс стану вод. Лише за узагальненим екологічним індексом води віднесені від «досить чистих» до «чистих». Це пояснюється тим, що за одним із блоків, а саме за компонентами сольового складу, води відносяться за всіма постами до I класу I категорії якості вод – «відмінні». І, не зважаючи на те, що за іншими блоковими індексами зустрічаються 5-7 категорії якості вод, в кінцевому результаті води «чисті» та «досить чисті». Тому результати за екологічним індексом є заниженим в порівнянні з останніми методиками. В узагальненому індексі стану вод ці «недоліки» виправлені, і, як результат, води «брудні» та «дуже брудні».

Як основні забруднювачі можна виділити біогенні речовини (амоній сольовий, нітрити, нітрати, загальний фосфор), Zn, Cu, Fe, Mn, Cr, нафтопродукти та феноли. Якщо розглядати річку від витoku до гирла на території України, найгірша якість води визначена в районі м. Свалява (вище та нижче міста), нижче за течією ситуація дещо покращується (в межах м. Мукачеве) і залишається такою до перетину державного кордону в м. Чоп.

Після підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, наша держава повинна виконати зобов'язання щодо впровадження Водної Рамкової Директиви [78] та ряду ключових директив, таких як

Директиви про очистку міських стічних вод, Директиви про мул стічних вод, Директиви про інтегрований контроль та попередження забруднень.

Найбільшими забруднювачами поверхневих вод залишаються об'єкти комунального господарства. Існуючі системи каналізації належать до загально-сплавного типу, і під час зливових дощів відбувається їх перевантаження.

Більше третини каналізаційних мереж було прокладено ще за Радянського Союзу, тому вони відпрацювала свій технічний ресурс і перебувають в аварійному стані. Більше 90% від загальної кількості існуючих каналізаційних очисних споруд потребують реконструкції, збільшення потужностей, модернізації або хоча б капітального ремонту. Бажано впровадити більш глибокі технології очищення стічних вод. Як додаткові заходи, можливо виконати такі роботи: впровадити більш жорсткі умови скидання промислових стічних вод від міських каналізаційних мереж та впровадити роздільну систему каналізаційних мереж, відокремивши дощові стічні води, і зменшивши, тим самим, навантаження на діючі очисні системи.

Для зменшення забруднення органічними речовинами від промисловості необхідно інтенсивно вводити найкращі наявні технології, які будуть спрямовані на скорочення питомих витрат води на виготовлення одиниці продукції та впроваджені оборотних систем та систем повторного використання води.

Практично відсутня інформація про спеціальне водокористування та скиди стічних вод з тваринницьких комплексів, тому невідомі обсяги забруднення поверхневих вод органічними речовинами.

Для зменшення забруднення біогенними речовинами в першу чергу необхідно винести в природу водозахисні смуги та призначити відповідальних за підтримання цих меж. Негативно впливає розораність прибережно-захисних смуг вздовж річки: через берегову ерозію в річку надходять

біогенні речовини, які викликають зміну хімічного складу води та замулення русла. Залуження та заліснення прибережних смуг повинні покращити цю ситуацію. Для зменшення забруднення фосфором та азотом необхідно впровадити облік добрив та гною, що використовується у землеробстві.

4 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ ДЕСНА В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

4.1 Гідрологічна та гідрохімічна характеристика річки Десна

Десна - найдовша ліва притока Дніпра - бере початок у Смоленській області Російської Федерації з торфового болота «Блакитний мох», на відстані 9 км від м. Єльня. Тече річка по Смоленській, Брянській (Російська Федерація), Чернігівській та Київській (Україна) областях (рис 4.1). На своєму шляху приймає 18 правих та 13 лівих приток, серед яких найбільшими є Судість, Снов, Сейм, Остер, впадає в Дніпро в північній частині Києва. Площа водозбору становить 88,9 тис. км². Довжина річки дорівнює 1130 км. Середня багаторічна витрата становить 326 м³/с, на в/п Чернігів, та 349м³/с на в/п Літки. Середній модуль стоку Десни біля с. Олександрівка дорівнює 6,55 л/(с км²), змінюючись в окремі роки від 3,84 до 12,1 л/(с км²).

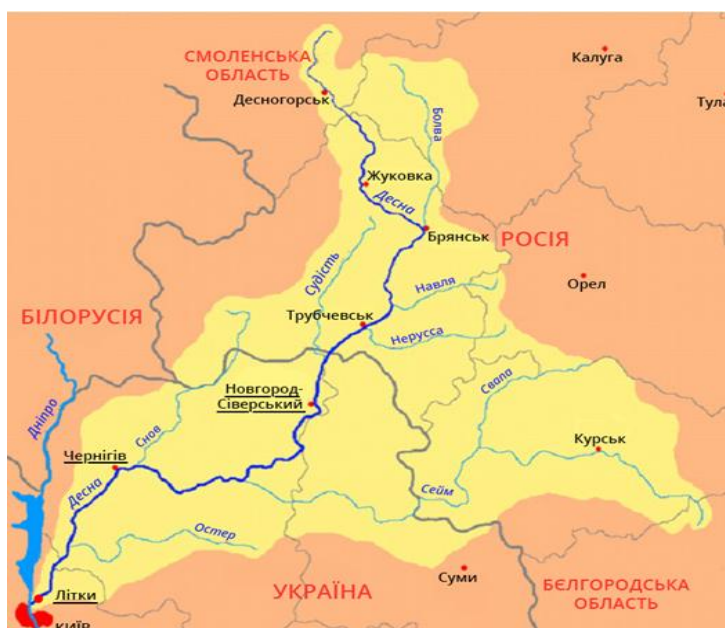


Рисунок 4.1 – Карта – схема водозбору річки Десна [80]

Ширина русла Десни в більшості випадків на території України становить близько 200 м (60 - 450), глибини залежать від рівня води. В середній і нижній течії рівні досягають 2-4 м, найбільша глибина становить 17 м, найменша - 0,5м. Серед ґрунтів переважають піщані і замулені піски. Швидкість течії в Десні є характерною для рівнинних річок. Вона змінюється від 0,3-0,5 до 0,7-1,0м/с.

Загальна кількість річок в басейні Десни дорівнює 26118 км. Лісистість водозбору складає 20%, заболоченість сягає 15 %. Питомі водні ресурси в басейні річки Десна складають 110-115 тис. м³ на рік [81].

Десна разом з притоками утворює Деснянську гідрологічну область, що охоплює територію Чернігівської та північно-східну частину Сумської областей. Водний режим Десни є типовим для річок європейської території: висока весняна повінь і порівняно низька межень. Льодостав триває в середньому за довжиною річки з початку грудня до кінця березня. Найбільш ранній початок літньо - осінньої межені припадає на початок травня. В середньому межень починається з 1-ої декади червня і закінчується наприкінці вересня. Середня тривалість літньо - осінньої межені складає 120-150 діб. Середній за багаторічний період шар стоку під час літньо - осінньої межені становить 30 мм. [82] Зимовая межень починається в грудні. Початок льодових явищ в середньому припадає на листопад, але у Брянській області він дещо зсувається до середини грудня. Це відбувається за рахунок підвищення температури річкових вод на цій ділянці, причиною чого є скид вод з тепловим забрудненням (ГСС). Тривалість зимової межені становить 80-120 діб. Середній за багаторічний період шар стоку під час зимової межені складає 17 мм [82].

Загалом, під час межені р. Десна живиться підземними прісними водами водовмісних порід четвертинних відкладів [82]. Інколи межень слабо виражена тому що переривається дощовими паводками. Найчастіше

це явище спостерігається наприкінці вересня. Найбільша роль підземного живлення у формуванні стоку установа у серпні та у січні-лютому.

Водопілля починається з кінця березня (початку квітня) і сягає піку наприкінці квітня. Середній шар стоку під час водопілля зменшується по довжині річки від 120 мм у Брянській області до 30 мм у Київській області. Тривалість найбільшого розливу річки коливається від 8 до 20 діб і зменшується по довжині річки з наближенням до гирла. З наближенням до піку водопілля роль підземного живлення наближується до нуля через гідравлічний зв'язок поверхневих та підземних вод. В період водопілля річка Десна живиться переважно талими водами але також можливе значне підвищення рівня за рахунок значних опадів у цей період, що характерно для верхньої ділянки річки. Під час водопілля в середньому проходить 60% річного стоку річки Десна. Але цей показник змінюється за довжиною річки. Через велику залісненість річки у верхній течії під час водопілля там проходить до 50% річного стоку, а у нижній течії навпаки, понад 70% стоку.

Дощові паводки зазвичай спостерігаються восени, але інколи вони переривають літньо – осінню межень. Під час дощових паводків роль підземного живлення зменшується до 15%.

За рік внесок дощового живлення може змінюватися від 10 до 30%, внесок підземного живлення від 20 до 30%, залишок припадає на снігові талі води. Але співвідношення може значно змінюватися в окремі роки за рахунок кліматичних умов. В середньому за довжиною річки, під час водопілля проходить 60% річного стоку, в літньо - осінню межень 15-25 %; взимку - 10-15%.

За хімічним складом води протягом року є прісними гідрокарбонатними кальцієвими (під час межені гідрокарбонатними кальцієво-магнієвими) з середньою мінералізацією під час межені 345 мг/дм³, а під час водопілля - 150 мг/дм³. Внесок ґрунтових вод в формування мінералізації річкових вод складає 39% [23]. Ще 15% приходить на

атмосферні опади. За хімічним складом опади переважно гідрокарбонатно – сульфатно - кальцієві. Антропогенна складова у формуванні мінералізації досягає лише 6% [23], 40% мінеральних речовин вносяться з водами річок, що впадають у Десну. Особливо висока мінералізація у річки Сейм.

В загальному вигляді хімічний склад поверхневих і підземних вод річки Десна можна відобразити у вигляді формули Курлова. Для запису цієї формули використовувались літературні джерела (табл.4.1, 4.2) [28]. Для підземних вод бралися дані четвертинних відкладів, оскільки підземні води товщі водообміну, які формують річний стік, активно взаємодіють саме з четвертинними відкладами.

Таблиця 4.1 – Хімічний склад поверхневих вод річки Десна

| Аніони | мг/дм ³ | мг- экв/л | % мг-экв | Катіони | мг/дм ³ | мг- экв/л | % мг-экв |
|------------------|--------------------|--------------|-------------|---------|--------------------|--------------|-------------|
| HCO ₃ | 238,00 | 3,90 | 85,59 | Ca | 61,00 | 3,04 | 66,71 |
| Cl | 10,00 | 0,28 | 6,19 | Mg | 10,00 | 0,82 | 18,03 |
| SO ₄ | 18,00 | 0,37 | 8,22 | Na+K | 16,00 | 0,70 | 15,25 |

Таблиця 4.2 – Хімічний склад підземних вод річки Десна

| Аніони | мг/дм ³ | мг- экв/л | % мг-экв | Катіони | мг/дм ³ | мг- экв/л | % мг-экв |
|------------------|--------------------|--------------|-------------|---------|--------------------|--------------|-------------|
| HCO ₃ | 280,00 | 4,59 | 67,53 | Ca | 70,00 | 3,49 | 56,32 |
| Cl | 45,00 | 1,27 | 18,68 | Mg | 25,00 | 2,06 | 33,16 |
| SO ₄ | 45,00 | 0,94 | 13,79 | Na+K | 15,00 | 0,65 | 10,52 |

Формула Курлова для поверхневих вод виглядає таким чином:

$$M_{0,35} \frac{HCO_3 \ 86SO_4 \ 8Cl \ 6}{Ca \ 67Mg \ 18Na \ 15} \quad (4.1)$$

Формула Курлова для підземних вод має наступний вигляд:

$$M_{0,42} \frac{HCO_3 \ 68Cl \ 19SO_4 \ 14}{Ca \ 56Mg \ 33Na \ 11} \quad (4.2)$$

Отже, поверхневі води річки Десна за хімічним складом є гідрокарбонатні кальцієві, підземні – гідрокарбонатні кальцієво-магнієві, прісні.

4.2 Антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан річки Десна та його наслідки

Річка не має штучних гребель на всій своїй протяжності [37]. У передвоєнні роки Десна була судноплавна до Брянська. У зв'язку з потеплінням клімату і вирубкою водоохоронних лісів рівень води в річці в середині - кінці 20 століття знизився [37]. Транспортне значення Десни помітно впало. Середня глибина Десни у більшій частині її протяжності в Україні становить 2 – 4 м, максимальна – 17 м. Регулярне судноплавство здійснювалося у минулому сторіччі на відстані 535 км від гирла. У подальшому регулярне судноплавство занепало, фарватер здебільшого не поглиблюється.

У Смоленській області найбільшим і значущим водним об'єктом на Десні є Десногорське водосховище, створене для потреб Смоленської АЕС [37], що знаходиться в Десногорську.

Десна належить до водних об'єктів малого рибальства України. Основними об'єктами промислу є густера, верховодка, щука, плітка, лящ, підуст, окунь. Нечисленними стали щука, судак, лин, жерех, язь. У зв'язку з маловодністю значення Десни як відновлювальної бази риб Канівського водосховища значно зменшилось. Найбільший вилов риби, зареєстрований в Десні, становив 2770ц. Мабуть стільки ж виловлюють і риболови - любителі. Площа заплавних водойм становить тут близько 12 тис га. За цим фахівці рибного господарства вважають, що при раціональному підході в Десні та водоймах її заплави можна виловлювати близько 4тис.ц. риби [83]. Рибне населення приток Десни значно бідніше.

Розглядати антропогенний вплив на річку Десна краще окремо для кожної країни, в межах яких вона протікає, та кожної області. Огляд доцільно проводити для кожного міста у порядку їх розташування від витoku до гирла.

Десна в межах Росії бере свій початок поблизу міста Єльня. Проходить через міста Єльня, Десногорськ та села Екімовичі, Богданове у Смоленській області, у Брянській області – с. Жуковку (гирло лівої притоки Ветьма), м.Сельцо, м. Брянськ, смт. Вигонічі, м. Трубчевськ, смт. Біла Берізка.

Загалом, в межах Смоленської області централізоване господарсько-питне водопостачання населення повністю здійснюється з підземних водоносних горизонтів. Джерелом водопостачання м. Єльня є підземний водоносний горизонт. Водовідведення складає 0,5 млн. м³/рік недостатньо очищених вод. Це господарсько-побутові стоки (підприємство «ЕЛЬНЯВОДОКАНАЛ») [84].

Дані хімічних аналізів, перевірені державним унітарним підприємством Смоленської області "Екологія", свідчать про те, що якість води у річці Десна, після всіх антропогенних навантажень міста, відповідає нормативній,

окрім незначного забруднення солями заліза і марганцю, що носить природний характер та пов'язано з вимиванням їх з порід, по яких вона протікає.

Місто Десногорськ також у повній мірі забезпечене підземними водами, що йдуть на побутово-питні потреби населення і промислових підприємств. Дозвіл на спеціальне водокористування водними ресурсами річки Десна має одне підприємство - Смоленська атомна станція. Оборотно-повторне технічне водопостачання Смоленської АЕС здійснюється у відповідності з договором водокористування з водосховища, розташованого на річці Десна - «Десногорське» [85]. У середньому з р.Десна і водосховища АЕС забирається -51942 тис.м³ води. Є чотири випуски стічних вод у водні об'єкти, з яких в Десну потрапляють три:

- госпобутові стоки після ОС № 1 біологічного очищення ЦТПК САЕС. Вони скидаються в Десногорське руслове водосховище на Десні;

- госпобутові стоки після ОС № 2 біологічного очищення ЦТПК ККП САЕС скидаються безпосередньо в р. Десна;

- зливова вода з міської території і частково з території промислової зони скидається у водосховище неочищеною, так як відсутні очисні споруди зливової каналізації; крім того, підприємствами Десногорськ забирається в середньому $54,22$ млн м³ води. А відводиться $9,03$ млн. м³ недостатньо очищених стічних вод. Всього м. Десногорськ забирає $54,27$ млн. м³ [84].

Підземні води також є основним джерелом господарсько-питного водопостачання міського та сільського населення Рославльського району, а саме сіл Екімовичі і Богданове, також частково вони використовуються на потреби промисловості. Водовідведення становить по $0,01$ млн. м³/рік неочищених (с. Екімовичі) і недостатньо очищених (с. Богданове) вод.

В межах Брянської області господарська діяльність в басейні річки Десна дещо відрізняється головним чином через те, що тут Десна є головною водною артерією.

Населений пункт Жуковка в повній мірі забезпечується водою питної і господарської якості з артезіанських свердловин. Основна частка виробленої в районі продукції припадає на продукцію галузі машинобудування (58% у загальному обсязі продукції промисловості). Інші галузі промисловості: харчова - 28%, деревопереробна - 10,5%. Водокористування здійснюється ТЕС - 0,34 млн. м³/рік. Водовідведення становить: 1,66 млн. м³/рік, з них 0,02 - неочищених, та 1,64 недостатньо очищених [85].

Місто Сельцо Брянської області розташоване в місці впадіння річки Ветьма в Десну. Територія Сельця надзвичайно багата питними мінеральними джерелами. Жителі міста вживають в їжу артезіанську воду. Крім того підприємством міста здійснюється водозабір безпосередньо з річки Десна у розмірі 0,13 млн. м³/рік. А водовідведення становить 0,16 млн. м³/рік недостатньо очищених вод (приходиться на 1 підприємство).

Що стосується м. Брянськ, то найбільш великим забруднювачем водних ресурсів тут є промислові та комунальні підприємства. Основним споживачам води у місті є МУП «Брянскгорводоканал», ВАТ«ТГК № 4», ТОВ ПК «Бежицького сталезавод», ЗАТ«УК «БМЗ». МУП «Брянскгорводоканал» забезпечує водою питної якості населення, соціально-побутові та промислові об'єкти м. Брянська, а також виконує прийом господарсько-побутових і виробничих стоків в систему каналізації, їх транспортування, очистку та скид у водний об'єкт. За ступенем впливу на стан водних об'єктів міські поверхневі стічні води є одним з основних чинників забруднення водної екосистеми. Вони обумовлюють наднормативний рівень їх забруднення по нафтопродуктах і завислих речовинах. Відсутність єдиної системи зливової каналізації та очисних споруд призводить до забруднення поверхневих і ґрунтових вод. Поверхневі стічні води практично не піддаються очищенню перед випуском у водойми, несучи з собою велику кількість органічних, завислих речовин і нафтопродуктів. У річки Десна, Болва, Снежеть без урахування поверхневого

стоку надходить за рік близько 735 т органічних забруднень, 1321 т завислих речовин, 22 т нафтопродуктів та інших забруднювальних речовин [85].

Щорічні аналізи якості води показують, що в районі м. Брянська в воді річки середньорічні концентрації органічних речовин по ХСК і БСК₅, заліза загального, азоту амонійного та нітритного складають 1-3 ГДК.

Загалом щодо річки Десна водозабір здійснюється 6-ма підприємствами і становить 25,59 млн. м³/рік. Водовідведення здійснюється 11-ма підприємствами і становить 69,15 млн. м³/рік. З них: 2,88 - неочищених, 66,13 недостатньо очищених і 0,14 нормативно очищених [85].

Не дивлячись на те, що Десна є основною річкою Трубчевського району, водопостачання здійснюється з підземних джерел. Довжина річки в адміністративних межах району становить 104 км. Однак стічні води скидаються безпосередньо в р. Десна. Концентрації забруднювальних речовин в них перевищують встановлені норми скиду (ГДС) по органічним речовинам (БСК₅) в 6,5 раз, по завислих речовинах - в 2,7 рази, по фосфатам - в 9,2 рази по азоту нітритів - в 43 рази, по азоту нітратів - у 2,4 рази по залізу - в 7 разів, по міді - у 5 разів, по цинку - в 1,9 рази. Житлово-комунальне господарство представлено 2 підприємствами та очисними спорудами. Ними в 2001 році було відведено 0,82 млн. м³ недостатньо очищених стічних вод.

Крім того на стан річки Десна впливає і має потенційну небезпеку наступна обставина. У м. Трубчевськ є полігон для утилізації відходів. Значний вплив надають біологічні відходи, які є небезпечними джерелами забруднення ґрунтів і водних джерел. Ці відходи лікувально-профілактичних установ містять відходи кислот, лугів, біологічних проб після лабораторних досліджень використані одноразові шприци, перев'язувальні матеріали, ліки та біопрепарати із закінченим терміном придатності. Крім того, небезпечним є зберігання знеособлених отрутохімікатів, які зберігаються в незадовільному стані [84].

Особливими видами впливу на навколишнє середовище є радіаційний фактор, основну роль у якому грають ізотопи цезію, через те, що Трубчевський район знаходиться в тридцяти кілометровій зоні зберігання хімічної зброї біля м. Почепи, де зберігається 7,5 тис. т хімічної зброї [85].

Все вищевикладене можна систематизувати у вигляді таблиці зведених даних (табл. 4.3). Дані в таблиці отримані з різних джерел, головним чином окремо для кожної області. Шляхом виключення для огляду був обраний 2001 рік, оскільки дані за цей рік найбільш повні.

Слід зауважити, що 2001 рік для Десни – рік багатоводний. Також слід звернути увагу на те, що антропогенне навантаження на річку Десна з роками особливо не змінюється.

В межах України першою Десна протікає через міста і села Чернігівської області в наступному порядку: Новгород-Сіверський, Макошино, Максаки, Короп, Ушня, Куковичі, Чернігів, Остер, Десна. Далі вниз за течією розташовується с. Пирогівка Сумської області. Перед впадінням у Дніпро Десна проходить через с. Літки Київської області.

Вся територія Чернігівської області у гідрогеологічному відношенні знаходиться в межах Дніпровського артезіанського басейну. Прісні підземні води приурочені до осадових відкладів четвертинних, неогенових, палеогенових, верхньо- та нижньокрейдяних [18]. Усі водоносні горизонти підземних вод є водними об'єктами загальнодержавного значення. Чернігівська область забезпечена підземними водними ресурсами в достатній мірі.

Прогнозні ресурси підземних вод в Чернігівській області за даними Державної геологічної служби Мінприроди України складають 8323,3 тис.м³/добу [83]. На питні та санітарно-побутові потреби населення в області використовуються лише підземні води. При тому в багатьох районах, у тому числі в Чернігівському та Новгород-Сіверському, в підземних водах кількість нітратів перевищує вимоги Держстандарту.

Таблиця 4.3 - Загальна характеристика господарської діяльності в басейні річки Десна в межах Росії за 2001 рік

| Забір і використанні води, млн. м ³ /рік | | | | Скид стічних вод, млн. м ³ /рік | | | | | |
|---|------|--------------|------------------|--|--------------|-------------|--------------|----------------------|---------------------|
| Вид водокористувача | | загалом | для побутових та | для | ПРОМИСЛОВИХ | загалом | неочищених | недостатньо очищених | нормативно очищених |
| | | | | | | | | | |
| електроенергетика | 57,5 | 0,00 | 57,50 | 9,03 | 0,00 | 9,03 | 0,00 | | |
| машинобудування | 4,89 | 0,78 | 4,11 | 2,90 | 0,00 | 2,90 | 0,00 | | |
| лісова і целюлознопаперова | 0,13 | 0,01 | 0,12 | 0,16 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | | |
| легка | 0,04 | 0,00 | 0,04 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | | |
| харчова | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | | |
| сільське господарство | | 0,17 | 0,01 | 0,16 | 0,16 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | |
| транспорт | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | |
| ЖКГ | | 20,82 | 16,57 | 2,48 | 60,32 | 2,88 | 57,30 | 0,14 | |
| <i>ЗАГАЛОМ</i> | | <i>80,28</i> | <i>16,57</i> | <i>54,41</i> | <i>72,61</i> | <i>2,89</i> | <i>69,58</i> | <i>0,14</i> | |

Води басейну Десни широко використовуються в господарстві Чернігівської області. За даними Деснянського регіонального управління водних ресурсів, забір води в 2002 р. в басейні р. Десна в межах Чернігівської області становив 110,7 млн. м³. У порівнянні з 2001 р. забір води у сучасності зменшився на 3,83%. Загальне використання водних ресурсів також зменшилося на 5,63%. Основними користувачами водних ресурсів є промисловість (58,8%), житлово-комунальне господарство (27,8%), сільське господарство (3,8 %). Основні об'єми зменшення використання води

зафіксовані в сільському господарстві. Це пояснюється значним зниженням поголів'я худоби [86].

Якість води р. Десна за останні роки суттєво не змінилась. У 2002 році в басейн Десни підприємствами Чернігівської області було скинуто зворотних вод 85,49 млн. м³, що більше ніж у попередньому році на 3,53%. Основними забруднювачами поверхневих водних об'єктів є підприємства комунального господарства, на які припадає до 97,6% скидів від загального обсягу забруднених стічних вод, підприємства м'ясо-молочної промисловості – 1,4 %, переробної промисловості – 0,6 % [86].

У Чернігівській області найбільший антропогенний вплив приходиться не на саму Десну, а на її притоки. Убідь - річка в Чернігівській області, права притока Десни, використовується як водоприймач осушувальних систем, а також для господарсько-побутових потреб. Навіть найчистіша річка Чернігівської області Снов і та отримує свою порцію азоту та інших хімічних компонентів, оскільки очисні споруди штучної біологічної очистки Щорського ПрАТ «Комунальник» працюють нестабільно. Однією з причин є неефективність проекту комплексу очистки. Біоставки не виконують функцію доочищення, а навпаки, відбувається повторне забруднення води, особливо по азотній групі. В цілому основними забруднювачами поверхневих вод області є: комунальні підприємства, підприємства молоко- і м'ясопереробної галузі.

У зворотних водах очисних споруд КП «комунгоспу», КП «Чернігівводоканал», СІЗО № 32 (м. Новгород-Сіверський), ЗАТ "Новгород-Сіверський сирзавод" постійно спостерігається перевищення ГДС забруднювальних речовин. Найбільш часто перевищення в водних об'єктах спостерігаються по залізу загальному, марганцю, фосфатам, БПК і іноді азоту амонійному [87]. Підвищений вміст заліза і марганцю в основному пов'язаний з природними чинниками: вони потрапляють у воду за рахунок їх

вимивання з кристалічних порід Українського щита та проходження річки по заболоченій і лісистій місцевості.

А ось перевищення ГДК по фосфатам, БПК і іноді азоту амонійному безпосередньо пов'язано з антропогенною складовою (фосфати - наслідок застосування населенням фосфатоемних миючих засобів), їх внутрішньорічний розподіл залежить виключно від природних факторів: опади, сніготанення, межень, оскільки антропогенна складова протягом року - рівномірна. З усіх цих скидів 97% припадає на КП «Чернігівводоканал» [83, 87].

Крім того проблемою і небезпечним фактором для стану річки Десна є ставки-накопичувачі рідких токсичних промислових відходів м. Чернігів. Також серед непрямих забруднювачів слід зазначити місто Бахмач. Його м'ясо- і молокопереробна промисловість забруднює річку Борзенька і далі за течією вона впадає в річку Дочка - приток 1-го порядку річки Десна. В межах Чернігова розташоване підприємство ВАТ «Чернігівський річковий порт», яке здійснює перевезення вантажів водним транспортом, у результаті чого в межах Чернігівської області, на гідрологічних постах міста Чернігів періодично спостерігається перевищення ГДК по нафтопродуктах (до 13 ГДК).

В межах Сумської області основну частину забруднення Десна отримує з впадінням річки Шостка біля с. Пирогівка [83]. Шостку в основному забруднює КП ВУВКГ м. Шостка. У місці впадіння її в Десну найбільш часто фіксуються перевищення ГДК по нітратам, БПК, фосфатам, залізу загальному і марганцю. Але, знову таки, загальне залізо і марганець мають природне походження, тому що також як і в Чернігівській області вони вимиваються з кристалічних порід. Також підвищенню вмісту загального заліза сприяє заболоченість території. Тут воно представлено комплексними з'єднаннями трьохвалентного заліза з гуміновими кислотами. Крім того, каналізаційна мережа Шосткинського району знаходиться в дуже поганому

стані, тому в результаті корозії трубопроводів підвищується вміст заліза в стічних водах [87].

В середньому у Сумській області в річку Десна та її притоки першого порядку скидається близько 20 млн. м³/рік недостатньо очищених та неочищених стічних вод.

В межах Київської області Десна використовується підприємствами тільки ЖКГ Києва для водоспоживання. Скидання стічних вод у неї не виконується. Потрібно відзначити, що централізоване водовідведення в річку Десна не тільки в Києві але і по області не здійснюється.

Загалом можна сказати, що екологічний стан річки Десна в межах території України задовільний за рахунок незначного навантаження на саму річку. Велика частина антропогенного тиску припадає на її притоки, що знижує вплив господарської діяльності безпосередньо на Десну. Основними забруднювальними речовинами на території України є загальне залізо, марганець і фосфати. Велика частка марганцю і заліза вноситься природною складовою на відміну від фосфатів, які вносяться зі стоками комунальних та промислових підприємств.

Господарська діяльність на водозборі річки Десна у цифрах для кожного населеного пункту представлена у таблицях 4.4 та 4.5.

Аналіз таблиць 4.4 та 4.5 показав, що водозабір на території Росії та скид стічних вод приблизно однаковий. Для території України ж водозабір майже в чотири рази перевищує водовідведення.

Причиною цьому є забір значної кількості, а саме 76,32% від загального водозабору, води житлово-комунальними підприємствами міста Київ [87], скид стічних вод ці підприємства виконують у річку Дніпро. В межах території Росії і України найбільша кількість стічних вод скидається підприємствами ЖКГ.

У цей же час забір води безпосередньо з русла річки Десна незначний на території Росії і України за виключенням Київської області.

Таблиця 4.4 - Загальна характеристика господарської діяльності в басейні річки Десна за 2001 рік (водоспоживання)

| Водозабір, млн. м ³ /рік | | | | | |
|--|--------------|---|-----------------------|---------------------|---|
| Росія | | | Україна | | |
| водо-користувач | місто | об'єм водозабору млн. м ³ /рік | водо-користувач | місто | об'єм водозабору млн. м ³ /рік |
| МУП«Брянск-горвод» ВАТ«ТГК №4» ТОВПК«Бежицький сталезавод» ЗАТ«УК «БМЗ» | Брянськ | 25,59 | земельне господарство | Новгород-Сіверський | 1,42 |
| | | | промисловість | Сумська обл. | 34,88 |
| ТЕС | Жуков-ка | 0,34 | ТЭЦ | Чернігів | 54,57 |
| промисловість | Сельцо | 0,13 | ПУВКХ | Київ | 332,4 |
| САЕС, ЖКГ | Десно-горськ | 54,27 | ПУВКХ; АЕС | Бровари | 9,24 |
| загалом | | 80,28 | загалом | | 435,51 |

Таблиця 4.5 - Загальна характеристика господарської діяльності в басейні річки Десна за 2001 рік (водовідведення)

| Водовідведення млн. м ³ /рік | | | | | |
|---|--|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|---|
| Місто | Об'єм стічних вод млн. м ³ /рік | | | | |
| | загалом | неочи- щених (НО) | недостатнто очищених (НДО) | забруднених (НО+НДО) | нормативно очищених після очистних споруд |
| Росія | | | | | |
| Брянськ | 69,15 | 2,88 | 66,13 | 69,01 | 0,14 |
| Жуковка | 1,66 | 0,02 | 1,64 | 1,66 | 0,00 |
| Селецьк | 0,16 | 0,00 | 0,16 | 0,16 | 0,00 |
| Десногорськ | 9,03 | 0,00 | 9,03 | 9,03 | 0,00 |
| Єльня | 0,5 | 0,00 | 0,5 | 0,5 | 0,00 |
| Трубчевськ | 0,82 | 0,00 | 0,82 | 0,82 | 0,00 |
| Екімовичі | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Богданово | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Загалом | 81,34 | 2,91 | 78,29 | 81,2 | 0,14 |
| Україна | | | | | |
| Чернігів | 125,5 | 0,00 | 125,5 | 125,5 | 0,00 |
| Новгород- Сіверський | 0,218 | 0,00 | 0,1816 | 0,00 | 0,0364 |
| Київ,в Дніпро | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Шостка | 9,657 | 0,049 | 3,385 | 3,434 | 6,223 |
| Загалом | 135,38 | 0,049 | 129,1 | 129,2 | 6,25 |

Якщо сума всіх скидів у річку на території Росії і України становить: 216,72 млн. м³/рік, то водозабір складає 515 млн. м³/рік з яких 322 припадає на водопостачання міста Київ. Така ситуація спостерігається в зв'язку з тим, що більшість міст для водопостачання використовують підземні води, а скид припадає на Десну та її притоки, за винятком Києва, який забирає воду з Десни а скидає у Дніпро.

По території Росії основними забруднювальними речовинами, які скидаються, є: сухий залишок (показник вмісту органіки), сульфати і хлориди. Сухий залишок характеризує вміст у воді нелетких розчинених речовин (головним чином мінеральних і органічних). Його основне джерело - стічні води ЖКГ. Сульфати ж у великих кількостях містяться в шахтних водах і в промислових стоках виробництв, в яких використовується сірчана кислота, наприклад, окислення піриту [87].

Сульфати виносяться також зі стічними водами комунального господарства та сільськогосподарського виробництва. Хлор досить часто застосовують для дезінфекції питної та стічної води. У промисловості хлор використовують при відбілюванні в паперовому виробництві, виробництві вати, для знищення паразитів у холодильних установках і т.д. Все це показує, що саме стоки ЖКГ спричиняють основний негативний вплив на річку Десна в межах території Росії. По території України у всіх населених пунктах фіксується перевищення ГДК фосфатів і БПК, а іноді і різних форм азоту.

Основним джерелом фосфатів є фосфатоемні миючі засоби, які надмірно використовуються населенням і потрапляють в поверхневі води зі стічними водами ЖКГ. До того ж незначну частину фосфатів у порівнянні з ЖКГ привносять стоки з сільгоспугідь. Теж саме стосується і БПК, тому що цей показник є характеристикою органічного забруднення, а воно в свою чергу надходить зі стоками все тих же ЖКГ. Під стоками ЖКГ розуміються стоки, які відводяться як від житлових будинків, так і від промислових підприємств, оскільки комунально-побутові стічні води промисловості

відводяться в загальну систему каналізації. Основним джерелом різних форм азоту є стоки з сільгоспугідь, на яких використовуються азотні добрива.

Крім того, на всій довжині річки у воді спостерігається підвищений вміст заліза загального та марганцю. Основних джерел постачання цих іонів існує два і обидва вони природного походження. По-перше, це болота, оскільки заплава річки сильно заболочена. Води боліт кислі відновлювальні з великим вмістом органіки. Такі умови сприяють виникненню гумінокислих залізо- і марганцевмісних комплексних сполук. По-друге, р. Десна в межах Коропського району тече по крейдовим пластам вкритим валунними глинами. Як у самих крейдових пластах так і в глинах вміст заліза дуже великий. У самих глинах лежать багаті залізні руди. Після Коропського району Чернігівської області крейдові пласти зникають, замінюючись пісками.

4.3 Оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик річки Десна за останні десятиріччя

4.3.1 Мережа моніторингу у басейні річки Десна та опис вихідних даних

Регулярні спостереження за гідрологічним режимом і хімічним складом поверхневих вод на території України у системі гідрометслужби колишнього СРСР почалися з 1938 р. (у тому числі у басейні річки Десна). Від початку на річці Десна моніторинг проводився у 13 створах, 8 з яких розташовувались в межах України. Більшість з цих створів на сьогоднішній день вже не діє. На сьогодні в басейні річки Десна в межах території України діє 7 пунктів моніторингу якісного стану поверхневих вод, з яких лише 3

розташовані безпосередньо на Десні, інші – на її притоках. Їх перелік наведений у таблиці 4.6. Нижче наведена коротка характеристика кожного водомірного поста, що безпосередньо знаходяться на Десні.

Таблиця 4.6 – Водомірні пости в басейні річки Десна

| № | Місто | Річка | Відстань від гирла, км | Площа водозбору, км ² | Довгота | Широта |
|---|-----------------------|-------------|------------------------|----------------------------------|---------|--------|
| 1 | м.Козелец | р.Остер | 27 | 2750 | 31.126 | 50.902 |
| 2 | м.Новгород-Сіверський | р.Десна | 520 | 33500 | 33.293 | 52.013 |
| 3 | м.Чернігів | р.Десна | 210 | 81400 | 31.344 | 51.473 |
| 4 | с.Літки | р.Десна | 33.5 | 88500 | 30.576 | 50.559 |
| 5 | с.Мутино | р.Сейм | 111 | 25600 | 33.385 | 51.421 |
| 6 | с.Носовка | р.Снов | 85 | 7140 | 31.93 | 51.842 |
| 7 | с.Покошичі | р.Головесня | 7.6 | 29,5 | 32.973 | 51.814 |

Гідрологічний пост р. Десна – м. Новгород-Сіверський був відкритий у 13.01.1894 році. Розташовується він на північній околиці міста, на 4,4 км вище моста, на правому березі. Невеликий вплив на гідрологічний режим цієї ділянки чинить зарегулювання, а саме – функціонування водосховища Смоленської АЕС. Відстань від гирла складає 520 км, а площа водозбору 33500 км². Спостереження за режимом рівнів розпочалися тут з 1894 року. Осереднений за весь період спостережень рівень води становить 316 см. Середня за багаторічний період річна сума опадів складає 585 мм.

Гідрологічний пост р. Десна – м. Чернігів був відкритий 27.04.1884 року. Розташовується він на східній околиці міста, 0,9 км нижче причалу, на правому березі. Вплив на гідрологічний режим чинять меліоративні заходи, а

також функціонування причалу. Відстань від гирла складає 205 км, а площа водозбору 81400 км². Спостереження за рівневим режимом розпочалися тут з 1884 року. Осереднений за весь період спостережень рівень води становить 332 см. Середня за багатолітній період річна сума опадів складає 599 мм. Осереднена за багаторічний період витрата води складає 326 м³/с.

Гідрологічний пост р. Десна – с. Літки був відкритий 01.04.1923 року. Розташовується він на південно-західній околиці села, вище причалу в 35 м нижче впадіння рукава Любич, на лівому березі. Цей гідрологічний пост характеризує антропогенне навантаження на річку Десна з боку міста Чернігів. Відстань від гирла складає 36 км, а площа водозбору 88500 км². Спостереження за рівневим режимом розпочалися з 1923 року. Осереднений за весь період спостережень рівень води – 310 см. Середня за багатолітній період річна сума опадів складає 645 мм. Осереднена за багаторічний період витрата води тут складає 349 м³/с [81].

Для оцінки якості води за вхідні матеріали прийняті дані спостережень на стаціонарних постах Держкомгідромету, що розташовані вище міст: р. Десна – м. Новгород – Сіверський, р. Десна – м. Чернігів, р. Десна – с. Літки. Дані були проаналізовані за період з 1989 по 2015 рік. На посту р. Десна – м. Новгород – Сіверський було взято 114 проб. Кількість спостережень у різні роки змінювалась на цьому посту від 2 до 8 за рік. На посту р. Десна – м. Чернігів було розглянуто 267 проб. Кількість проб коливалася від 3 до 13 за рік. На посту р. Десна – с. Літки було взято 254 проби. Кількість проб коливалася від 4 до 12 за рік. Загалом внутрішньорічний розподіл кількості проб неоднорідний як по постах, так і по рокам [23].

Вихідні данні представлені у вигляді таблиць, які розбиті на три блоки: фізичні властивості та вміст головних іонів, вміст органічних речовин, у тому числі забруднюючих, вміст біогенних та забруднюючих речовин неорганічного походження.

4.3.2 Еколого-гідрохімічна характеристика річки Десна

Мінералізація і головні іони. Сольовий склад природних вод представлений, головним чином, солями соляної, сірчаної та вугільної кислот з металами натрієм, калієм, магнієм та кальцієм. Розчинені у воді солі зазвичай представлена іонами HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ . Вміст кожного з цих іонів у природних водах не знижується нижче 1 мг/дм^3 , тому вони утворюють групу макроелементів і за своїм домінуванням у хімічному складі вони класифікуються як головні іони. Оскільки їх сума становить 90-95% мінерального складу прісних вод, то її часто називають мінералізацією води, яка є кількісною характеристикою розчинених у воді мінеральних речовин [25].

Для річки Десна характерні такі особливості сольового складу. Води річки Десна (підземні і поверхневі) за хімічним складом є гідрокарбонатні кальцієво-магнієві, прісні. Мінералізація води формується під впливом порід (крейдяних), по яких протікає річка. Крім того на вміст головних іонів також впливають промислові стоки, а також змив з поверхні водозбору.

За 1989 - 2015 роки мінералізація річки Десна зростає за довжиною річки від $329,1$ до $373,3 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 4.2). Дані про мінералізацію р. Десна наведені у таблиці 4.7. Максимальне разове значення за досліджуваний період зафіксовано на посту р. Десна – с. Літки у 1998 році - 695 мг/дм^3 , мінімальне разове значення за цей період зафіксовано на посту р. Десна – м. Чернігів у 2000 році – 143 мг/дм^3 .

Біогенні елементи і органічні речовини. До біогенних належать мінеральні речовини, які найбільш активно беруть участь у життєдіяльності водних організмів: це сполуки азоту (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), фосфору (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}), кремнію (HSiO_3^- , SiO_3^{2-}), заліза (Fe^{2+} , Fe^{3+}) та деяких мікроелементів.

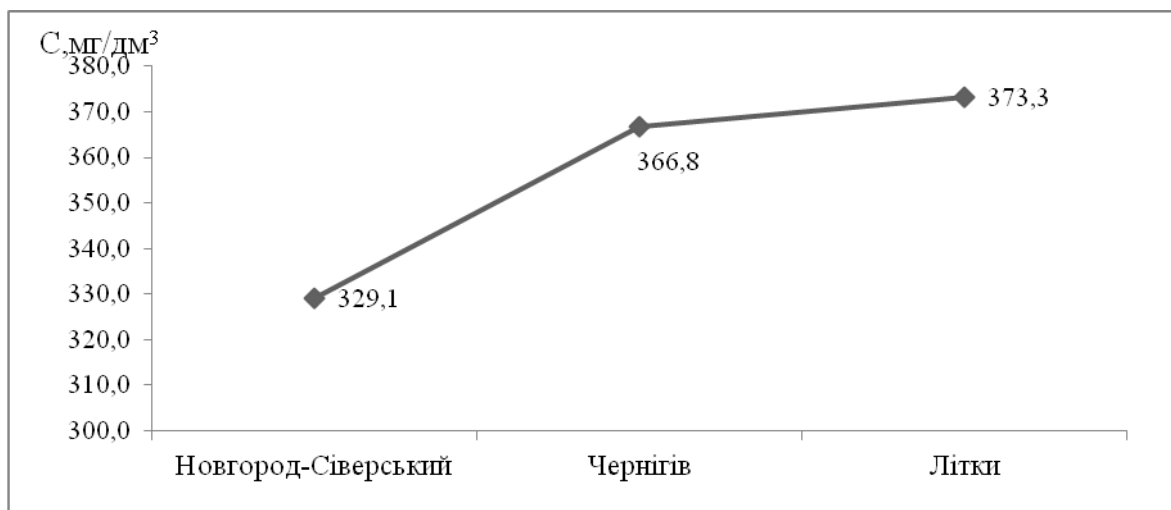


Рисунок 4.2 – Зміна середньої за багаторічний період мінералізації води за довжиною річки Десна

Таблиця 4.7 – Мінералізація річки Десна

| Пост | Мінералізація, мг/дм ³ | | |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| | Мінімальна за багаторічний період | Максимальна за багаторічний період | Середня за багаторічний період |
| Новгород-Сіверський | 181,0 | 484,0 | 329,1 |
| Чернігів | 143,0 | 513,0 | 366,8 |
| Літки | 189,0 | 695,0 | 373,3 |

У природні води біогенні речовини потрапляють головним чином при розпаді тваринних і рослинних організмів, життєдіяльність яких протікає у водному середовищі, з поверхні водозбору та зі скидними водами. Концентрація біогенних речовин у воді незначна, але саме ці елементи визначають рівень біопродуктивності водних об'єктів і, таким чином, обумовлюють якість їх води.

Найбільшу небезпеку складає наявність сполук азоту у водах. На їх вміст значний вплив має антропогенна складова. Більш того, у деяких випадках антропогенна складова перевищує природну. Сполуки азоту у природні води потрапляють із добривами з сільськогосподарських угідь, які займають 10% від площі водозбору. Їх внесок у ґрунти у кількості більшій, ніж припустимо, що призводить до виносу їх з поверхневим стоком у природні води [25]. Кількісний вміст різних форм азоту був осереднений за багаторічний період по трьох постах (табл. 4.8).

Таблиця 4.8 – Вміст різних форм азоту у воді річки Десна

| Пост | Значення | Форма азоту, мг/дм ³ | | |
|---------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | NH ₄ ⁺ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ |
| Новгород-Сіверський | середнє | 0,294 | 0,011 | 0,154 |
| | максимальне | 2,850 | 0,149 | 1,050 |
| | мінімальне | 0,000 | 0,000 | 0,010 |
| Чернігів | середнє | 0,292 | 0,019 | 0,139 |
| | максимальне | 2,530 | 0,226 | 0,740 |
| | мінімальне | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Літки | середнє | 0,264 | 0,016 | 0,150 |
| | максимальне | 1,570 | 0,162 | 0,520 |
| | мінімальне | 0,000 | 0,000 | 0,010 |

Аналіз таблиці показує, що максимальне значення амонію за весь досліджуваний період зафіксовано на посту р. Десна – м. Новгород-Сіверський – 2,85 мг/дм³. Крім того, його вміст дещо зменшується за довжиною річки. Найбільше значення азоту нітритного було зафіксовано на посту р. Десна – м.Чернігів – 0,226 мг/дм³. Його вміст за період

спостережень дещо підвищується на посту вище міста Чернігів. Слід зауважити, що нітритний азот у природних водах відображає «свіже» забруднення. Через те, що вміст форм азоту у водах річки Десна не перевищує ГДК, води можна вважати «умовно чистими». Максимальне значення азоту нітратного, яке свідчить про «застаріле» забруднення, зафіксоване на посту р. Десна – м. Новгород-Сіверський і дорівнює 1,050 мг/дм³.

Вміст фосфору загального, зазвичай, невеликий. Найбільші його концентрації у природних умовах спостерігаються восени та взимку, найменші – навесні та влітку. Фосфор від антропогенних джерел надходить зі зливом із поверхні сільськогосподарських угідь фосфатовмісних добрив та з комунально-побутовими стоками, що містять поліфосфати – компоненти миючих засобів. Вміст фосфатів у воді річки Десна не перевищує ГДК господарсько-питного водопостачання. Концентрацію фосфатів осереднену за багаторічний період по трьох постах можна побачити у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Вміст фосфатів в воді річки Десна

| Пост | Вміст фосфатів, мг/дм ³ | | |
|---------------------|------------------------------------|--------------|-------------|
| | середній | максимальний | мінімальний |
| Новгород-Сіверський | 0,138 | 0,342 | 0,005 |
| Чернігів | 0,149 | 0,539 | 0,003 |
| Літки | 0,142 | 0,381 | 0,004 |

Аналіз таблиці показує, що найбільша концентрація фосфатів зафіксована на посту р. Десна – м. Чернігів – 0,539 мг/дм³. Загалом розподіл вмісту фосфору по довжині річки рівномірний (за середніми значеннями) і не перевищує ГДК.

Кисневий режим та величина рН. Кисневий режим Десни зумовлений характером живлення річки, інтенсивністю біологічних процесів вегетації, фотосинтезу і температурою води. Дефіцит розчиненого кисню спостерігається як у верхній (п. Новгород-Сіверський), так і у нижній (п.- с. Літки) течії і не мав специфічного розподілу у часі. Він сягав 7 категорії за максимальними значеннями. Середні ж значення коливались у межах від 2 до 5 категорії.

Середнє значення величини рН за період спостережень та за довжиною складає 6,7. Отже води річки Десна є слабо кислими, що зумовлено наявністю боліт на водозборі, води яких мають кислу реакцію.

Завислі речовини. Вміст завислих речовин значно зростає вниз за течією та з роками. Середні за багаторічний період значення змінюються від 5 до 15 мг/дм³ вниз за течією, що відображено на рисунку 4.3. Впродовж періоду спостережень осереднене значення по трьох постах для 1989 року складало 0,4 мг/дм³, а вже у 2007 цей показник сягнув 13,5 мг/дм³.

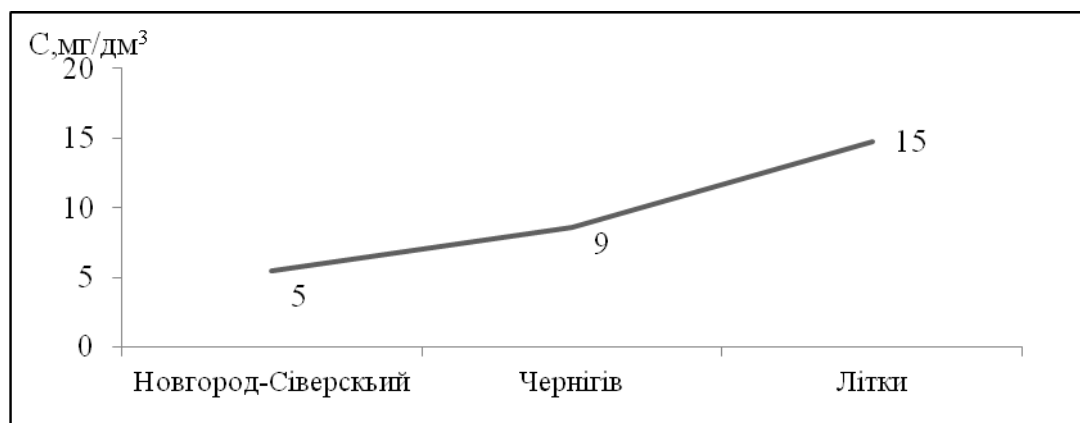


Рисунок 4.3 – Зміна середньої за багаторічний період концентрації завислих речовин за довжиною річки Десна

Завислі речовини потрапляють у воду в результаті змиву твердих часток з поверхні водозбору, чому сприяє розораність берегів Десни, а також

зі скидом житлово-комунальних підприємств. Менший вміст завислих речовин біля міста Новгород-Сіверський пов'язаний з наявністю тут боліт та лісів (території Деснянсько – Старогутського природно парку). Перші сприяють осадженню завислих речовин, а ліси є своєрідним фільтром, який втримує частинки завислих речовин на поверхні водозбору.

Важкі метали. Важкі метали (As, Cd, Cr, Co, Fe, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, Zn) у вітчизняній гідрохімічній літературі [25] відносяться до групи мікроелементів, враховуючи їх низькі концентрації у природних водах (мікрограмовий діапазон концентрацій).

У природних водах важкі метали зустрічаються у вигляді завислих речовин, колоїдів (гідроксиди металів), у формі комплексів, утворених з гуміновими та іншими органічними кислотами.

Важкі метали входять до складу сполук зі специфічними функціями: ферментів, вітамінів, гормонів. Ці сполуки активно впливають на зміну активності процесів обміну речовин у живих організмах. Саме через це вміст важких металів у воді нормується, адже збільшення їх концентрацій може викликати порушення біологічних процесів у живих організмах і призвести до їх захворювань, часто хронічних, а то й до загибелі [44].

На трьох гідрологічних постах річки Десна спостереження проводились за такими важкими металами, як Cu, Zn, Cr, Mn та Fe.

Майже всі сполуки цинку добре розчинні у воді, тому цинк поширений у водах. У річкових водах його концентрації коливаються від кількох мікрограмів до десятків і рідше сотень мікрограм на кубічний дециметр. У забруднених важкими металами водах концентрація цинку досягає сотень мікрограм на кубічний дециметр. Максимальні концентрації цинку характерні для слабокислих рудних вод з рН = 5,5-6,5, якими і є води річки Десна [44].

Концентрація цинку осереднена за весь період спостережень змінюється по довжині річки і складає на посту Новгород-Сіверський 0,045

мг/дм³, на посту – Чернігів 0,019, а на посту – с. Літки 0,067 мг/дм³. На ділянці від Росії до Новгород-Сіверського вміст цинку підвищений через наявність боліт, а нижче міста Чернігів і до поста с. Літки його підвищений вміст пояснюється, скоріше за все, антропогенним забрудненням.

Валентність міді (Cu^+ і Cu^{2+}) спричиняє вплив окисно-відновних умов на її міграцію. Сполуки одновалентної міді нерозчинні, а серед солей двовалентної міді є як легкорозчинні, так і важкорозчинні у воді. Мідь легко сорбується негативно зарядженими колоїдами, що також обмежує міграцію цього елемента. Кількість міді у водах лімітується значенням рН, Мідь стає нестійкою і випадає з розчинів уже при рН = 5,3. Тому у водах, які мають нейтральну чи близьку до нейтральної реакцію, вміст міді невеликий. У кислих водах, якими є води річки Десна, кількість міді може становити й сотні мікрограм на кубічний дециметр. Найважливішими джерелами надходження міді вважаються гірські породи, стічні води хімічних і металургійних виробництв, шахтні води, різні реагенти, що містять мідь, а також стічні води з сільгоспугідь. Характерна особливість поведінки міді в природних водах - сильно виражена здатність сорбуватися високодисперсними частинками ґрунтів і порід [25].

Вміст міді у воді річки Десна змінюється так само, як і вміст цинку. Найбільші концентрації спостерігаються на постах вище міста Новгород-Сіверський та с. Літки, і складають вони 0,0086 мг/дм³. На посту ж м. Чернігів концентрація міді складає 0,0036 мг/дм³. Підвищений вміст міді у верхній та нижній течії свідчить про забруднення з антропогенних джерел, яке надходить переважно з Росії та міста Чернігів.

Найвідомішими сполуками марганцю є оксиди і гідроксиди, такі як мінерали піролюзит і псиломелан. Основним джерелом надходження марганцю у поверхневі води є залізомарганцеві руди та деякі мінерали, які містять марганець, стічні води марганцевих збагачувальних фабрик, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості, шахтні води

тощо. Значна кількість марганцю потрапляє при відмиранні й розкладанні гідробіонтів, особливо синьо-зелених і діатомових водоростей, а також вищих водних рослин.

У природних водах вміст марганцю коливається від одиниць до десятків і навіть сотень мікрограмів. Він належить до важливих поживних елементів для рослин і тварин, бере участь у процесах фотосинтезу, реакціях фотолізу води й виділення кисню [25].

Вимірювання вмісту марганцю проводилось лише на двох гідрологічних постах – м. Чернігів та с. Літки. Вона змінювалась на цих постах від 0,077 до 0,023 мг/дм³ відповідно. Поясненням цьому є те, що до м. Новгород-Сіверський і трохи далі Десна тече по марганцевмісним породам, з яких за рахунок вилуговування марганець і потрапляє у природну воду. Натомість зменшення його вмісту на посту с. Літки пояснюється відсутністю виходу на поверхню марганцевмісних порід на ділянці, розташованій нижче м. Новгород-Сіверський.

Хром відноситься до небезпечних елементів які забруднюють водне середовище. В природі він зустрічається переважно у вигляді мінералу хроміту, крокоїту, уваровіту. У природних водах найнебезпечнішими є сполуки хрому де він має валентність +6. Такі сполуки мають токсичну та канцерогенну дію на живі організми. Загалом вміст хрому у водах України, в тому числі у водах річки Десна, залежить переважно не від природних, а від антропогенних факторів. Найбільша кількість хрому надходить зі скидними водами металургійних підприємств, та автобудівельних заводів [44]. Такі заводи в басейні Десни розташовані на її притоках, є у верхній течії, в межах Росії.

Концентрація хрому в водах річки Десна зростає по довжині від 0,001 до 0,009 мг/дм³. І хоча ці концентрації хрому невеликі, все ж можна сказати що Чернігів чинить деяке забруднення хромом природних вод річки Десна.

Що стосується заліза, воно є одним з активних елементів, який в природі майже не зустрічається у вільному виді. Залізо утворює комплексні сполуки з органічними речовинами, азотовмісними речовинами тощо. Залізо може входити у склад як органічних сполук (у трофічному шарі), так і у неорганічні сполуки (у придонному шарі залізо вступає у сполуки із завислими речовинами тощо) [25]. Підвищена кількість заліза міститься у болотних водах, що притаманно річці Десна. Крім того приток річки Десна – Сейм протікає через Курську область, де знаходиться Курська магнітна аномалія, що також може впливати підвищуючи вміст заліза у водах ріки Десна.

Вміст заліза в воді річки Десна на посту м. Новгород-Сіверський складає $0,465 \text{ мг/дм}^3$. Далі вниз за течією, на посту м. Чернігів концентрація дещо зменшується і складає $0,225 \text{ мг/дм}^3$, а на посту с. Літки концентрація заліза загального складає $0,313 \text{ мг/дм}^3$. Підвищений вміст заліза загального у верхній течії пояснюється наявністю боліт.

Нафта і нафтопродукти. Нафта та нафтопродукти потрапляють у природні води декількома шляхами. По-перше, при розробці корисних копалин. По-друге, при їх переробці, транспортуванні та інших операціях з ними. Okремо слід відзначити такий шлях потрапляння нафтопродуктів у природні води, як водний транспорт. З одного боку його вплив не настільки значний, бо він не має системного характеру. Зазвичай це одиничні скиди чи викиди тощо. З іншого боку в деяких випадках саме водний транспорт може привнести в природні води кількість нафти і нафтопродуктів, що перевищує ГДК господарсько-питного водопостачання. Особливо значний вплив чинять несанкціоновані причали де відбувається неконтрольоване зберігання моторних човнів, їх миття та експлуатація.

У екологічних паспортах Чернігівської області за 2010-2015 рр. [88] відмічається, що внаслідок діяльності окремих військових частин в області

продовжує залишатись гостра проблема забруднення нафтопродуктами територій, що були в їх використанні.

Нафтохімічне забруднення зони аерації ґрунтів та підземних водоносних горизонтів в м. Прилуки Чернігівської області пов'язане з функціонуванням колишньої військової частини Міністерства оборони України. Забруднення ґрунтів та підземних вод нафтопродуктами на території вказаної військової частини сталося внаслідок експлуатації складів паливно-мастильних матеріалів та ділянки нафтопродуктопроводу між складами у період з 1954 по 1991 роки. За результатами досліджень встановлено, що на даний час у водоносних горизонтах та зоні аерації ґрунтів знаходиться 17795 тонн нафтопродуктів [88]. Висновок – необхідність прийняття термінових заходів для локалізації і ліквідації негативних наслідків з метою недопущення подальшого поширення нафтопродуктів. Останні роботи по ліквідації забруднення проводились протягом 2006 року. У 2007 році ТОВ «ЕкоГідроГео» розроблений робочий проект «Природовідновлювальні роботи по локалізації та ліквідації наслідків забруднення нафтопродуктами ґрунтів та ґрунтових вод складів пального, підземного трубопроводу та прилеглої території колишньої військової частини А 2816», загальна вартість запроектованих робіт становить 2613 тис. грн. в цінах 2007 року. Проект не реалізується через відсутність фінансування [88].

Аналогічна ситуація із забрудненням нафтопродуктами зони аерації ґрунтів існує і на території в/ч в м. Ніжин, яка з 1999 року підпорядкована Міністерству надзвичайних ситуацій. Тут теж роботи з очистки призупинені ще у 1998 році і проблема з ліквідації забруднень навколишнього природного середовища залишається не вирішеною [88].

Виміри вмісту нафти та нафтопродуктів у воді річки Десна проводились на всіх трьох гідрологічних постах у всі роки. В результаті аналізу вихідних даних видно, що в середньому лише 30% проб дають

результат відмінний від нуля. Тобто серед усіх зафіксованих за багаторічний період концентрацій у 70% випадків нафтопродуктів у воді річки Десна не було. Але інші 30% проб фіксують вміст нафтопродуктів у воді. Причому в 80% випадків цей вміст перевищує ГДК. Осереднена за багаторічний період концентрація нафтопродуктів у воді річки Десна змінюється від 0,07 до 0,12 мг/дм³. Причому на посту вище м. Чернігів відзначається її незначне зменшення до 0,05 мг/дм³. Така сама тенденція спостерігається і за максимальними значеннями. Найбільша концентрація нафтопродуктів зафіксована на посту с. Літки у 1994 році. Слід зазначити, що на інших постах максимум був зафіксований також у 1994 році. Результати аналізу наведені на рисунку 4.4.

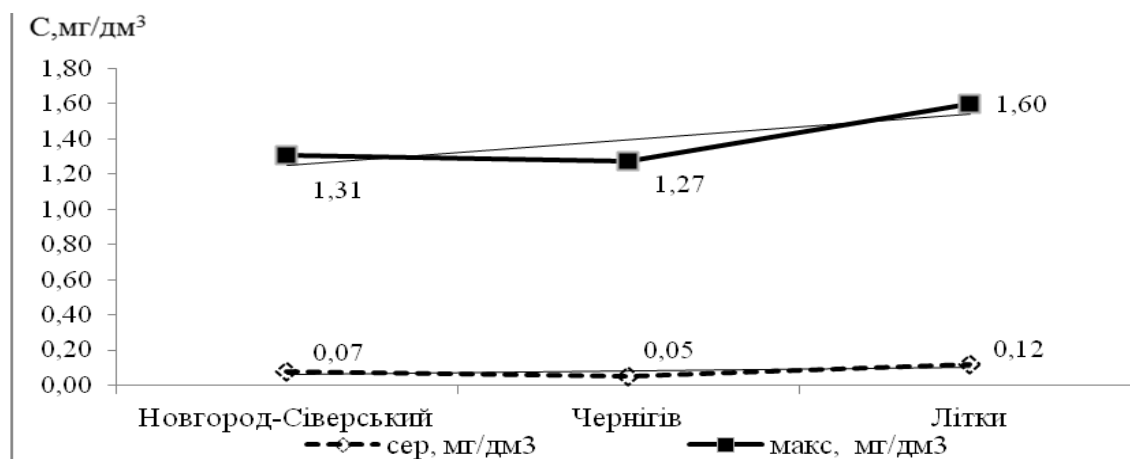


Рисунок 4.4 – Зміна середньої та максимальної багаторічної концентрації нафтопродуктів за довжиною річки Десна

Синтетичні поверхнево активні речовини (СПАР) та феноли.
Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) - речовини, здатні адсорбуватися на поверхнях розподілу фаз і знижувати внаслідок цього їх поверхневу енергію (поверхневий натяг). У водні об'єкти СПАР потрапляють з побутовими та промисловими стічними водами. У поверхневих водах

СПАР перебувають у розчиненому і сорбованому станах, а також у поверхневій плівці води водного об'єкта. Головними факторами зниження їх концентрації є процеси біохімічного окислення, сорбція завислими речовинами і донними відкладами [25].

В результаті аналізу фактичних концентрацій СПАВ на трьох гідрологічних постах річки Десна було виявлено, що концентрація СПАВ осереднена за багаторічний період не перевищує ГДК господарсько-питного водопостачання, практично не змінюється за довжиною річки і коливається в межах від 0,02 до 0,05 мг/дм³. Але за максимальними значеннями прослідковується тенденція росту вмісту СПАВ у водах ріки Десна вниз за течією, максимальні значення не перевищують ГДК. Результати аналізу наведені на рисунку 4.5.

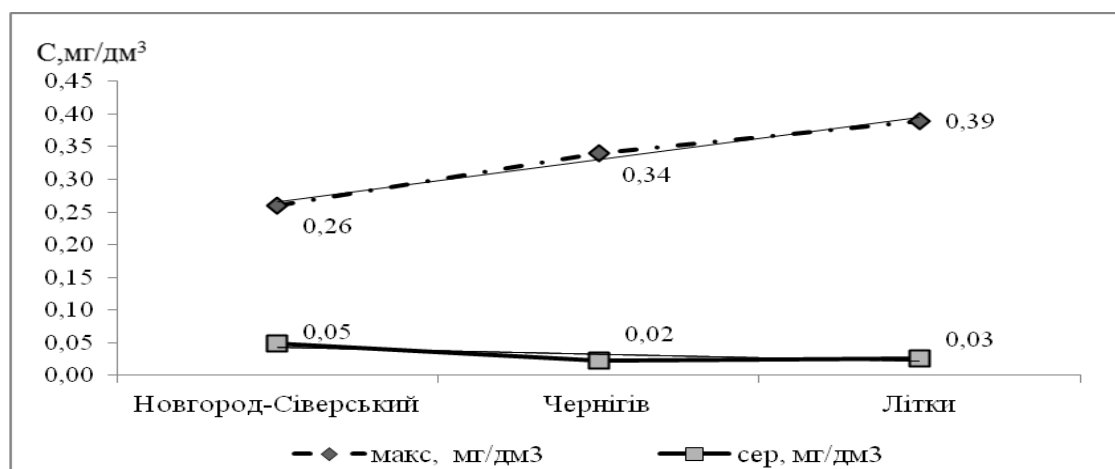


Рисунок 4.5 – Зміна середньої та максимальної багаторічної концентрації СПАВ за довжиною річки Десна

Феноли є ароматичними сполуками, які мають у молекулі гідроксильні групи, безпосередньо пов'язані з атомами вуглецю ядра. У природних умовах феноли утворюються при процесах метаболізму водних організмів, при біохімічному окисленні та трансформації органічних речовин, які проходять

як у водній товщі, так і в донних відкладах. Вони є однією з найпоширеніших забруднювальних речовин, які надходять у природні води зі стічними водами нафтопереробних, лісохімічних, коксохімічних, лакофарбових, фармацевтичних та інших підприємств.

У природних водах феноли перебувають у розчиненому стані, можуть вступати в реакції конденсації та полімеризації, утворюючи складні гумусоподібні та інші досить стійкі сполуки. У природних водних об'єктах процеси адсорбції фенолів донними відкладами і завислими речовинами відіграють незначну роль.

У незабруднених або слабо забруднених річкових водах концентрації фенолів звичайно не перевищують 20 мкг/дм³. Перевищення природного фону може вказувати на забруднення. Феноли - сполуки нестійкі і піддаються біохімічному й хімічному окисленню. ГДК фенолів становить 0,001 мг/дм³.

Спускання стічних вод, які містять фенольні сполуки, у водойми різко погіршує їхній загальний санітарний стан [25]. Для вод річки Десна феноли є одними з головних забруднюючих речовин, бо майже протягом всього періоду спостережень спостерігається перевищення ГДК для господарсько-питного водопостачання. Осереднена за багаторічний період концентрація фенолів у воді річки Десна майже не змінюється за довжиною і в середньому по трьох постах становить 2 ГДК (рис. 4.6).

За максимальними значеннями відзначається суттєве зниження їх концентрації за довжиною річки. Максимальна концентрація фенолів – 24ГДК, спостерігається на посту м. Новгород-Сіверський. На посту с.Літки максимальне значення знижується до 16ГДК, що також є великим перевищенням. Оскільки джерелом фенолів у природних водах є не тільки стічні води, але й природна складова, можна сказати що тенденція до зменшення їх концентрації за довжиною річки спостерігається через зменшення лісистості та заболоченості річки вниз за течією.

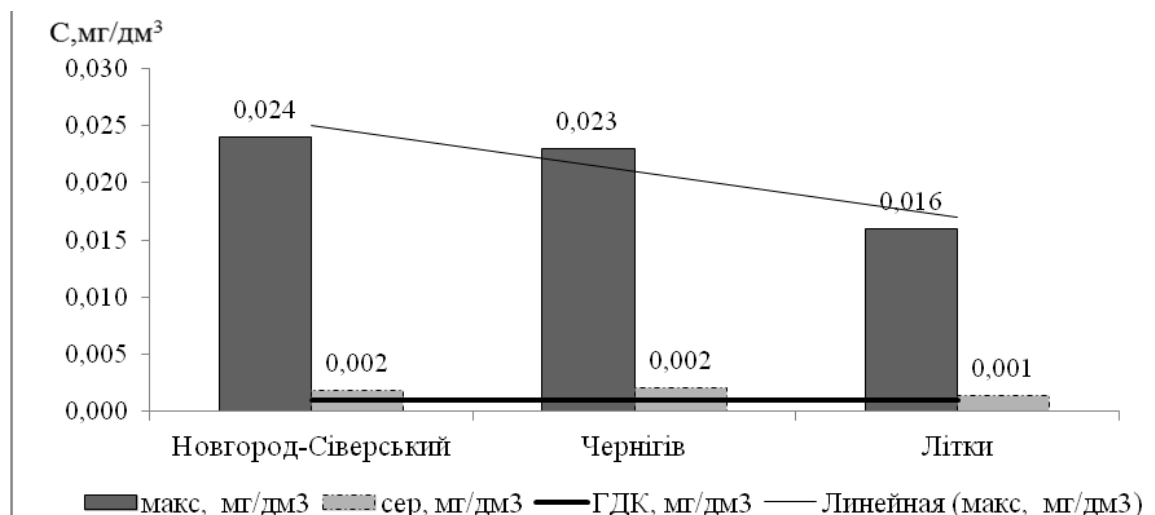


Рисунок 4.6 – Зміна середньої та максимальної багаторічної концентрації фенолів за довжиною річки Десна

В басейні річки Десна досить розвинута лісозаготівля, хімічна та інші галузі промисловості. Всі вони є джерелом надходження фенолів у природні води. Тобто можна зробити висновок, що головною причиною такого високого перевищення ГДК по фенолам є надходження недостатньо очищених стічних та неочищених стічних вод у води річки Десна.

4.4 Оцінка гідроекологічного стану річки Десна за індексом забруднення води (ІЗВ) та комплексною екологічною класифікацією поверхневих вод суші

4.4.1 Оцінка багаторічної динаміки якості води за ІЗВ

Оцінка якості води за комплексним показником ІЗВ вод річки Десна проводилась для гідрологічних постів, м. Новгород-Сіверський, м Чернігів, та с. Літки для господарсько-питного водопостачання за стандартними

показниками азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК₅ [44]. Значення ІЗВ, клас якості та якісна характеристика вод річки Десна за досліджуваний період наведено у табл. 4.10. Аналіз таблиці показує, що у переважну кількість років на трьох гідрологічних постах води річки Десна були I-II класу якості, дуже чисті та чисті. У 1994р. на всіх гідрологічних постах якість води річки Десна погіршувалась до III класу якості. Води були в цей рік помірно забруднені, значення ІЗВ змінювались від 1,44 у Чернігові до 2,08 у пункті Літки. За весь період спостережень IV клас якості – забруднені води – спостерігався лише один раз у 1993р. на посту Літки, величина ІЗВ досягла 2,58.

Таблиця 4.10 – Значення ІЗВ та якісна характеристика вод річки Десна за 1989 – 2015 роки

| Роки | Гідрологічний пост | | | | | | | | |
|------|---------------------|-------------|--------------------------|----------|-------------|--------------------------|-------|-------------|--------------------------|
| | Новгород-Сіверський | | | Чернігів | | | Літки | | |
| | ІЗВ | клас якості | характеристика за станом | ІЗВ | клас якості | характеристика за станом | ІЗВ | клас якості | характеристика за станом |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1989 | 0,45 | II | чисті | 0,49 | II | чисті | 0,29 | I | дуже чисті |
| 1990 | 0,30 | I | дуже чисті | 0,33 | II | чисті | 0,20 | I | дуже чисті |
| 1991 | 0,29 | I | дуже чисті | 0,41 | II | чисті | 0,20 | I | дуже чисті |
| 1992 | 0,17 | I | дуже чисті | - | | | 0,96 | II | чисті |
| 1993 | 0,50 | II | чисті | - | | | 2,58 | IV | забруднені |
| 1994 | 2,02 | III | помірно забруднені | 1,44 | III | помірно забруднені | 2,08 | III | помірно забруднені |
| 1995 | 0,75 | II | чисті | 0,82 | II | чисті | 1,08 | III | помірно забруднені |

Продовження таблиці 4.10

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|------|-----|--------------------|------|-----|--------------------|------|-----|--------------------|
| 1997 | 0,75 | II | чисті | 1,01 | III | помірно забруднені | 0,43 | II | чисті |
| 1998 | 0,91 | II | чисті | 0,67 | II | чисті | 0,07 | I | дуже чисті |
| 1999 | 0,24 | I | дуже чисті | 1,03 | III | помірно забруднені | 0,90 | II | чисті |
| 2000 | 0,92 | II | чисті | 0,52 | II | чисті | 1,00 | III | помірно забруднені |
| 2001 | 0,79 | II | чисті | 0,86 | II | чисті | 0,35 | II | чисті |
| 2002 | 0,34 | II | чисті | 0,50 | II | чисті | 0,40 | II | чисті |
| 2003 | 0,20 | I | дуже чисті | 0,75 | II | чисті | 0,37 | II | чисті |
| 2004 | 0,12 | I | дуже чисті | 0,41 | II | чисті | 0,26 | I | дуже чисті |
| 2005 | 0,14 | I | дуже чисті | 0,29 | I | дуже чисті | 0,26 | I | дуже чисті |
| 2006 | 0,29 | II | чисті | 0,39 | II | чисті | 0,35 | II | чисті |
| 2007 | 0,35 | II | чисті | 0,80 | II | чисті | 0,71 | II | чисті |
| 2008 | 0,83 | II | чисті | 0,68 | II | чисті | 0,67 | II | чисті |
| 2009 | 1,04 | III | помірно забруднені | 0,59 | II | чисті | 0,71 | II | чисті |
| 2010 | 0,56 | II | чисті | 0,84 | II | чисті | 0,67 | II | чисті |
| 2011 | 0,58 | II | чисті | 0,83 | II | чисті | 0,62 | II | чисті |
| 2012 | 0,51 | II | чисті | 0,42 | II | чисті | 0,60 | II | чисті |
| 2013 | 0,30 | I | дуже чисті | 0,33 | II | чисті | 0,46 | II | чисті |
| 2014 | 0,34 | II | чисті | 0,36 | II | чисті | 0,37 | II | чисті |
| 2015 | 0,29 | I | дуже чисті | 0,51 | II | чисті | 0,39 | II | чисті |

За індексом ІЗВ, розрахованим по трьох гідрологічних постах, розташованих вище міста Новгород-Сіверський, міста Чернігів та села Літки за період 1989-2015 рр., виявлено, що води річки Десна за цей період були переважно I-II класу якості: “дуже чисті” та “чисті”. Осереднена за багаторічний період величина ІЗВ зростає за довжиною річки від 0,55 до

0,66. Та за осередненим показником відносяться на всіх постах до 2 класу якості – “чисті”.

Аналіз вихідних даних показує, що основне забруднення і, як наслідок, погіршення класу якості води, спричиняли такі речовини як феноли та нафтопродукти. Саме з ними пов’язане різке зростання величини ІЗВ на гідрологічних постах у 1993-1994 роках. За величиною ІЗВ воду річки Десна можна використовувати для господарсько-питного постачання з очисткою.

4.4.2 Оцінка багаторічної динаміки якості води за методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями р. Десна

Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші і естуаріїв України [49] побудована за екосистемним принципом. Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає загальні і специфічні показники. Загальні показники, до яких належать показники сольового складу і трофо-сапробності вод (еколого-санітарні), характеризують властиві інгредієнтів, концентрація яких може змінюватись під впливом господарської діяльності. Специфічні показники характеризують вміст забруднюючих речовин токсичної й радіаційної дії.

Блок мінеральних показників. Основний вплив на якість води річки Десна чинить вміст хлорид-іонів, який погіршує воду у деякі роки до третього класу якості. За рахунок незначного вмісту сульфат-іонів, усереднений блоковий індекс сольового складу зумовлює формування вод першого та другого класу якості води. Отже за блоковим індексом сольового складу води річки Десна є “відмінні” та “дуже добрі”, за чистотою – “чисті” та “дуже чисті”.

Блок трофо-сапробіологічних показників. В середньому за багаторічний період за трофо-сапробіологічними показниками води річки Десна були 2 класу якості - добрі, за станом досить чисті, за максимальними значеннями на всіх постах спостерігалось погіршення якості води до 3 класу якості – задовільні, а на посту м. Чернігів інколи стан води погіршувався до 4 класу якості. Це все можна пояснити впливом антропогенних чинників.

Блок токсичних показників. Розподіл специфічних речовин токсичної дії проаналізувати по довжині річки і у часі дуже важно, бо в окремі роки на постах відсутні дані спостережень за їх вмістом у воді. Концентрація цинку осереднена за весь період спостережень змінюється по довжині річки і складає на посту Новгород-Сіверський $0,045 \text{ мг/дм}^3$, на посту – Чернігів $0,019$, а на посту – с. Літки $0,067 \text{ мг/дм}^3$. За вмістом цинку води річки Десна в середньому відносяться до 4 категорії. Вміст міді у воді річки Десна змінюється так само, як і вміст цинку. Найбільші концентрації спостерігаються на постах вище міста Новгород-Сіверський та с. Літки, і складають вони $0,0086 \text{ мг/дм}^3$. На посту м. Чернігів концентрація міді складає $0,0036 \text{ мг/дм}^3$. За цим показником води річки Десна в середньому відносяться до 2 категорії якості. Вимірювання вмісту марганцю проводилось на двох гідрологічних постах – м. Чернігів та с. Літки. Вона змінювалась на цих постах від $0,077$ до $0,023 \text{ мг/дм}^3$ відповідно. З вмістом марганцю води річки Десна відносяться до 2 та 3 категорії якості. Концентрація хрому в водах річки Десна зростає по довжині від $0,001$ до $0,009 \text{ мг/дм}^3$. За цим показником води річки Десна відносяться до 1 та 2 класу якості. Вміст заліза в воді річки Десна на посту м. Новгород-Сіверський складає $0,465 \text{ мг/дм}^3$. Далі вниз за течією, на посту м.Чернігів концентрація дещо зменшується і складає $0,225 \text{ мг/дм}^3$, а на посту с.Літки концентрація заліза загального складає $0,313 \text{ мг/дм}^3$. За показником заліза загального води річки Десна відносяться переважно до 3 та 4 класу якості. За вмістом нафтопродуктів та СПАВ води річки Десна відносяться переважно до 1-3 класів якості за

середніми значеннями. Слід відзначити, що виміри вмісту нафтопродуктів також проводились не у всі роки. В результаті за блоковим індексом за показником специфічних речовин токсичної дії води річки Десна належать до 2 та 3 класу якості, дуже добрі та задовільні, за станом чисті та слабо забруднені. Переважає 2 клас якості – чисті (70%).

За загальним індексом за весь період спостережень на всіх постах води річки Десна були I-III класу якості за середніми значеннями, клас якості зростає за довжиною річки, за максимальними значеннями якість води була 3 класу – добра, а в окремі роки на посту с. Літки – 4 класу – задовільна.

Отже, в результаті можна сказати, що за станом води р. Десна відносилися до відмінних, добрих та дуже добрих. За сапробністю - до оліго- та мезосапробних. За трофністю - переважно до мезотрофних та мезоевтрофних, біля с. Летки також відзначалася евтрофність вод. Виконано підрахунок повторюваності різних класів якості води за комплексною екологічною оцінкою якості поверхневих вод за відповідними категоріями (табл. 4.11). Якість води в річці Десна з наближенням до с.Літки значно погіршується, повторюваність 4 класу якості зростає на цьому водпосту до 38%. Причиною цьому є забруднення від міста Чернігів.

Для виділення маловодних та багатоводних років була побудована різницева інтегральна крива річного стоку для створу р. Десна – м. Чернігів (рис.4.7). Її аналіз показує, що період з 1946 по 2006 роки містить у собі один повний цикл водності з 1953 по 2006 рік. Маловодна фаза припадає на період з 1946 по 1978 рік включно. А з 1979 року починається багатоводна фаза, яка продовжується до 2006 року включно [87].

У рядах спостережень за стоком було обрано по два репрезентативних роки малої, середньої та великої водності. Головною вимогою до обраних років була їх освітленість на всіх досліджуваних пунктах спостережень, а саме р. Десна – м. Новгород-Сіверський, р. Десна – м. Чернігів та р. Десна – с. Літки.

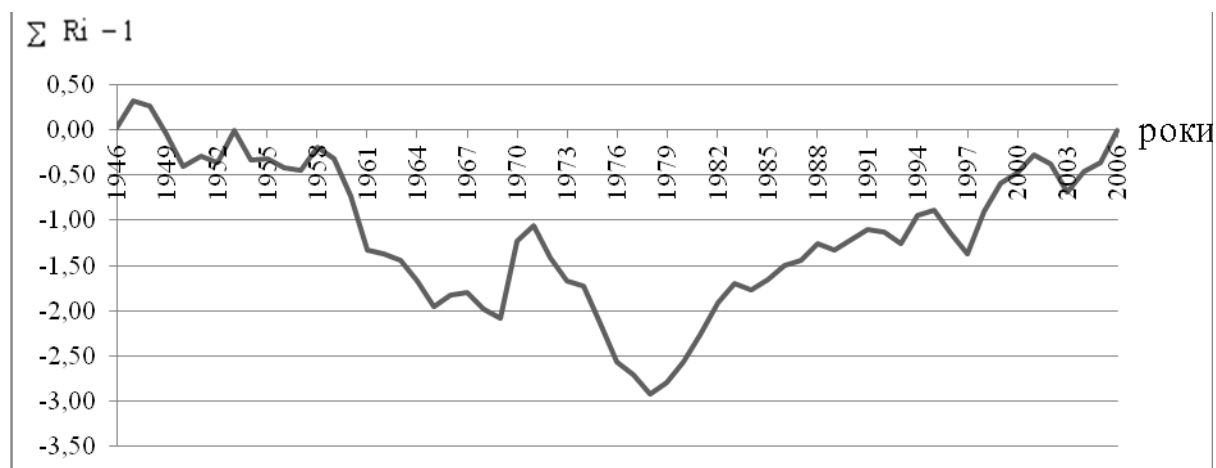


Рисунок 4.7 – Різницєва інтегральна крива річного стоку у створі
р. Десна – м. Чернігів

Таблиця 4.11 – Повторюваність класів якості води р. Десна

| Річка-пост | Клас якості | За станом води | Повторюваність, % |
|-------------------------------------|-------------|----------------|-------------------|
| р. Десна- м. Новгород-Сіверський | I | відмінні | 10 |
| | II | дуже добрі | 16 |
| | III | добрі | 47 |
| | IV | задовільні | 24 |
| р. Десна – м. Чернігів | I | відмінні | 0 |
| | II | дуже добрі | 23 |
| | III | добрі | 77 |
| | IV | задовільні | 0 |
| р. Десна – с. Літки | I | відмінні | 10 |
| | II | дуже добрі | 10 |
| | III | добрі | 46 |
| | IV | задовільні | 38 |

Аналіз проводився для багатоводної фази починаючи з 1989 і закінчуючи 2006 роками. Цей проміжок часу було обрано на основі наявності

даних спостережень на всіх трьох гідрологічних постах. Серед маловодних років було обрано 1996 та 2003 роки. Серед років середньої водності репрезентативними виявився лише 2004 рік, а також було обрано 1992 рік який, все ж має незначне відхилення в бік малої водності. Для освітлення ситуації у багатоводні роки було обрано 1998 та 1999 роки.

На наступному етапі проводилась оцінка якості води для господарсько-побутового використання для обраних років, а саме –виявлення перевищення ГДК. В таблиці 4.12 наведені фактичні концентрації забруднюючих речовин осереднені за рік, у таблиці 4.13 наведені значення перевищення господарсько-побутових ГДК за обраними роками для всіх гідрологічних постів [87].

Таблиця 4.12 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин

| В/п | Роки | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | Mg ²⁺ | NH ₄ ⁺ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | Зав. реч. | Fe _{за} _г | Фенол и | НП |
|------------------------|------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------|-------------------------------|---------|------|
| м. Новгород-Сіверський | 1996 | 27,0 | 16,0 | 12,0 | 0,08 | 0,03 | 0,24 | 15,5 | 0,0 | 0,001 | 0,40 |
| | 2003 | 20,0 | 13,0 | 12,0 | 0,30 | 0,02 | 0,29 | 11,1 | 0,2 | 0,004 | 0,00 |
| | 1992 | 70,0 | 22,0 | 16,0 | 0,09 | 0,00 | 0,22 | 6,90 | 0,3 | 0,001 | 0,05 |
| | 2004 | 26,0 | 16,0 | 13,0 | 0,29 | 0,01 | 0,10 | 12,2 | 0,0 | 0,000 | 0,01 |
| | 1998 | 10,0 | 13,0 | 11,0 | 0,47 | 0,03 | 0,27 | 15,0 | 0,0 | 0,007 | 0,04 |
| | 1999 | 9,0 | 14,0 | 9,0 | 0,31 | 0,04 | 0,17 | 4,10 | 0,0 | 0,000 | 0,31 |
| м. Чернігів | 1996 | 61,5 | 31,9 | 20,9 | 0,70 | 0,03 | 0,24 | 15,7 | 1,1 | 0,025 | 0,91 |
| | 2003 | 29,2 | 55,1 | 19,7 | 0,81 | 0,07 | 0,38 | 13,3 | 0,9 | 0,012 | 0,01 |
| | 1992 | 94,1 | 27,3 | 40,8 | 2,80 | 0,06 | 0,19 | 11,4 | 0,7 | 0,001 | 0,17 |
| | 2004 | 17,9 | 47,6 | 19,0 | 0,85 | 0,22 | 0,37 | 27,8 | 0,9 | 0,010 | 0,01 |
| | 1998 | 31,7 | 22,0 | 14,1 | 1,20 | 0,21 | 0,51 | 27,7 | 1,6 | 0,010 | 0,05 |
| | 1999 | 19,2 | 21,4 | 11,7 | 0,62 | 0,03 | 0,28 | 19,6 | 1,5 | 0,012 | 1,17 |
| с. Літки | 1996 | 59,5 | 17,7 | 15,6 | 0,34 | 0,16 | 0,48 | 43,2 | 0,9 | 0,007 | 0,28 |
| | 2003 | 31,7 | 24,4 | 14,6 | 0,33 | 0,01 | 0,21 | 89,2 | 1,2 | 0,002 | 0,01 |
| | 1992 | 76,4 | 39,7 | 26,7 | 0,13 | 0,03 | 0,15 | 0,70 | 0,1 | 0,001 | 0,00 |
| | 2004 | 28,4 | 18,3 | 20,9 | 0,27 | 0,02 | 0,14 | 49,4 | 0,6 | 0,000 | 0,01 |
| | 1998 | 27,0 | 23,0 | 14,1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 40,6 | 0,0 | 0,000 | 0,00 |
| | 1999 | 17,3 | 21,3 | 14,6 | 0,46 | 0,03 | 0,15 | 31,6 | 0,3 | 0,005 | 1,30 |

Таблиця 4.13 – Перевищення ГДК господарсько-питного водопостачання

| В/п | роки | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | Mg ²⁺ | NH ₄ ⁺ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | завислі речовини | Fe заг | феноли | нафто- продукти |
|----------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|--------|--------------|--------------------|
| м. Новгород- Сіверський | 1996 _{м.} | 0,05 | 0,0 | 0,24 | 0,08 | 0,01 | 0,0 | 62,0 | 0, | 1,00 | 4,00 |
| | 2003 _{м.} | 0,04 | 0,0 | 0,24 | 0,30 | 0,01 | 0,0 | 44,4 | 0, | 4,00 | 0,00 |
| | 1992 _{ср.} | 0,14 | 0,0 | 0,32 | 0,09 | 0,00 | 0,0 | 27,6 | 1, | 1,00 | 0,50 |
| | 2004 _{ср.} | 0,05 | 0,0 | 0,26 | 0,29 | 0,00 | 0,0 | 48,8 | 0, | 0,00 | 0,10 |
| | 1998 _{б.} | 0,02 | 0,0 | 0,22 | 0,47 | 0,01 | 0,0 | 60,0 | 0, | 7,00 | 0,40 |
| | 1999 _{б.} | 0,02 | 0,0 | 0,18 | 0,31 | 0,01 | 0,0 | 16,4 | 0, | 0,00 | 3,10 |
| м. Чернігів | 1996 _{м.} | 0,12 | 0,0 | 0,42 | 0,70 | 0,01 | 0,0 | 62,8 | 3, | 25,00 | 9,10 |
| | 2003 _{м.} | 0,06 | 0,1 | 0,39 | 0,81 | 0,02 | 0,0 | 53,2 | 3, | 12,00 | 0,10 |
| | 1992 _{ср.} | 0,19 | 0,0 | 0,82 | 2,80 | 0,02 | 0,0 | 45,6 | 2, | 1,00 | 1,70 |
| | 2004 _{ср.} | 0,04 | 0,1 | 0,38 | 0,85 | 0,07 | 0,0 | 111,2 | 3, | 10,00 | 0,10 |
| | 1998 _{б.} | 0,06 | 0,0 | 0,28 | 1,20 | 0,06 | 0,0 | 110,8 | 5, | 10,00 | 0,50 |
| | 1999 _{б.} | 0,04 | 0,0 | 0,23 | 0,62 | 0,01 | 0,0 | 78,4 | 5, | 12,00 | 11,70 |
| с. Літки | 1996 _{м.} | 0,12 | 0,0 | 0,31 | 0,34 | 0,05 | 0,0 | 172,8 | 3, | 7,00 | 2,80 |
| | 2003 _{м.} | 0,06 | 0,0 | 0,29 | 0,33 | 0,00 | 0,0 | 356,8 | 4, | 2,00 | 0,10 |
| | 1992 _{ср.} | 0,15 | 0,1 | 0,53 | 0,13 | 0,01 | 0,0 | 2,8 | 0, | 1,00 | 0,00 |
| | 2004 _{ср.} | 0,06 | 0,0 | 0,42 | 0,27 | 0,01 | 0,0 | 197,6 | 2, | 0,00 | 0,10 |
| | 1998 _{б.} | 0,05 | 0,0 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 162,4 | 0, | 0,00 | 0,00 |
| | 1999 _{б.} | 0,03 | 0,0 | 0,29 | 0,46 | 0,01 | 0,0 | 126,4 | 1, | 5,00 | 13,00 |

Аналіз змін якості води у роки різної водності та визначення повторюваності різних класів забруднення (табл.4.14) показав, що у маловодні роки забруднення річки Десна зростає за довжиною річки: повторюваність “задовільного” стану якості води змінюється від 0 (м. Новгород-Сіверський) до 100% (с. Літки). У створі р Десна – с. Літки у маловодні роки розглядуваного періоду спостерігався лише “задовільний” стан якості води.

Аналіз одержаних результатів показав, що забруднення річки Десна у багатоводні роки у створі р. Десна - м. Новгород Сіверський спричиняється такими забруднювальними речовинами, як завислі речовини (60 ГДК), нафтопродукти (3 ГДК), феноли (7 ГДК). В той же час у багатоводні роки на в/п

У багатоводні роки якість вод покращується й повторюваність “задовільного” стану зменшується до 40% у створах Новгород-Сіверський та Літки (табл. 4.14). Для створу р. Десна – м. Чернігів спостерігався тільки добрий (100%) стан якості води.

Таблиця 4.14 – Повторюваність класів якості води р. Десна за роками різної водності

| Річка- пост | Роки за водністю | Клас якості | За станом води | Повторюваність, % |
|----------------------------------|--------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| р. Десна - м.Новгород-Сіверський | маловодні | 1 | відмінні | 50 |
| | | 2 | дуже добрі | 0 |
| | | 3 | добрі | 50 |
| | | 4 | задовільні | 0 |
| | середньої водності | 1 | відмінні | 0 |
| | | 2 | дуже добрі | 20 |
| | | 3 | добрі | 60 |
| | | 4 | задовільні | 20 |
| | багатоводні | 1 | відмінні | 0 |
| | | 2 | дуже добрі | 20 |
| | | 3 | добрі | 40 |
| | | 4 | задовільні | 40 |

Продовження таблиці 4.14

| | | | | |
|--------------------------|-----------------------|---|------------|-----|
| р. Десна - м.Чернігів | маловодні | 1 | відмінні | 0 |
| | | 2 | дуже добрі | 0 |
| | | 3 | добрі | 100 |
| | | 4 | задовільні | 0 |
| | середньої водності | 1 | відмінні | 0 |
| | | 2 | дуже добрі | 50 |
| | | 3 | добрі | 50 |
| | | 4 | задовільні | 0 |
| | багатоводні | 1 | відмінні | 0 |
| | | 2 | дуже добрі | 0 |
| | | 3 | добрі | 100 |
| | | 4 | задовільні | 0 |
| р. Десна - с.Літки | маловодні | 1 | відмінні | 0 |
| | | 2 | дуже добрі | 0 |
| | | 3 | добрі | 0 |
| | | 4 | задовільні | 100 |
| | середньої водності | 1 | відмінні | 0 |
| | | 2 | дуже добрі | 0 |
| | | 3 | добрі | 80 |
| | | 4 | задовільні | 20 |
| | багатоводні | 1 | відмінні | 20 |
| | | 2 | дуже добрі | 20 |
| | | 3 | добрі | 20 |
| | | 4 | задовільні | 40 |

Аналіз одержаних результатів показав, що забруднення річки Десна у багатоводні роки у створі р. Десна - м. Новгород Сіверський спричиняється такими забруднювальними речовинами, як завислі речовини (60 ГДК), нафтопродукти (3 ГДК), феноли (7 ГДК). В той же час у багатоводні роки на

в/п Літки головними забруднювальними речовинами були завислі речовини (162 ГДК – 1998 рік), нафтопродукти (13ГДК), феноли (5 ГДК). Отже, основними забруднювальними речовинами води річки Десна у багатоводні роки на всіх водомірних постах були одні й ті самі речовини.

Аналіз якості води річки Десна на посту м. Чернігів показав, що у маловодні роки 100% випадків якості води «задовільна» (табл. 4.14) спричиняються такими забруднювальними речовинами: завислі речовини (356 ГДК), феноли (7 ГДК), нафтопродукти (2 ГДК). Але у той же час, у маловодні роки з'являється перевищення ГДК по залізу загальному (4 ГДК), яке відсутнє у багатоводні роки. Відповідно до одержаних результатів можна зробити висновок, що у багатоводні роки стан води покращується, але як у верхній, так і в нижній течії можливі окремі випадки забруднення.

4.5 Висновки та рекомендації щодо збереження та подальшого використання річки Десна

Більша частина площі водозбору річки (Десна 68%) знаходиться на території Росії, в Україні площа становить 33820 км². На території Росії найбільша кількість води з річки Десна, а саме 71,6% від загального об'єму, забирається на потреби електроенергетики. На території Росії основними забруднювальними речовинами, які скидаються, є: сухий залишок (показник вмісту органіки), сульфати і хлориди. Сухий залишок характеризує вміст у воді нелетких розчинених речовин (головним чином мінеральних і органічних). Його основне джерело - стічні води ЖКГ. Сульфати у великих кількостях містяться в шахтних водах і в промислових стоках виробництв.

В межах України основними користувачами водних ресурсів є промисловість (58,8%), житлово-комунальне господарство (27,8%), сільське

господарство (3,8 %). Основними забруднювачами поверхневих водних об'єктів є підприємства комунального господарства(97,6%) Основними забруднювальними речовинами на території України є загальне залізо, марганець і фосфати. Велика частка марганцю і заліза вноситься природною складовою на відміну від фосфатів, які вносяться зі стоками комунальних та промислових підприємств.

Поверхневі води річки Десна за хімічним складом є гідрокарбонатні кальцієві, підземні – гідрокарбонатні кальцієво-магнієві, прісні. Мінералізація води формується під впливом, головним чином, порід (крейдянних), по яких протікає річка.

За досліджуваний період з 1989 по 2015 роки середня мінералізація річки Десна зростала за довжиною річки від 348 (м. Новгород-Сіверський) до 371 мг/дм³ (с. Літки). Максимальне значення за весь досліджуваний період було зафіксовано на посту р. Десна – с. Літки у 1998 році - 695 мг/дм³. Мінімальне значення за цей період було зафіксовано на посту р. Десна – м. Чернігів у 2000 році – 143 мг/дм³.

За комплексним показником ІЗВ води річки Десна у 85% (с. Літки), 89% (м. Чернігів), 93% (м. Новгород-Сіверський) випадків були I та II класу якості – чисті та дуже чисті, на посту с. Літки у 1993-1994 роках клас якості води погіршувався до III-IV – помірно забруднених та забруднених. За величиною ІЗВ воду річки Десна можна використовувати для господарсько-питного постачання з очисткою.

За загальним індексом екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями за весь період спостережень на всіх постах води річки Десна були I-III класу якості за середніми значеннями, які зростали по довжині річки. За максимальними значеннями по трьох постах води були III класу – добрі, а в окремі роки на посту с. Літки – IV класу – задовільні; за станом води р. Десна відносилися до відмінних, добрих та дуже добрих; за сапробністю – до оліго- та мезосапробних; за трофністю – переважно до

мезотрофних та мезоевтрофних. Біля с. Летки також відзначалася евтрофність вод.

Кліматичні зміни, що відбуваються впродовж останніх десятиліть, вплинули на характеристики річкового стоку Десни – початок весняного водопілля змістився на більш ранні терміни, а величини максимальних витрат значно зменшилися, в той же час значно зросли (на 48-49%) значення витрат мінімального (літньо - осіннього та зимового стоку) [20].

Проведена оцінка якості води у роки характерної водності для господарсько-питного водопостачання: у маловодні роки забруднення річки Десна зростає по довжині річки – повторюваність задовільного стану якості води зростає від 0 до 100%. У багатоводні роки у пункті р. Десна - м. Новгород-Сіверський спостерігався дуже добрий (20%), добрий (40%) та задовільний стан (40%) якості води. Для пункту р. Десна – м. Чернігів спостерігався добрий (100%) стан води, а для пункту р. Десна – с. Літки переважає відмінний, дуже добрий та добрий стан води (60%), на задовільний стан припадає 40% випадків. Головними забруднюючими речовинами на всіх постах у багатоводні роки є завислі речовини, нафтопродукти, феноли. У маловодні роки якість води річки Десна на посту м. Чернігів у 100% випадків «задовільна», забруднення спричиняється тими ж речовинами, що і у багатоводні роки та додається залізо загальне. Тобто у багатоводні роки стан води покращується, але як у верхній, так і нижній течії можливе забруднення.

Як свідчать результати дослідження, на даний час стан екосистеми Десни в цілому задовільний. У порівнянні із 1988-1995 рр. за екологічним індексом стан вод річки Десна покращився від “задовільного” (м. Новгород-Сіверський) та “поганого” (нижче м. Чернігів) до “доброго” та “задовільного”, відповідно у 2000-2015 рр. У маловодні роки якість води суттєво погіршується до “задовільного” стану навіть вище м. Чернігів. Основними забруднюючими речовинами, концентрація яких перевищує ГДК

господарсько-питного водопостачання, є завислі речовини, нафтопродукти, феноли, у маловодні роки до них додається залізо. Після кордону із Росією до м. Чернігів якість води покращується, нижче створу Чернігів – погіршується через стічні води. Рекомендується приділити увагу очищенню стічних вод м. Чернігова, підвищенню ефективності роботи очисних споруд, локалізувати нафтохімічне забруднення зони аерації ґрунтів та підземних водоносних горизонтів в містах Прилуки і Ніжин Чернігівської області, для зменшення впливу на гідроекологічний стан річки Десна.

В результаті досліджень виявлено, що на екологічний стан річки негативно впливає перевищення завислих речовин у десятки разів. Одним із джерел надходження їх є руслові деформації берегових ліній, що неможливо попередити без проведення берегозахисних заходів. Іншим джерелом - є значні території осушених земель, де спостерігається розвиток негативних процесів вторинного заболочування, закислення та залуження ґрунтів, поліпшення їх екологічного стану потребує відновлення функціонування водогосподарсько-меліоративного комплексу, реконструкції і модернізації меліоративних систем та їх споруд. Також зменшенню кількості завислих речовин сприяють санітарно-захисні зони по всій довжині річки, заборона господарської діяльності та забудови у цих зонах.

Для покращення гідроекологічного стану річки Десна рекомендується розширити території природно заповідного фонду (ПЗФ), встановити межі об'єктів ПЗФ на місцевості, забезпечити поширення інформації про території ПЗФ серед населення.

Значну частину басейну річки Десна займають болота. Гідрологічно та гідрохімічно вони нерозривно пов'язані між собою. Рекомендується розробити і впровадити у дію екологічні паспорти водно-болотних угідь з метою їх комплексного вивчення, моніторингу, раціонального використання та вивчення кількісних і якісних взаємозв'язків гідрохімічних показників між собою.

5 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

5.1 Гідрологічні та гідрохімічні характеристики екосистеми Тилігульського лиману

Водний режим Тилігульського лиману визначається об'ємами припливу вод з його водозбірного басейну, співвідношенням кількості атмосферних опадів, які випадають на водне дзеркало лиману, об'ємами випаровування з нього, наявністю водообміну лиману з морем через штучний з'єднувальний канал [9].

Головна особливість формування водного балансу Тилігульського лиману полягає в тому, що навіть у середній за водністю рік річний об'єм випаровування з водної поверхні лиману перебільшує сумарне надходження прісних вод з атмосферними опадами та стоком річок, тобто прісний баланс водойми є від'ємним. Це призводить до значних сезонних та міжрічних коливань рівня води в лимані у залежності від наявності, тривалості та інтенсивності водообміну з морем через з'єднувальний канал «лиман-море».

На рис. 5.1 представлені коливання середньомісячних значень рівня води в Тилігульському лимані за період стаціонарних спостережень, які проводилися в його південній частині (сmt Коблево) з 1936 по 1987 рр. Видно, що до будівництва каналу рівень води в лимані в окремі роки знижувався до позначки мінус 1,3-1,9 м БС. Середня відмітка рівня Чорного моря в порту Одеса в цей період дорівнювала мінус 0,21 м БС.

Після з'єднання лиману з морем рівень води в лимані не опускався нижче мінус 1,2 м БС. Значно підвищився середній багаторічний рівень.

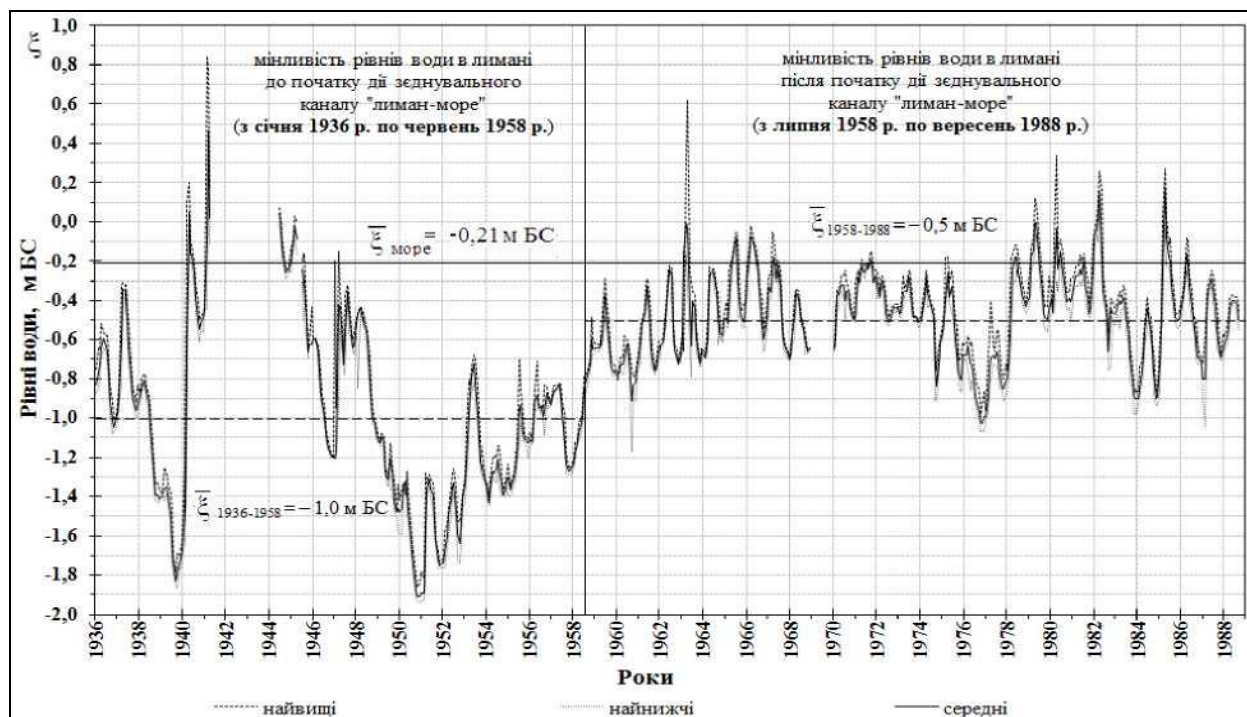


Рисунок 5.1 – Мінливість середньомісячних значень рівня води (м БС) в Тилігульському лимані за період 1936-1987 рр.

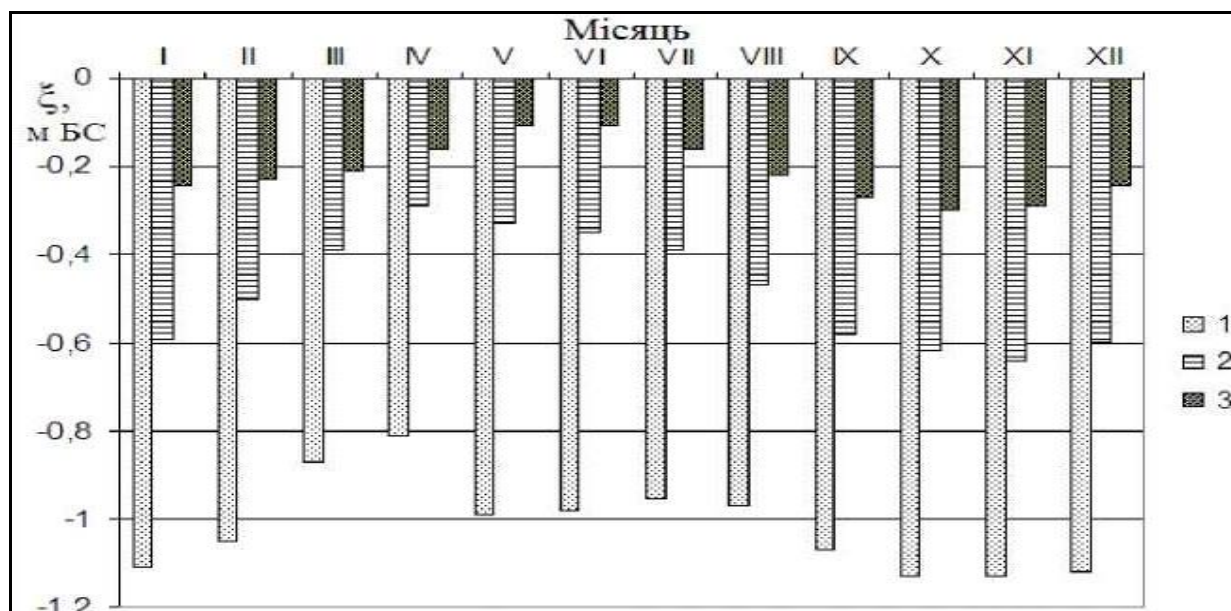


Рисунок 5.2 – Внутрішньорічна мінливість середніх за місяць рівнів води (м БС) в морі та Тилігульському лимані до і після запуску з'єднувального каналу: 1 – лиман (1936-1959 рр.), 2 – лиман (1960-1987 рр.), 3 – море

Внаслідок впливу сезонної мінливості рівня моря (зумовленої коливаннями стоку р.Дніпро) змінився характер мінливості середньомісячних значень рівня води в лимані в травні-серпні (рис. 5.2). Проте розмах сезонних коливань рівня води змінився несуттєво – з 0,32 м в період 1936-1958 рр. до 0,35 м в 1960-1987 рр.

Протягом року температура води в лимані може змінюватися в широкому діапазоні: від мінус 0,1-0,2°C взимку до 30-33°C на мілководді влітку. Найбільш прогрітими води Тилігульського лиману бувають у липні-серпні. В цей період добовий розмах змін температури води на мілководді може досягати 6°C. В денний час температура води у відкритій частині акваторії на 1,5-2,0°C нижча, ніж біля берега.

Максимальні значення температури води (30-33°C) відзначалися наприкінці липня – початку серпня. Поступове вихолодження вод лиману починається з середини серпня.

У минулому сторіччі середня тривалість періоду з льодовими явищами становила 69 діб, а в деякі зими (1945-1946 рр.) льодяний покрив міг спостерігатися до 4 місяців.

В холодні зими лиман покривається льодом на період 1-2 місяці, а в теплі зими тривалість льодового періоду може складати всього один тиждень або лиман може не замерзати взагалі. Найбільша товщина льоду – 20-30 см спостерігається зазвичай на початку лютого, а в суворі зими досягає 0,5 м.

Для лиману характерна багаторічна тенденція підвищення солоності вод, наявність якої пояснюється зменшенням припливу прісних вод з водозбірного басейну лиману і акумуляцією солей, що надходять з морськими водами через з'єднувальний канал. У 60-х роках ХХ сторіччя, коли обсяги стоку р. Тилігул складали значну частину водного балансу лиману, середні значення солоності води в північній частині лиману становили 8,7 ‰, у центральній – 11,4 ‰, а в південній – 13-15 ‰ [89].

Річка Тилігул бере початок біля верхньої околиці с. Пасицели Балтського району Одеської області, в місці злиття двох безіменних балок. Річка тече в південно-східному напрямку і впадає в Тилігульський лиман у с. Степанівка. Довжина річки 154 км, площа водозбору 3369 км², залісеність водозбору 8%, заболоченість – 0,6%, розораність – 60%, загальне падіння річки 135м, середній ухил 0,9‰, середній зважений коефіцієнт звивистості річки 0,8‰. Довжина річки в останні десятиріччя зменшувалась на 19 км [90] у зв'язку з тим, що змінилося місце впадіння в лиман. Основні притоки: праві - р. Журавка, р. Дубова; ліві - р. Меланка, б. Слепуха, р. Тартакай. Верхня частина басейну розташована на південно-східних відрогах Волино-Подільської височини, середня і нижня - на Причорноморській низовині. Рельєф басейну рівнинний, пересічений яружно - балковою мережею. Довжина вододільної лінії 343 км, коефіцієнт її розвитку 1,69 [18].

Басейн річки розташований в південній частині степової ландшафтно-кліматичної зони, для якої характерним є посушливий клімат. Річна величина сонячної радіації становить в середньому 2200 МДж/м². За геоморфологічним районуванням водозбір належить до Причорноморської низовини, за агрокліматичним – до Північного та Південного степу, де коефіцієнт зволоження становить 1,0-1,2 та 0,8-1,0, відповідно. Русло р. Тилігул звивисте, здебільшого нерозгалужене. Русло добре виражено і являє собою чергування ділянок, ширина таких ділянок коливається від 20-30 до 100 м (у нижній течії), глибина 1,0-1,2 м. Швидкість течії 0,1-0,3 м/с. Дно мулисте і піщано-мулисте. Береги 0,1-1,0 м, відкриті, круті або обривисті, рідше пологі. Складені глинистими і суглинними ґрунтами, порослі травою, місцями очеретом.

Режим річки досліджувався на двох водних постах [90]: р. Тилігул - с. Новоукраїнка (1955 р.) та р. Тилігул - смт. Березівка (1953 р.). Площа водозбору р. Тилігул - с. Новоукраїнка становить 810 км², а р. Тилігул - смт. Березівка - 3170 км². Озерність на обох водозборах менша 1 %.

Заболоченість на водозборі р. Тилігул - с. Новоукраїнка відсутня, а у створі р. Тилігул - смт. Березівка менша 1 %. Середня висота водозбору р. Тилігул - с. Новоукраїнка становить 170 м, р. Тилігул - смт. Березівка - 120 м за даними роботи [90].

Повінь на р. Тилігул проходить як правило однією хвилею. Підйом рівня починається в кінці лютого - початку березня, триває від декількох годин до 2 днів з інтенсивністю 30-80 см/добу. Висота підйому в середньому становить 1,0-2,5 м над рівнем високих вод, найбільша – 3 м (м. Ананьїв, 1941 р.). Спад водопілля відбувається в перші дні інтенсивно, потім сповільнюється, продовжуючись 2-3 тижні, іноді місяць.

Літня межень настає в середині травня або початку червня. Дошові паводки (висотою 0,5-1,0 м) спостерігаються не щорічно. При високих підйомах рівня (2,5 м) спостерігається затоплення прилеглих ділянок, сільськогосподарських угідь.

У літньо-осінній період спостерігається більше трьох паводків, висота їх може сягати більше 1,5 м (1955 р.). За даними гідрологічного поста у смт. Березівка в 53% усього періоду спостережень річка пересихає. Для гирлової ділянки характерні змінно-нагінні явища. Зимові рівні стійкі за величиною і близькі до літніх, в окремі роки при відлизі утворюються невеликі паводки.

Розподіл стоку всередині року нерівномірний: близько 80% річного стоку проходить навесні, за літньо-осінній період - 13% і за зиму - 7% річного стоку. Найбільша витрата води у створі смт. Березівка спостерігалась в 2003 р. і склала 86,4 м³/с. Найменші витрати у смт. Березівка за період спостережень "нб" (100%), тобто стік відсутній.

Екстремальні значення витрат води у р. Тилігул – смт. Березівка за період спостережень приведені у табл. 5.1. Максимальні витрати води у річці Тилігул спостерігаються під час весняного водопілля (рис. 5.3).

Таблиця 5.1 – Екстремальні значення витрат води у створі Тилігул – смт. Березівка за період спостережень 1953-2007 рр.

| Характеристика стоку | Значення величин |
|--|------------------|
| Середня річна витрата, м ³ /с | 0,715 |
| Максимальна річна витрата, м ³ /с | 3,52 |
| Максимальна витрата весняного водопілля, м ³ /с | 26,2 |
| Мінімальна річна витрата, м ³ /с | 0,00 |

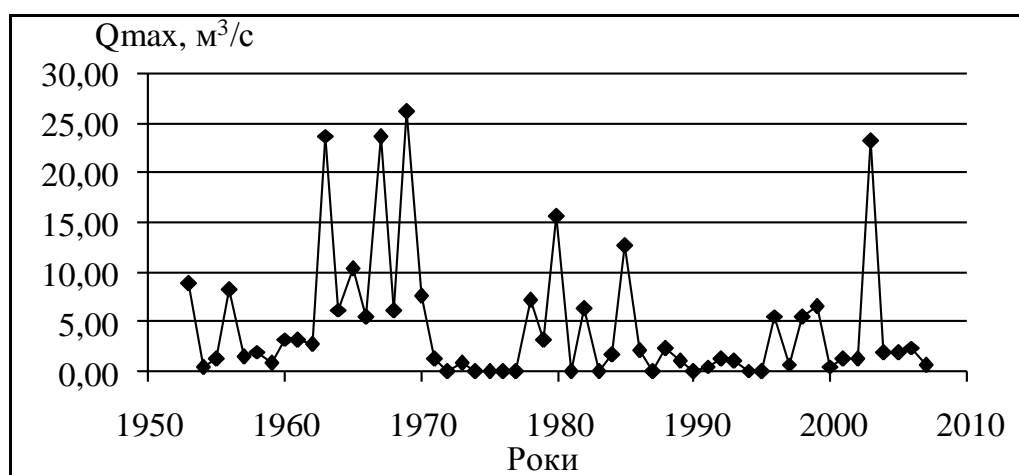


Рисунок 5.3 - Хронологічний хід максимальних місячних витрат весняного водопілля р. Тилігул - смт. Березівка (1953-2007 рр.)

Аналіз коливань річного стоку р. Тилігул дозволив встановити, що з 1970-го року почалася маловодна фаза, на тлі якої сформувалася багатоводна фаза з 1979 по 1985 рр. Також сплеск водності спостерігався в 2003 р. (сформувалося значне по водності водопілля [91]), після якого знову відбувся перехід до маловодної фази (рис. 5.4).

У створі р. Тилігул - с. Новоукраїнка (період спостережень 1948-1988 рр.) річка пересихала у маловодні роки (1958,1959,1961-1963, 1967, 1971-1973), починаючи з 1974 р. пересихання не встановлено.

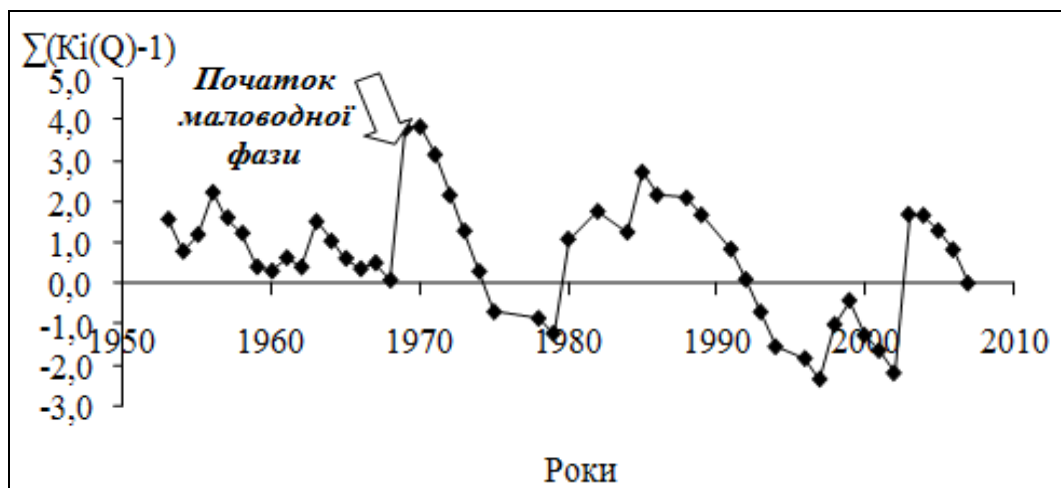


Рисунок 5.4 – Різницево-інтегральна крива середніх за рік витрат води р. Тилігул - смт. Березівка за період 1953-2007 рр. (осереднення за весь період)

Пересихання річки у створі р.Тилігул - смт.Березівка (період спостережень 1936-2008 рр.) спостерігалось у маловодні роки і його тривалість становила 26-94 доби.

З 1972 р. у даних спостережень у створі р.Тилігул - смт. Березівка з'явилося явище “стояча вода” [92], яке пов'язано із пересиханням річки вище та нижче створу спостережень і наявністю деякого шару води безпосередньо у створі. Кількість діб, коли річка пересихає у створі, значно менша кількості діб із стоячою водою. У 2008 р. тривалість відсутності течії складала 340 діб (01.01. – 31.08, 26.09 - 31.12) та тривалість пересихання тільки 25 діб (01.09 – 25.09). Сумарна кількість діб із пересиханням річки та стоячою водою у останнє десятиріччя значно більша тривалості пересихання у маловодні роки 20-го ст.

Оцінка хімічного складу вод, що надходять з басейну р. Тилігул у верхів'я Тилігульського лиману, виконувалась за ретроспективними даними гідрохімічних спостережень в гирловій ділянці річки в районі смт. Березівка

за період з 1980 по 2011 р. [93-109] та даними гідрохімічних вимірювань, виконаних ОДЕКУ, за період з квітня по червень 2015 р. (рис. 5.5) [110].

За період 1980-2011 рр. на р. Тилігул (сmt. Березівка) хімічний склад води визначався підрозділами Державної гідрометеорологічної служби (ГМС) [93-108] та Одеської гідролого - меліоративної експедиції (ОГГМЕ)[109].

Всього за період з 1980 по 2011 рр. в гирловій ділянці р. Тилігул в районі сmt. Березівка (16-19 км від гирла) хімічний склад води визначався 198 разів (ГМС – 169, ОГГМЕ – 29).

Для оцінки хімічного складу вод, що надходять з басейну р. Тилігул у верхів'я Тилігульського лиману, використані дані гідрохімічних спостережень лише в тих створах, які знаходяться найближче до місця впадіння річки в лиман та нижче місця скиду стічних вод сиромаслозаводу в русло річки.

Всього за період з 1980 по 2011 рр. хімічний склад води р. Тилігул в цих створах визначався 125 разів, у тому числі 41 раз (ГМС – 32, ОГГМЕ – 9) при наявності стоку (середньодобова витрата води дорівнювала 0,48-50,0м³/с).

Для оцінки хімічного складу вод, що у період 1980-2011 рр. надходили з басейну р. Тилігул у верхів'я Тилігульського лиману, використані лише дані тих гідрохімічних спостережень, які виконані при наявності стоку в руслі річки.

Визначено, що з басейну р. Тилігул за період з 1980 по 2011 рр. в дні гідрохімічних спостережень вода надходила до верхів'я лиману з середньою витратою 3,94 м³/с, була без запаху, з прозорістю 20 см, містила 77,5 мг/дм³ завислих речовин, за величиною рН – 7,81 од. рН, належала до слабколужних вод, за мінералізацією – 1,1 г/дм³, була солонуватою (слабосолонуватою), за загальною жорсткістю – 11,23 ммоль/дм³, належала до дуже жорстких вод [110].



Рисунок 5.5 – Місцезнаходження гідрохімічних станцій ОДЕКУ в акваторії Тилігульського лиману, гирлі р. Тилігул та на початку каналу з сторони Чорного моря в квітні-червні 2015 р.

Згідно класифікації поверхневих вод за вмістом у них головних іонів, запропонованої О.О. Альокініним (1946 р.), удосконаленої В.К. Хільчевським і С.М. Курилом (2006 р.) [25], вода у гирлі р. Тилігул, при наявності стоку в руслі річки, за період з 1984 по 2009 рр., у середньому була

гідрокарбонатного класу, групи магнію, кальцію та натрію, типу другого, підтипу \bar{b} ($C_{\text{II}\bar{b}1,1}^{\text{MgCaNa11}}$).

Наявність в групі всіх трьох головних катіонів пояснюється тим, що вміст у воді кожного з цих іонів в еквівалентній формі є більшим 25 %-екв, а саме: $Mg^{2+} = 41$ %-екв, $Ca^{2+} = 31$ %-екв, $Na^{+} = 28$ %-екв. Підтип \bar{b} вказує на те, що внесок класоутворювального аніону становить 50-75 %-екв ($HCO_3^{-} = 72$ %-екв).

Необхідно зазначити про значну мінливість не лише підтипу та типу вод р. Тилігул за період з 1984 по 2009 рр., а навіть її групи та класу [110].

Середній вміст розчиненого у воді кисню – $10,94 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, майже в два рази перевищував концентрацію вуглекислого газу – $6,00 \text{ мг}/\text{дм}^3$, а насичення води киснем у середньому дорівнювало 94 % O_2 .

Вміст забруднювальних речовин, таких як: трифлуоралін, смоли та асфальтени, феноли летучі, хлорорганічні пестициди (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДЕ, ДДТ, ДДД), нікель, марганець, хром (трьохвалентний), алюміній, літій, дорівнював $0,000 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Концентрації нафтопродуктів та СПАР у воді річки дорівнювали відповідно: 0,035 та $0,053 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Хімічне споживання кисню (біхроматне окиснення) в середньому дорівнювало $22,4 \text{ мгO}/\text{дм}^3$, а біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅) – $3,43 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

Сумарна кількість органічних речовин у воді річки ($OP_{\text{сум}}$), визначена за даними про біхроматне окиснення (БО), як: $OP_{\text{сум}} = 0,75 \cdot \text{БО}$ [25], в середньому дорівнювала $16,8 \text{ мг}/\text{дм}^3$, при цьому кількість органічного вуглецю ($C_{\text{орг}}$) становила 50 % або $8,4 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Сума азоту в середньому дорівнювала $2,47 \text{ мгN}/\text{дм}^3$ ($NH_4^{+} = 0,36 \text{ мгN}/\text{дм}^3$, $NO_2^{-} = 0,02 \text{ мгN}/\text{дм}^3$, $NO_3^{-} = 2,09 \text{ мгN}/\text{дм}^3$). Середній вміст фосфатів (фосфору мінерального) дорівнював $0,300 \text{ мгP}/\text{дм}^3$, фосфору загального – $0,379 \text{ мгP}/\text{дм}^3$, а кремнію – $2,6 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Вміст заліза загального в середньому дорівнював $0,22 \text{ мг/дм}^3$. Середні концентрації міді, хрому (шестивалентного) та цинку дорівнювали відповідно: $0,22$, $6,5$ та $7,1 \text{ мкг/дм}^3$.

Між мінералізацією ΣI та витратою води Q в гирлі р. Тилігул визначено зворотній ступеневий зв'язок (рис. 5.6). Для розрахунку вмісту головних іонів встановлені їх зв'язки з мінералізацією води (табл. 5.2).

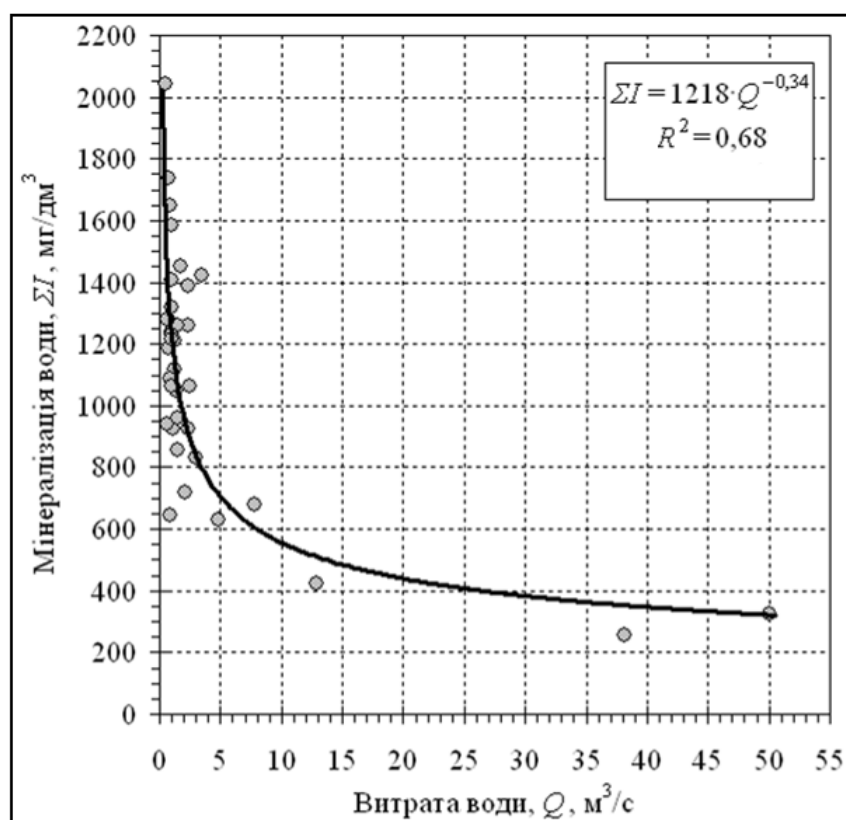


Рисунок 5.6 – Зв'язок мінералізації води (суми іонів) з витратою води $\Sigma I = f(Q)$ в гирловій частині р. Тилігул (в районі смт. Березівка) за період 1980-2009 рр.

Таблиця 5.2 – Рівняння зв'язків мінералізації води (ΣI , мг/дм³) з концентраціями головних іонів (мг/дм³) у воді в гирлі р. Тилігул, при наявності стоку в руслі річки, за період з 1984 по 2009 рр.

| Назви, позначення іонів | Рівняння зв'язків з мінералізацією води | Коефіцієнти кореляції зв'язків |
|---------------------------------|--|--------------------------------|
| Гідрокарбонат, HCO_3^- | $\text{HCO}_3^- = 0,40 \cdot \Sigma I$ | 0,74 |
| Сульфат, SO_4^{2-} | $\text{SO}_4^{2-} = 0,19 \cdot \Sigma I$ | 0,74 |
| Хлор, Cl^- | $\text{Cl}^- = 0,14 \cdot \Sigma I$ | 0,82 |
| Кальцій, Ca^{2+} | $\text{Ca}^{2+} = 0,08 \cdot \Sigma I$ | 0,65 |
| Магній, Mg^{2+} | $\text{Mg}^{2+} = 0,07 \cdot \Sigma I$ | 0,78 |
| Натрій, Na^+ | $\text{Na}^+ = 0,09 \cdot \Sigma I$ | 0,76 |

З використанням отриманих зв'язків визначені середні величини щорічної кількості речовин, які надходили з водами р. Тилігул до верхів'я Тилігульського лиману в період 1980-2011 рр.

В середньому за період з 1980 по 2011 рр. щороку з водами р. Тилігул ($Q_{1980-2011} = 0,57 \text{ м}^3/\text{с}$) до Тилігульського лиману надходило 9,7 тис. тон завислих речовин та 29,0 тис. тон розчинених хімічних речовин. З них:

– 26,55 тис. тон розчинених головних іонів (аніонів – 19,38 тис. тон, катіонів – 6,37 тис. тон), у тому числі: гідрокарбонатів – 10,62 тис. тон, сульфатів – 5,04 тис. тон, хлоридів – 3,72 тис. тон, натрію – 2,39 тис. тон, кальцію – 2,12 тис. тон, магнію – 1,86 тис. тон);

– 2,10 тис. тон сумарних розчинених органічних речовин, у тому числі 1,05 тис. тон органічного вуглецю;

– 308 тон сумарного азоту, у тому числі: NO_3^- – 260 тон, NH_4^+ – 45 тон, NO_2^- – 3 тони);

– 323 тони кремнію;

– 47 тон фосфору загального, у тому числі 37 тон фосфатів (фосфору мінерального);

– 28 тон заліза загального;

- 6,6 тон СПАР;
- 4,4 тони нафтопродуктів;
- 885 кг цинку;
- 809 кг хрому (шестивалентного);
- 28 кг міді.

Необхідно зазначити, що за ретроспективними гідрохімічними даними за період з 1980 по 2011 рр. вода в гирлі р. Тилігул при наявності стоку в руслі річки належала до хлоридного класу лише один раз – 01.04.1992 р. При цьому, домінуючим катіоном в групі води був також магній, але другим катіоном був кальцій, а не натрій. Однак, тип другий та підтип *в* – однакові. Крім того, майже однаковою є загальна жорсткість (14-17 ммоль/дм³), але мінералізація води 01.04.1992 р. була на 0,8 г/дм³ меншою. Оцінка іонного складу вод, що надходили на водну поверхню лиману з атмосферними опадами, виконувалася з використанням середніх і фонових даних багаторічних гідрохімічних спостережень в районі м. Одеса (табл. 5.3) [25, 111].

Згідно прийнятої класифікації [25] атмосферні опади в районі м. Одеса в другій половині ХХ ст. належали до сульфатного класу, групи магнію та кальцію, другого типу, підтипу δ ($S_{\text{II}\delta 0,035}^{\text{MgCa}0,34}$). За середньою мінералізацією атмосферні опади були прісні (дуже прісні), за твердістю – дуже м'якими.

Порівнюючи дані про вміст головних іонів у воді лиману в 2015 р. з такими ж показниками в 1968 р. (табл. 5.4) [110] необхідно відзначити, що мінералізація та загальна жорсткість води збільшилися в два рази, проте еквівалентне співвідношення між головними іонами (аніонами та катіонами) практично не змінилося ($Cl_{\text{III}a1,2}^{\text{Na}41}$).

Таблиця 5.3 – Середні та фонові значення показників хімічного складу атмосферних опадів в районі м. Одеса за період з 1962 по 1985 рр. [111]

| Показник | Значення показника | |
|---|--------------------|-----------|
| Гідрокарбонат, HCO_3^- , мг/дм ³ | Середні | 6,0 |
| | Фонові | 0,00-30,0 |
| Сульфат, SO_4^{2-} , мг/дм ³ | Середні | 18,2 |
| | Фонові | 4,2-40,0 |
| Хлор, Cl^- , мг/дм ³ | Середні | 6,0 |
| | Фонові | 1,3-26,0 |
| Кальцій, Ca^{2+} , мг/дм ³ | Середні | 3,4 |
| | Фонові | 1,2-12,0 |
| Магній, Mg^{2+} , мг/дм ³ | Середні | 2,1 |
| | Фонові | 0,4-11,0 |
| Натрій, Na^+ , мг/дм ³ | Середні | 2,6 |
| | Фонові | 0,6-9,0 |
| Калій, K^+ , мг/дм ³ | Середні | 1,0 |
| | Фонові | 0,2-3,9 |
| Азот амонійний, NH_4^+ , мг/дм ³ | Середні | 0,8 |
| | Фонові | 0,1-3,7 |
| Сума іонів (мініралізація), ΣI , мг/дм ³ | Середні | 35,1 |

Таблиця 5.4 – Солоність та вміст головних іонів у воді північно-західної частини (ПЗЧ) Чорного моря та південної частини Тилігульського лиману в 1968 р. (за даними М.Ш. Розенгурта) [89] та 2015 р. (за даними ОДЕКУ) [110]

| Показник, позначення | Розмірність показника | Чорне море (ПЗЧ), 1968 р. / 2015 р. | Тилігульський лиман (південна частина), 1968 р. / 2015 р. |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---|
| Хлор, Cl^- | ммоль/дм ³ | 269 / 276 | 174 / 404 |
| | мг/дм ³ | 9540 / 9786 | 6180 / 14320 |
| Гідрокарбонат, HCO_3^- | ммоль/дм ³ | 3,11 / 3,73 | 3,93 / 4,67 |
| | мг/дм ³ | 190 / 228 | 240 / 285 |

Продовження таблиці 5.4

| | | | |
|---|-----------------------|---------------|---------------|
| Сульфат, SO_4^{2-} | ммоль/дм ³ | 26,9 / 19,8 | 16,5 / 18,1 |
| | мг/дм ³ | 1290 / 952 | 790 / 870 |
| Сума аніонів, Σa | ммоль/дм ³ | 299 / 300 | 195 / 427 |
| | мг/дм ³ | 11020 / 10965 | 7210 / 15474 |
| Кальцій, Ca^{2+} | ммоль/дм ³ | 12,5 / 11,5 | 7,49 / 7,93 |
| | мг/дм ³ | 250 / 231 | 150 / 159 |
| Магній, Mg^{2+} | ммоль/дм ³ | 52,7 / 52,7 | 33,7 / 87,0 |
| | мг/дм ³ | 640 / 641 | 410 / 1058 |
| Натрій та калій, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ | ммоль/дм ³ | 217 / 234 | 141 / 330 |
| | мг/дм ³ | 5430 / 5858 | 3530 / 8258 |
| Сума катіонів, Σk | ммоль/дм ³ | 282 / 299 | 182 / 425 |
| | мг/дм ³ | 6320 / 6729 | 4090 / 9475 |
| Жорсткість загальна, $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ | ммоль/дм ³ | 65,1 / 64,2 | 41,2 / 95,0 |
| Солоність, S | ‰ | 17,37 / 17,47 | 11,20 / 24,53 |

5.2 Антропогенні чинники впливу на гідрологічний та гідрохімічний стан екосистеми Тилігульського лиману та їх наслідки

Дослідження особливостей коливань стоку показало, що водний режим нижньої течії р. Тилігул значно трансформований антропогенною діяльністю, головним чином, штучними водоймами [92].

Водозабір р. Тилігул використовується переважно для потреб сільського господарства: рослинність водозбору річки використовується під сінокоси і пасовища, воду річки застосовують для зрошення та для інших

потреб населення. За даними [112] одним із водокористувачів р. Тилігул є КВЕП «Котовськ-водоканал». Згідно із даними про водовикористання в Одеській області [113] у 2007 р. забір води склав 2242,0 млн. м³, що на 74,0 млн. м³ більш ніж у 2006 р. У порівнянні з 2006 р. збільшився обсяг використання води на зрошення на 31,17 млн. м³, виробничі потреби на 2,07 млн. м³. У 2007 р. збільшилися витрати води в системі оборотного водопостачання на 31,0 млн. м³. На 01.01.2008 р. в області налічується 1736 водокористувачів, з яких 1173 мають дозволи на спецводокористування, у 563 термін дії закінчився [112].

Безумовно, господарська діяльність в басейні р. Тилігул викликає зменшення водності річки. Води річки Тилігул характеризуються мінералізацією 0,663-1,868 г/л. Вода для пиття непридатна.

5.3 Оцінка змін гідрологічних, гідрохімічних характеристик екосистеми Тилігульського лиману за останні десятиріччя

В XXI ст. спостереження за рівнем води в лимані виконуються лише час від часу. Мінливість відміток рівня води в лимані в сучасний період, відновлена за даними епізодичних спостережень, показана на рис. 5.7 та 5.8. Найбільш високі рівні (0,3 м БС) спостерігалися навесні 2003 р., коли в результаті інтенсивного весняного водопілля в лиман надійшла велика кількість води з поверхневим стоком.

Рівень води в лимані на кілька десятків сантиметрів перевищив рівень моря (мінус 0,1-0,13 м БС) і в березні-квітні спостерігався інтенсивний вихід води з лиману в море через з'єднувальний канал. В середині червня канал було закрито і розпочалося падіння рівня лиману внаслідок інтенсивного випаровування. До кінця 2003 р. рівень знизився до відмітки мінус 0,43 м БС.

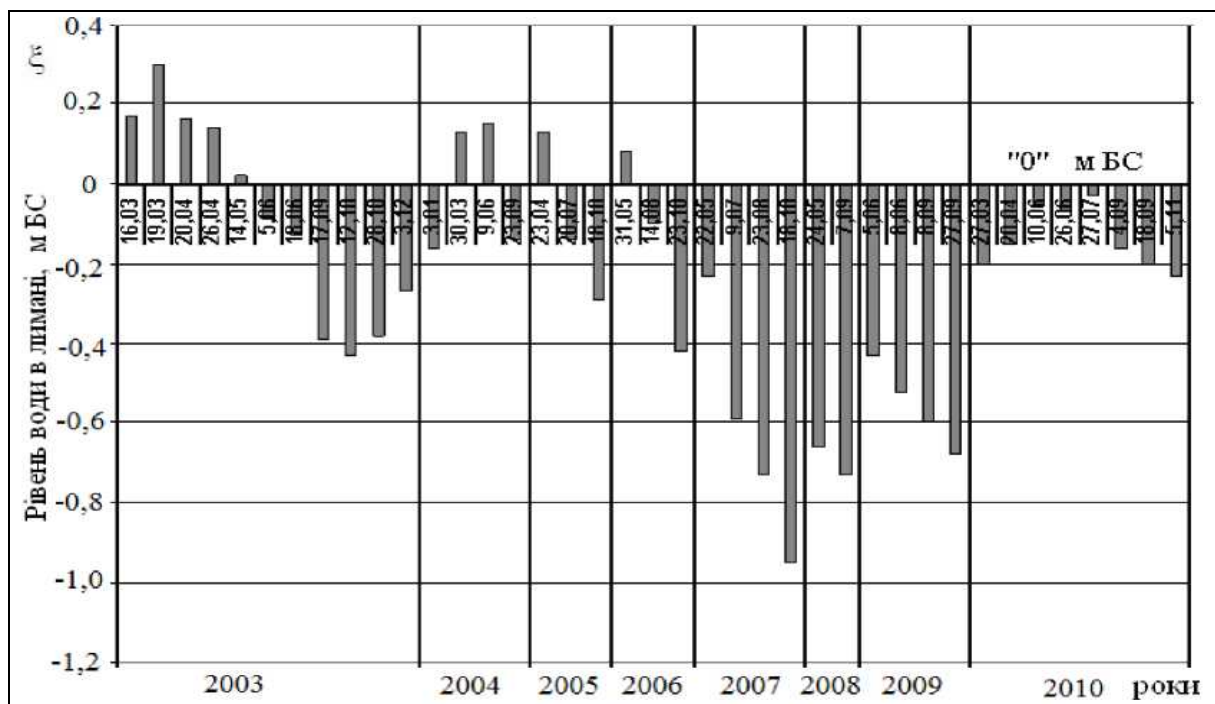


Рисунок 5.7 – Мінливість рівня води в Тилігульському лимані (м БС) за даними епізодичних спостережень в 2003-2010 рр. [110]

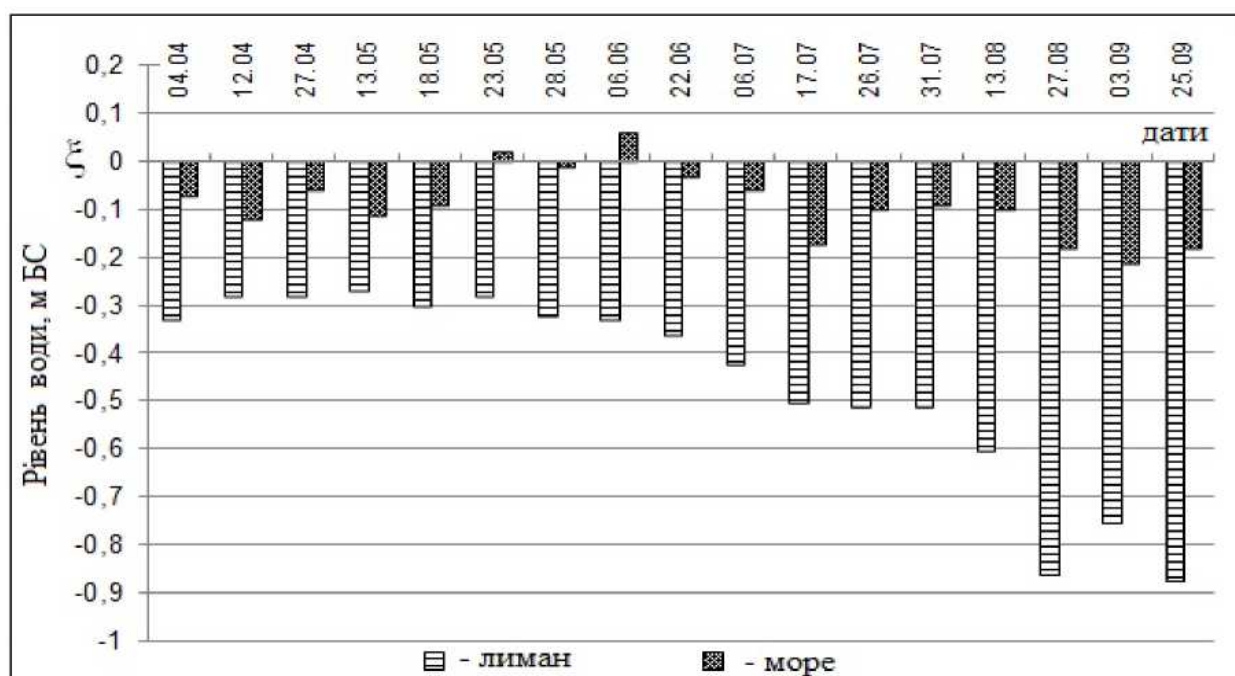


Рисунок 5.8 – Значення відміток рівня води (мБС) в Тилігульському лимані та морі у 2012 р. [110]

До середини 2006 р. зберігалася певна стабільність рівневого режиму, діапазон коливань рівня води становив близько 0,40 м. У весняні місяці рівень лиману дещо підвищувався за рахунок надходження поверхневого стоку з водозбірного басейну лиману і припливу морської води через з'єднувальний канал, а в другій половині року відбувалося його зниження в результаті інтенсивного випаровування.

У 2007 р. почався період значного зниження рівня води в лимані (до мінус 0,95 м БС), який тривав до кінця 2009 р. Відмітки рівня води в лимані не перевищували мінус 0,40 м БС. У цей період кількість атмосферних опадів була нижчою за річну норму (450 мм) на 35-100 мм, а час функціонування з'єднувального каналу дуже нетривалим.

Взимку 2009-2010 рр. випало 213 мм опадів при нормі 110 мм. В лиман надійшла велика кількість води з поверхневим стоком з його водозбірного басейну. Наприкінці березня 2010 р. був відкритий з'єднувальний канал, який функціонував до початку вересня. Крім того, інтенсивні атмосферні опади і стік р. Тилігул мали місце в липні. В результаті, рівень води в лимані в середині літа піднявся до мінус 0,05 м БС.

Якщо у червні-вересні 2010 р. на поверхню лиману випало 257 мм атмосферних опадів, то за той же період 2012 р. – лише 73 мм. Стік р. Тилігул в літні місяці був відсутній. З'єднувальний канал функціонував з середини травня до кінця липня. Тому у вересні 2012 р. рівень води в лимані знизився до відмітки мінус 0,86-0,95 м БС.

Спостереження проведені у березні 2014 р. та квітні 2015 р. [110] показали, що відмітка води в лимані до відкриття з'єднувального каналу може знижуватися до мінус 1,3 м БС. Це є наслідком низької пропускної здатності каналу через його критичне обміління на деяких ділянках. Навіть при відкритій та поглибленій (на відстань 200 м від моря) морській ділянці каналу, рівень води лимані підвищився у травні 2015 р. лише на декілька

сантиметрів, а у червні знову почав знижуватися внаслідок інтенсифікації випаровування.

В сучасних умовах солоність води у південній та центральній частинах лиману навіть навесні, коли присутні стік р.Тилігул та слабкий водообмін з морем через канал, можуть досягати значень 24-25 ‰ (квітень-травень 2015 р.). Наприкінці вересня 2014 р. була зафіксована солоність вод лиману 27,28 ‰. Слід відзначити, що стабільний тренд до підвищення солоності вод в лимані утворився починаючи з другої половини 80-х років ХХ ст. [114], тобто з початком глобального потепління.

Деяке зниження солоності вод в лимані відбувається в роки з сильними весняними водопіллями та паводками. Так, наприклад, у березні 2003 р., коли рівень води в лимані піднявся до 0,3 м БС, поверхневий шар навіть в південній частині лиману опріснівся до 6 ‰. Однак, через формування різкого сезонного пікноклину в результаті опріснення поверхневого шару та весняно-літнього прогріву вод, значного зниження загальної солоності вод в лимані не відбулося. Як правило, при підвищенні рівня води в лимані перетинка в каналі проривається і опріснена вода поверхневого шару йде в море. Вже до кінця осені 2003 р. солоність вод поверхневого шару лиману досягла 17-19 ‰.

Максимальні значення солоності води спостерігаються наприкінці літа - на початку осені в мілководній північній частині лиману, яка, разом з Балайською затокою, в літні місяці за відсутністю стоку р.Тилігул є джерелом осолонення вод лиману [9].

Порівняльний аналіз температурного та льодового режимів для річки Тилігул за періоди 1960-1988 та 1989-2008 рр., засвідчує наступні результати.

Порівняльний аналіз середньомісячних температур повітря за період 1960-1988 рр. із періодом спостережень 1989-2008 рр., температури і осіннього, і зимового сезону підвищуються (рис. 5.9).

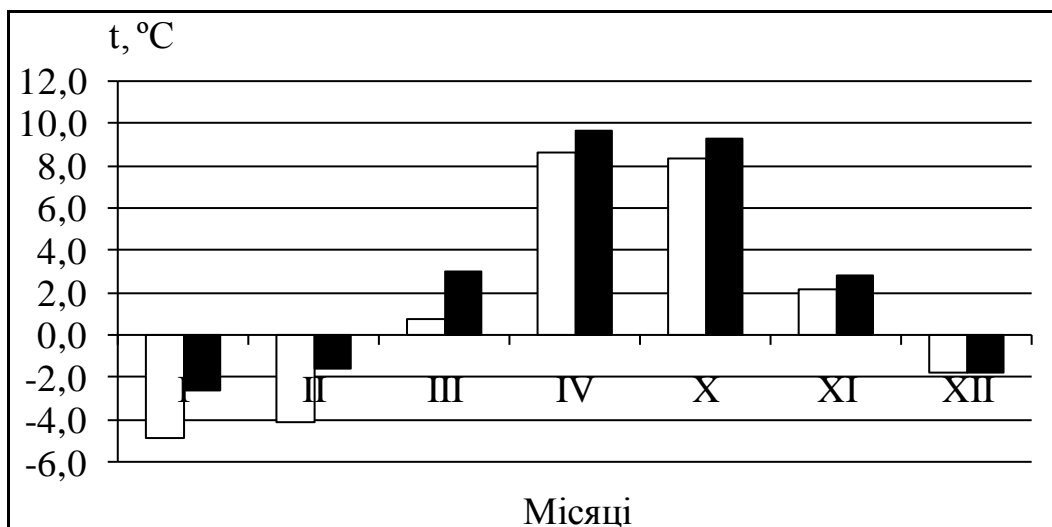


Рисунок 5.9 – Температура повітря по метеостанції смт Любашівка:
білі стовпчики - у 1960-1988 рр., чорні - у 1989-2008 рр.

Незважаючи на загальний додатній тренд у температурному режимі повітря, температура води у грудні-лютому після 1988 р. зменшилась, порівняно із попередніми роками в середньому на 0,3°C (рис. 5.10).

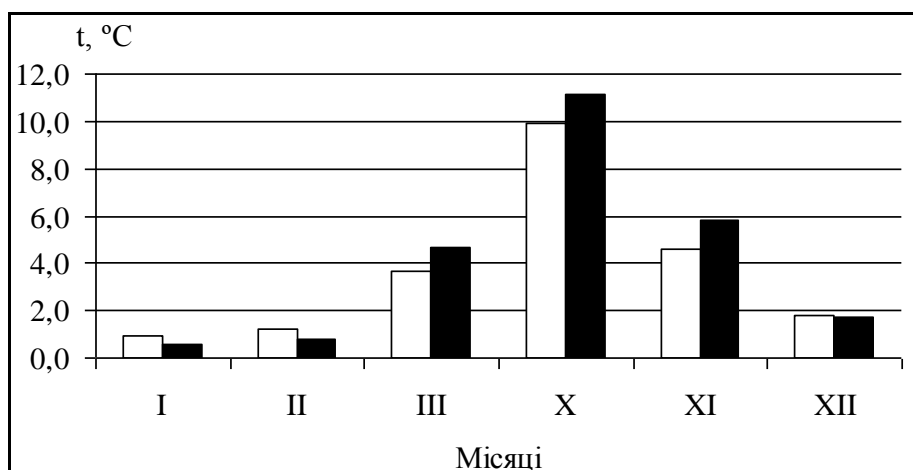


Рисунок 5.10 – Температура води у р. Тилігул – смт Березівка:
білі стовпчики - у 1960-1988 рр., чорні - у 1989-2008 рр.

На сучасному етапі відмічається незначна амплітуда строків першої появи льоду й встановлення льодоставу. Дати появи плавучого льоду змістилися з 22 листопада на 3 грудня (табл. 5.5). Останні льодові явища у період 1989-2008 рр. закінчуються в середньому на 5 діб раніше порівняно з попередніми десятиріччями.

Таблиця 5.5 – Середні строки льодових явищ (л.я.) на р. Тилігул - смт Березівка за періоди 1960-1988 та 1989-2008 рр.

| Початок осінніх л.я. | | Закінчення л.я | | Середня кількість днів з л.я | |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|------------------------------|---------------|
| 1960-1988 рр. | 1989-2008 рр. | 1960-1988 рр. | 1989-2008 рр. | 1960-1988 рр. | 1989-2008 рр. |
| 22 листопада | 3 грудня | 17 березня | 12 березня | 92 | 76 |

Загальна тривалість льодового режиму на річці Тилігул скоротилась на 16 днів (рис. 5.11).

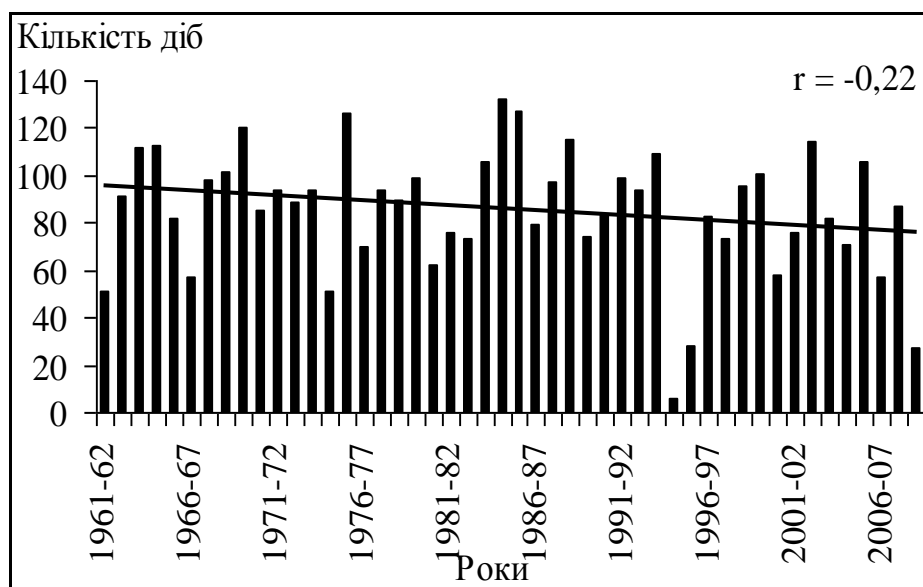


Рисунок 5.11 – Тривалість льодових явищ на р. Тилігул – смт Березівка за період 1960-2008 рр.

Перш за все, така ситуація пов'язана із підвищенням середньомісячних температур повітря, а також із зменшенням водності річки. Ще однією особливістю є нестійкість льодового режиму річки в останні десятиріччя, що зумовлено частими відлигами.

В останні десятиріччя за рахунок зменшення водності річки і через збільшення інтенсивності літніх посух, періоди пересихання річки Тилігул влітку і перемерзання взимку повторюються частіше, їх тривалість збільшилась (табл. 5.6).

Тривалість пересихання обумовлена водністю року: у маловодні роки (із забезпеченістю більше 75 %) період пересихання досягає 6-8 місяців, у середні за водністю роки (із забезпеченістю 50%) 2-3 місяці і у багатоводні (забезпеченість 5%) роки – близько місяця.

Дослідження водного режиму р. Тилігул є дуже актуальним, це пов'язано із зменшенням кількості якісної прісної води в Одеській області, та вирішенням задач по збереженню біорізноманіття Тилігульського лиману.

Таблиця 5.6 – Періоди пересихання та перемерзання річки Тилігул

| Рік | Забезпеченість <i>p</i> , % | Період пересихання річки | Тривалість пересихання, у місяцях |
|------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1986 | 69,4 | з 1.09 по 11.01.1987 | 4,3 |
| 1992 | 75,5 | з 1.09 по 13.12 | 3,4 |
| 1994 | 87,8 | з 2.07 по 20.02.1995 | 7,6 |
| 1995 | 86,4 | з 2.08 по 20.02.1996 | 6,6 |
| 1996 | 42,9 | з 24.07 по 26.09 | 2,2 |
| 2003 | 2,04 | з 11.09 по 20.10 | 1,3 |

За даними ОДЕКУ [110] в квітні-червні 2015 р. води р. Тилігул, що надходили до верхів'я лиману з витратою приблизно 1 м³/с, були

коричневого кольору, з середньою мутністю $11,42 \text{ г/дм}^3$ та температурою води $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Мінералізація води (за сумою іонів) в середньому дорівнювала $1,88 \text{ г/дм}^3$. Найбільша мінералізація води ($2,07 \text{ г/дм}^3$) виміряна в пробі, яка була відібрана 16 квітня, а найменша ($1,77 \text{ г/дм}^3$) – в пробі, яка відібрана 16 травня. Згідно класифікації поверхневих вод за вмістом у них головних іонів, запропонованої О.О. Альокінім (1946 р.), удосконаленої В.К. Хільчевським і С.М. Курилом (2006 р.) [25], вода у гирлі р. Тилігул в квітні-червні 2015 р., у середньому була хлоридного класу, груп магнію та натрію, типу третього, підтипу *в* ($\text{Cl}_{\text{Ш}61,9}^{\text{MgNa}17}$).

Однак, треба зазначити, що у квітні-червні 2015 р. вода в гирлі р. Тилігул належала до хлоридного класу лише 12 червня, а в квітні та травні вона належала до перехідних класів: 16 квітня – до сульфатного класу, а 16 травня – до сульфатно-гідрокарбонатно-хлоридного класу. Наявність в групі води двох головних катіонів пояснюється тим, що вміст кожного з цих іонів в еквівалентній формі є більшим 25 %-екв ($\text{Mg}^{2+} = 44 \text{ %-екв}$, $\text{Na}^+ = 34 \text{ %-екв}$). Тип третьій вказує на те, що ці води є метаморфизовані, тобто такі, в яких можливо відбувався катіонний обмін натрію на магній або кальцій. Підтип *в* вказує на те, що внесок класоутворювального аніону є меншим 50 %-екв ($\text{Cl}^- = 43 \text{ %-екв}$).

Морські води, які надходили в південну (нижню) частину Тилігульського лиману в квітні-червні 2015 р. (табл. 5.7), були переважно коричнювато-жовтого кольору, з середньою мутністю $28,80 \text{ г/дм}^3$ [110]. Середня температура води за цей період складала $15,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Мінералізація води (за сумою головних іонів) в середньому дорівнювала $17,69 \text{ г/дм}^3$ (17,41 ‰). Найбільша мінералізація ($18,12 \text{ г/дм}^3$) виміряна в пробі води, яка була відібрана 16 травня, а найменша мінералізація ($16,98 \text{ г/дм}^3$) – виміряна 12 червня.

Таблиця 5.7 – Середні значення показників хімічного складу води Тилігульського лиману в 2015 р. (дані ОДЕКУ)

| Показники хімічного складу води та їх розмірність | Значення показника |
|--|--------------------|
| Прозорість, м | 3,2 |
| Колір, характеристика | коричнювато-жовтий |
| Температура, °С | 17,2 |
| Мутність, г/дм ³ | 20,84 |
| Густина води, кг/дм ³ | 1,017 |
| Сухий залишок, г/дм ³ | 27,28 |
| Прожарений залишок, г/дм ³ | 23,05 |
| Вміст розчинених органічних речовин, г/дм ³ | 4,24 |
| Концентрація NaCl, г/дм ³ | 22,86 |
| Питома електропровідність, мСм/см | 40,44 |
| pH, одиниці pH | 8,12 |
| Хлор, ммоль/дм ³ | 403,45 |
| Хлор, мг/дм ³ | 14300,30 |
| Гідрокарбонат, ммоль/дм ³ | 4,89 |
| Гідрокарбонат, мг/дм ³ | 298,07 |
| Сульфат, ммоль/дм ³ | 18,47 |
| Сульфат, мг/дм ³ | 653,77 |
| Кальцій, ммоль/дм ³ | 8,05 |
| Кальцій, мг/дм ³ | 161,38 |
| Магній, ммоль/дм ³ | 87,98 |
| Магній, мг/дм ³ | 1069,79 |
| Натрій та калій, ммоль/дм ³ | 329,19 |
| Натрій та калій, мг/дм ³ | 8229,81 |
| Жорсткість загальна, ммоль/дм ³ | 96,03 |
| Жорсткість карбонатна, ммоль/дм ³ | 4,89 |
| Жорсткість некарбонатна, ммоль/дм ³ | 91,14 |
| Сума аніонів, ммоль/дм ³ | 426,81 |
| Сума аніонів, мг/дм ³ | 15252,13 |
| Сума катіонів, ммоль/дм ³ | 425,22 |
| Сума катіонів, мг/дм ³ | 9460,98 |
| Сума іонів, ммоль/дм ³ | 852,03 |
| Сума іонів (мінералізація), мг/дм ³ | 24713,11 |

За мінералізацією морські води належать до солоних. Згідно прийнятої класифікації [25] води моря були хлоридного класу, групи натрію, третього типу, підтипу a ($Cl_{IIIa17,7}^{Na64}$). Порівнюючи ці дані 2015 р. з такими ж показниками морської води у 1968 р. (табл. 5.7) [89] необхідно відзначити, що вони є майже повністю ідентичними як за вмістом іонів, так і за їх співвідношенням ($Cl_{IIIa17,4}^{Na65}$). Таким чином, надходження морських вод в Тилігульський лиман після реконструкції і запуску сполучного каналу «лиман-море» практично не змінить співвідношення між головними іонами у воді лиману.

Вода Тилігульського лиману в квітні-червні 2015 р. (табл. 5.7) мала середню прозорість 3,2 м, була коричнювато-жовтого кольору, з середньою мутністю 20,84 г/дм³. Температура води в лимані під час відбору проб в середньому дорівнювала 17,2 °С.

Мінералізація води лиману (за сумою головних іонів) в середньому складала 24,71 г/дм³, причому сумарний вміст аніонів (хлоридів, сульфатів і гідрокарбонатів) в 1,61 разів перевищував сумарний вміст катіонів (кальцію, магнію, натрію і калію). Найбільша мінералізація води (27,31 г/дм³) виміряна в пробі, яка відібрана 16 травня у дна в третій частині лиману, а найменша мінералізація (23,44 г/дм³) – в пробах води від 16 травня, відібраних в четвертій (верхній) частині лиману. За мінералізацією лиманні води є солоні.

Згідно прийнятої класифікації [25] води лиману належать до хлоридного класу, групи натрію, третього типу, підтипу a ($Cl_{IIIa24,7}^{Na96}$), тобто є змішаними та метаморфозізованими, якими є води морів, лиманів і багатьох соляних озер.

За величиною рН, що в середньому за період з 1996 по 2005 рр. дорівнювала 6,0 од. рН (від 5,9 до 6,1) атмосферні опади як в районі м.Одеси, так і в районі Тилігульського лиману, належали до слабкокислих вод[110].

Сучасний хімічний склад атмосферних опадів оцінювався за даними ОДЕКУ, вимірними в період 2013-2015 рр. За середнім значенням рН води, що дорівнювало 6,78, атмосферні опади в районі м. Одеса були нейтральними, змінюючись від слабкокислих (5,46 – березень 2015 р.) до слабколужних (7,68 – жовтень 2014 р.).

Крім того, за даними ОДЕКУ, вимірними в період 2013-2015 рр., встановлено, що вміст розчинених у воді солей та мінералізація води атмосферних опадів в районі м. Одеса зменшується при збільшенні їх щомісячних шарів (рис. 5.12).

З урахуванням даних ОДЕКУ про мінералізацію атмосферних опадів та її зв'язку з щомісячними шарами атмосферних опадів в районі м. Одеси, визначено, що в середній за водністю рік на водну поверхню Тилігульського лиману (середня площа – 129 млн. м²) з водами атмосферних опадів надходить приблизно 200 тис. тон розчинених мінеральних речовин.

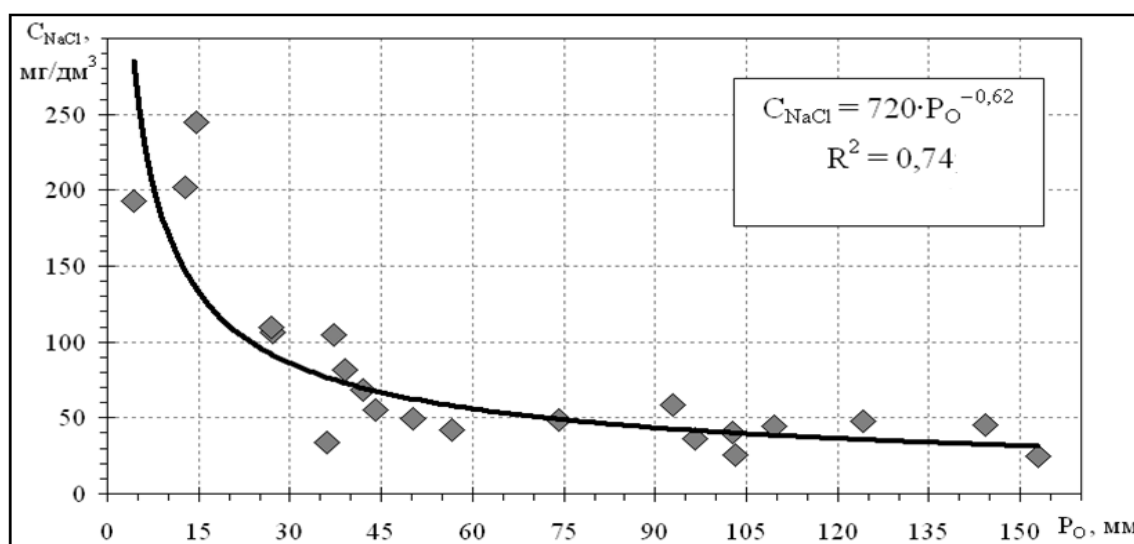


Рисунок 5.12 – Зв'язок вмісту NaCl у воді атмосферних опадів (C_{NaCl} , мг/дм³) та їх щомісячних шарів (P_O , мм) в районі м. Одеси (P_O – за даними метеостанції «Одеса-Обсерваторія» [115]; C_{NaCl} – дані ОДЕКУ) за період 2013-2015 рр.

5.4 Оцінка гідроекологічного стану р. Тилігул (за методиками ІЗВ модифікованою та ПКІЗ) та Тилігульського лиману

5.4.1 Критерії якості води для рибогосподарських цілей

До рибогосподарських водних об'єктів належать водотоки, водойми або їх окремі ділянки, що використовуються (можуть використовуватись) для промислового добування риби та інших об'єктів водного промислу або мають значення для відтворення їх запасів.

Під час аналізу якості води задля рибогосподарських цілей увагу звертають на біоаккумуляцію забруднюючих речовин шляхом харчового ланцюга. Для цього визначають [44]: ДДС – допустиму добову дозу споживання: кількість хімічної речовини, що може цілодобово споживатися людиною протягом всього життя з безпекою для здоров'я; ВДНС – вірогідна добова норма споживання хімічних речовин, які надходять з будь-яких джерел; за умови $ВДНС > ДДС$ визначають максимально допустиму концентрацію речовини у рибах (критерії споживання риби).

За [116] рибогосподарські водні об'єкти поділяють на категорії:

- вища категорія – об'єкти розміщення нерестилищ, зимування цінних видів риби, охоронні зони для штучного розведення та вирощування риби.
- перша категорія – об'єкти для збереження і відтворення цінних видів риби, які чутливі до вмісту кисню.
- друга категорія – об'єкти, які використовуються для інших рибогосподарських цілей.

Склад і властивості води рибогосподарських водойм повинні відповідати спеціальним критеріям. Вміст завислих речовин, порівняно з природними умовами, не повинен збільшуватися більше ніж на $0,25 \text{ мг/дм}^3$ у

водних об'єктах вищої та першої категорії і $0,75 \text{ мг/дм}^3$ у водних об'єктах другої категорії.

Завислі речовини зі швидкістю скидання більше $0,4 \text{ мм/с}$ для проточних водойм і більше $0,2 \text{ мм/с}$ для водоймищ до спуску заборонені. На поверхні не повинно бути плаваючих домішок. Вода не повинна набувати сторонніх запахів, присмаку та кольоровості, щоб не передавати сторонні запахи рибі. Температури води не повинна підвищуватися порівняно з природною більше ніж на 5°C з загальним підвищенням температури не більше 20°C влітку і 5°C взимку для водойм з холодноводними рибами і не більше ніж до 28°C влітку і 8°C взимку для решти водойм. *pH* повинен бути в межах $6,5\text{--}8,5$. Розчинений кисень у воді взимку повинен бути не нижче 6 мг/дм^3 для водних об'єктів вищої та першої категорії та 4 мг/дм^3 водних об'єктів другої категорії, влітку у всіх водоймах повинен бути не нижче 6 мг/дм^3 в пробі, відібраній до 12 годин дня. Повне споживання кисню при 20°C не повинно перевищувати 3 мг/дм^3 . У воді не повинні міститися хімічні речовини в концентраціях, що перевищують нормативи згідно [116]. При дотриманні всіх цих показників можна вирощувати якісну рибну продукцію.

5.4.2 Оцінка забрудненості води річки Тилігул за показником ІЗВ модифікованим

Гідрохімічний індекс забруднення ІЗВ, встановлений Держкомгідрометом СРСР, найчастіше використовуються для оцінки якості водних об'єктів. Визначається середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по показниках: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень (O_2), біохімічне споживання кисню (БПК_5), останні два елемента є обов'язковими. Модифікований ІЗВ [16] розраховується за 6 показниками: БСК_5 та розчинений кисень (O_2) є обов'язковими, а інші 4 беруть за найбільшим відношенням до ГДК з

переліку: SO_4^{2-} , Cl^- , ХСК, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , $\text{Fe}_{\text{заг}}$, Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , H_5^{2+} , As^{3+} , нафтопродукти, СПАР.

Оцінка якості води у р. Тилігул здійснювалася за методикою ІЗВ модифікованим [16] для нормативів якості вод водойм рибогосподарського призначення за період спостережень 1989-2008 роки (рис. 5.13 а,б). Перелік показників, за якими здійснювалося оцінка якості води наведений в табл. 5.8.

Отримані результати дозволили зробити оцінку якості води у р. Тилігул (табл. 5.9, 5.10).

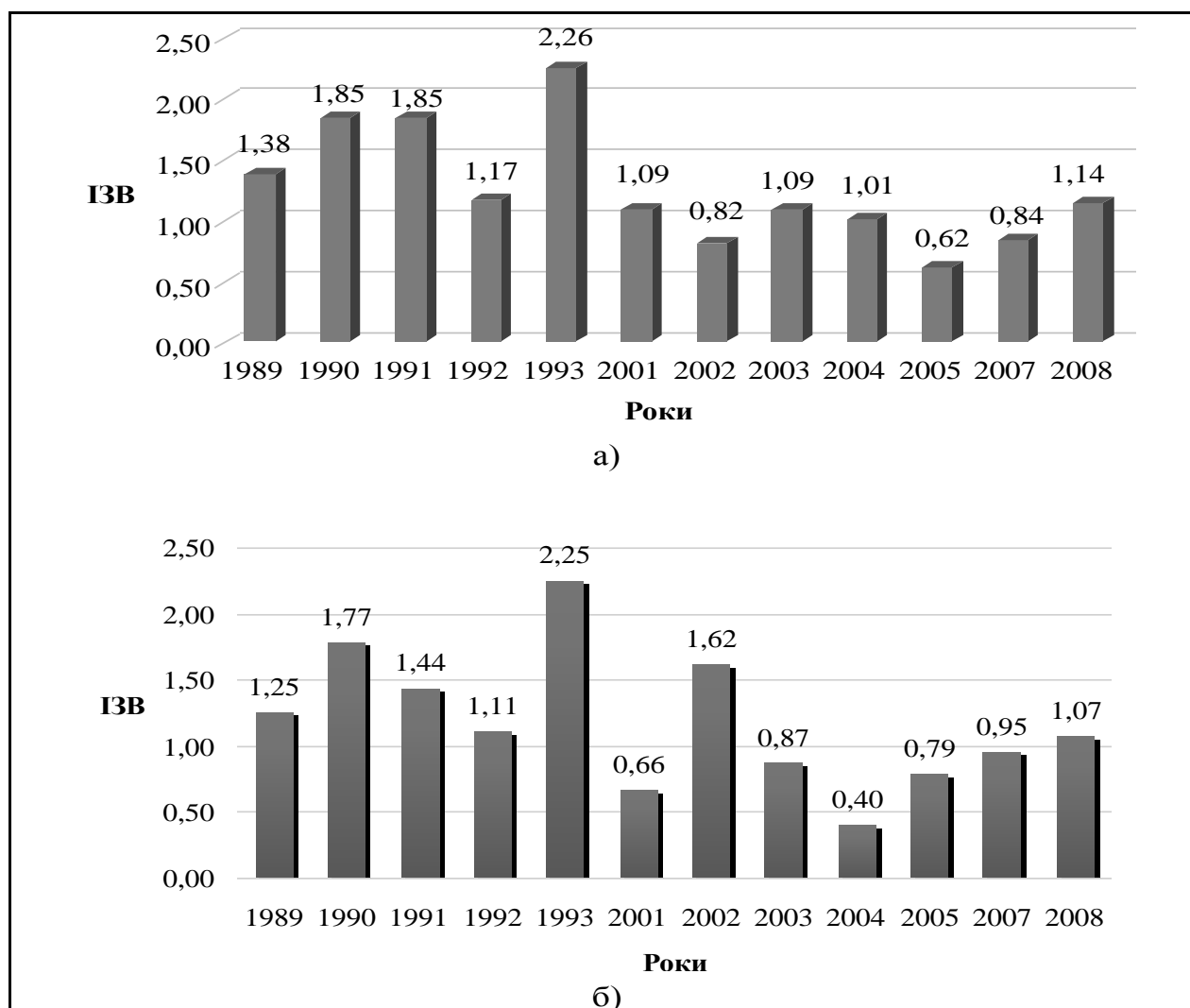


Рисунок 5.13 – Хронологічний графік зміни ІЗВ модифікованого р. Тилігул а) у створі 0,5 км вище смт Березівка, б) у створі 0,1 км нижче смт Березівка

Таблиця 5.8 – Критерії якості води для рибогосподарських цілей

| Назва речовини | Гранично допустима концентрація, мг/дм ³ |
|--|---|
| Азот амонійний, мгN/дм ³ | 0,39 |
| Азот нітритний, мгN/дм ³ | 0,02 |
| Нафтопродукти | 0,05 |
| Сульфати, SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³ | 100 |
| Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³ | ≥6 |
| БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³ | 2,25 |

Таблиця 5.9 – Результати оцінки якості води р. Тилігул у створі 0,5 км вище селища Березівка за ІЗВ модифікованими (для рибогосподарських вимог) за період 1989-2008 рр.

| Рік | ІЗВ | Рівень забруднення води | Клас |
|------|------|-------------------------|------|
| 1989 | 1,50 | помірно забруднена | III |
| 1990 | 2,01 | помірно забруднена | III |
| 1991 | 2,18 | забруднена | IV |
| 1992 | 1,24 | помірно забруднена | III |
| 1993 | 2,12 | забруднена | IV |
| 2001 | 1,19 | забруднена | IV |
| 2002 | 0,65 | Чиста | II |
| 2003 | 0,98 | Чиста | II |
| 2004 | 0,77 | Чиста | II |
| 2005 | 0,75 | Чиста | II |
| 2007 | 0,89 | Чиста | II |
| 2008 | 1,00 | Чиста | II |

Таблиця 5.10 – Результати оцінки якості води р. Тилігул у створі 0,1 км нижче селища Березівка за ІЗВ модифікованими (для рибогосподарських вимог) за період 1989-2008 рр.

| Рік | ІЗВ | Рівень забруднення води | Клас |
|------|------|-------------------------|------|
| 1989 | 1,31 | помірно забруднена | III |
| 1990 | 1,91 | помірно забруднена | III |
| 1991 | 1,52 | помірно забруднена | III |
| 1992 | 1,24 | помірно забруднена | III |
| 1993 | 2,20 | Забруднена | IV |
| 2001 | 0,70 | Чиста | II |
| 2002 | 1,51 | помірно забруднена | III |
| 2003 | 0,87 | Чиста | II |
| 2004 | - | - | - |
| 2005 | 0,84 | Чиста | II |
| 2007 | 0,90 | Чиста | II |
| 2008 | 1,19 | помірно забруднена | III |

Як видно з табл. 5.9 модифікований ІЗВ води у створі 0,5 км вище селища Березівка за період спостережень змінювався в межах 0,65-2,18, максимальна величина (ІЗВ=2,18) характерна для 1991 року. Клас якості води змінювався від IV (забруднена) до класу II (чиста).

У створі 0,1 км нижче селища Березівка за період спостережень модифікований індекс забруднення води для р. Тилігул змінювався в межах 0,70-2,20 (табл. 5.10), максимальна величина (ІЗВ=2,20) характерна для 1993 року. Клас якості води змінювався від IV (забруднена) до класу II (чиста).

Виконано аналіз повторюваності класів забруднення води за показником ІЗВ модифікованим згідно із рибогосподарськими вимогами (рис. 5.14).

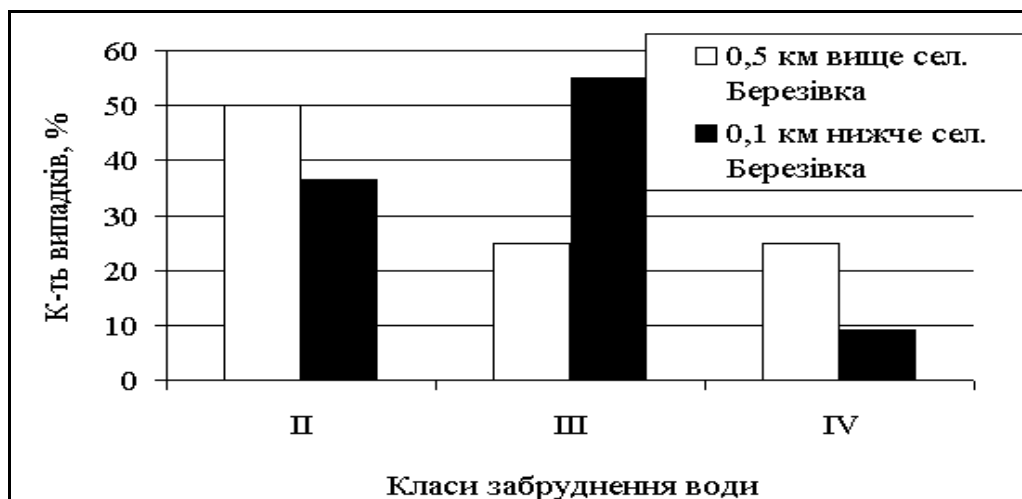


Рисунок 5.14 – Повторюваність класів забруднення води у р. Тилігул за показником ІЗВ модифікованим за період 1989-2008 рр.

Як видно з рис. 5.14 вода у річці Тилігул вище селища Березівка за досліджувані роки у 50 % випадків була чистою, нижче селища вода у більшості випадків (55%) відносилась до класу помірно забруднена.

Отже, згідно із рибогосподарськими вимогами найкращим резервуаром для розведення риби є ділянка річки до смт Березівка.

5.4.3 Оцінка забрудненості води річки Тилігул за величиною комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ)

Визначення забрудненості води за величиною КІЗ відбувається у декілька етапів [16]. Перший етап визначення ступеня стійкості згідно показника повторюваності випадків перевищення ГДК:

$$P_i = N_{ГДК_i} / N_i, \quad (5.1)$$

де $N_{ГДКі}$ - кількість результатів, при яких вміст речовини перевищує нормовані

ГДК;

N_i – загальна кількість результатів за даною i -ою речовиною.

На другому етапі встановлюється рівень забрудненості за даною речовиною шляхом розрахунку кратності перевищення ГДК (K_i)

$$K_i = C_i / ГДК_i . \quad (5.2)$$

Враховуючи отримані за формулою (5.2) результати для кожної речовини встановлюються часткові оціночні бали від a до d за допомогою спеціальних таблиць.

Наступним кроком є визначення для кожного інгредієнту загальних оціночних балів спираючись на результати першого і другого етапів.

Кінцевим етапом класифікації є визначення КІЗ, в якому враховується загальна кількість забруднюючих речовин

$$КІЗ = \sum_{i=1}^n S_i . \quad (5.3)$$

Якість води поділяється на класи, які встановлюються за величиною КІЗ, кількістю речовин та кількістю лімітуючих ознак забрудненості (ЛОЗ). Як правило, ЛОЗ є речовиною, яка значно погіршує якість води.

За період спостережень 1990-2008 роки у створах вище селища і нижче селища Березівка стан річки Тилігул характеризувався як «брудна», клас якості III (рис. 5.15 та 5.16). Максимальне значення показника комбінаторного індексу забруднення у створі вище Березівки склав 3,00, нижче Березівки максимальне ПКІЗ склав 3.50.

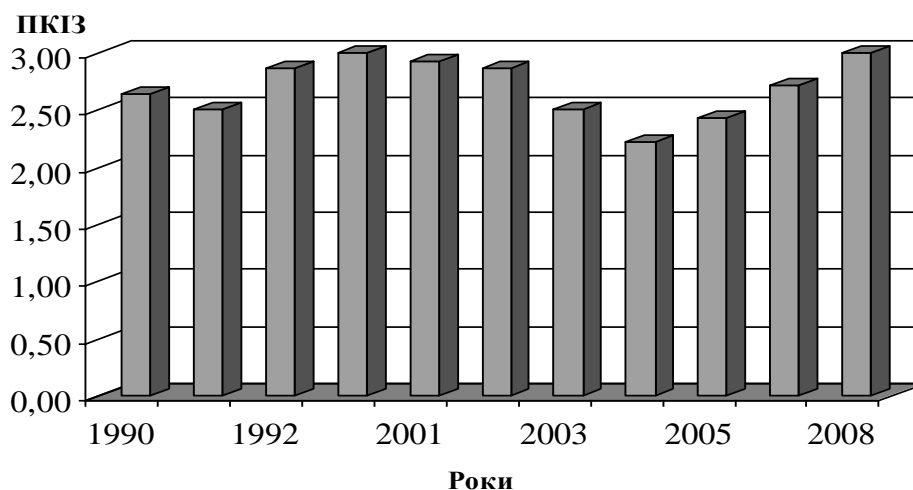


Рисунок 5.15 – Значення ПКІЗ у створі р.Тилігул - смт.Березівка (вище селища) за період 1989-2008 рр.

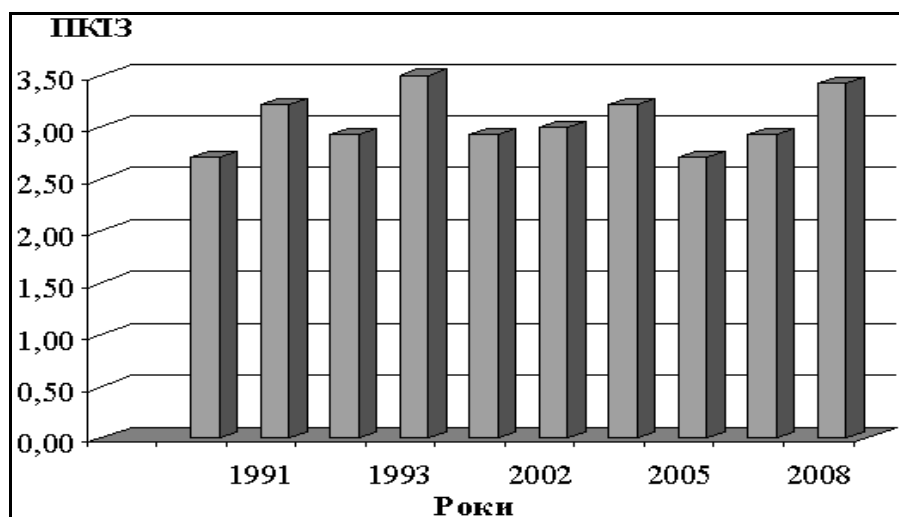


Рисунок 5.16 – Значення ПКІЗ у створі р.Тилігул - смт.Березівка (нижче селища) за період 1989-2008 рр.

За результатами аналізу з використанням КІЗ встановлені речовини, які найбільш погіршують якість води у р.Тилігул: азот амонійний, залізо загальне, хром шестивалентний, який є речовиною, що значно погіршує якість води (ЛЮЗ); магній; сульфати (табл. 5.11, 5.12).

З табл. 5.11 видно, що основною забруднюючою речовиною є хром. Особливо забруднення переважало у 1993 (рівень забрудненості за оціночними балами склав 12).

Хром - твердий метал голубувато-білого кольору. З'єднання шестивалентного хрому особливо токсичні. Шестивалентний хром використовується при виробництві нержавіючих сталей, текстильних фарб, консервантів дерева, для хромування та ін. Головні антропогенні джерела викидів цього металу - заводи з виробництва сталі і феросплавів (80% від загального викиду), а також підприємства, які спалюють нафту і вугілля (15%). Також у сучасних агротехнічних закладах та під час сільськогосподарських робіт використовуються модифіковані добрива, які можуть містити хром (наприклад, комплексні суперфосфатні добрива).

Окрім хрому, найбільш забруднюючими речовинами, які значно перевищують відповідні ГДК, є азот амонійний, залізо загальне, магній і сульфати.

Оцінка якості води за методом Комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) показала, що вода у р.Тилігул за досліджуваний період 1990-2008 роки відносилась до класу якості III, з відповідною характеристикою стану – брудна. Лімітуючим показником забруднення є хром 6-ти валентний.

5.4.4 Екологічна оцінка якості вод Тилігульського лиману

Для оцінки якості вод Тилігульського лиману використовувалася методика екологічної оцінки якості поверхневих вод [117].

Індекси показників вмісту сполук біогенних елементів і органічних речовин, розраховані за середньобагаторічними місячними значеннями гідрохімічних характеристик вод, дозволяють класифікувати лиман як

евтрофну, β "-мезосапробну, слабо забруднену водойму III класу, 4 категорії якості води. Це зумовлено високими концентраціями в водах лиману мінерального і загального фосфору (V клас, 7 категорія якості води), органічного азоту (II-III клас, 3-4 категорія), розчиненої органічної речовини (II-III клас, 3-5 категорія). В той же час, середні концентрації мінерального азоту відповідають I класу, 1 категорії якості вод. Загальний екологічний стан вод лиману класифікується як задовільний.

За значенням індексу ETMX = 4,6, тобто трофічний рівень лиману відповідає класу «середній» [110].

Таким чином, поряд з тенденцією підвищення солоності вод, однією з головних гідроекологічних проблем Тилігульського лиману є евтрофікація його вод, яка набуває особливої небезпеки для екосистеми лиману у зв'язку зі значним порушенням природного співвідношення між мінеральними сполуками азоту та фосфору в його водах. На даний час первинне продукування органічної речовини в лимані влітку стримується відносно низькими концентраціями мінерального азоту. Але наслідком цього є накопичення в лимані мінеральних і органічних сполук фосфору. Збільшення надходження в лиман морських вод може призводити до зростання первинної продукції органічної речовини водоростями в південній частині лиману, за рахунок додаткових поставок мінерального азоту. Однак, з іншого боку, збільшення надходження морських вод в лиман сприятиме зменшенню вмісту в його водах розчинених органічних речовин, органічного і мінерального фосфору, концентрації яких у морській воді значно менші, ніж в лимані.

Високі концентрації розчиненої органічної речовини в порових водах донних відкладів, сприяють швидкому розвитку влітку гіпоксійних явищ в придонному шарі вод при зменшенні інтенсивності вертикального турбулентного перемішування вод за слабких вітрів або штильових умов, а також за наявності сезонного термокліну. Скаламучування донних відкладів

на мілководді при сильних вітрах призводить до значного зростання концентрації у воді мінеральних та органічних форм азоту і фосфору.

При інтенсифікації різноспрямованого водообміну з морем через поглиблений з'єднувальний канал біогенні речовини, розчинені органічні речовини будуть не тільки надходити до лиману з поверхневим стоком та морськими водами і акумулюватися в ньому, але й виводитися з лиману в море.

5.5 Рекомендації щодо збереження та подальшого використання екосистеми Тилігульського лиману, оптимізація їх експлуатації

Спираючись на проведені дослідження стану р. Тилігул можна зробити наступні рекомендації:

- слід ретельно контролювати сільськогосподарські заходи (скоротити кількість добрив, які містять хром; лімітувати кількість забору води із річки на зрошення);

- дотримуватись вимог щодо використання водного об'єкту згідно діючого законодавства та із врахування постанов Водної Директиви ЄС (2000);

- не перевантажувати водозабір річки штучними водоймами.

Інтенсивне надходження в лиман морських вод через сполучний канал сприятиме збільшенню продукції органічної речовини водоростями. Однак, через особливості динаміки вод в лимані (утруднений водообмін між різними частинами лиману), цей вплив явно буде проявлятися лише в південній частині лиману. Крім того, ефект зростання первинної продукції органічної речовини в результаті підвищення концентрацій у водах лиману форм мінерального азоту, які надходять з морськими водами, компенсуватиметься

зменшенням концентрації органічної речовини за рахунок розбавлення лиманних вод морськими, в яких концентрація органічних речовин менше. З урахуванням того, що в морській воді міститься менше фосфатів, органічних азоту і фосфору, *POP*, ніж у водах лиману, можна зробити висновок, що інтенсифікація надходження в лиман морських вод буде надавати «оздоровчий» вплив на екосистему лиману з позицій евтрофікації.

Необхідно забезпечити безперервне функціонування каналу протягом всього року, що дозволить стабілізувати річний цикл коливань рівня води в лимані, забезпечить максимально можливі об'єми витоку води з лиману до моря (разом з біогенними речовинами та солями, які містяться в ній), сприятиме загальному зниженню темпів підвищення солоності води в лимані, зменшить прогрів вод мілководних ділянок акваторії лиману, а також вірогідність появи льодового покриву взимку (включно з каналом).

Залишається актуальною проблема відновлення природних водних ресурсів річок водозбору Тилігульського лиману шляхом розчистки русел, нормування кількості та оптимізації розміщення і функціонування штучних водойм, упорядкування структури землекористування, захисту водоохоронних зон та прибережних смуг.

ВИСНОВКИ

1. У роботі надані оцінки гідрологічного, гідрохімічного та гідроекологічного стану річок та водойм України, водозбори яких розташовані у різних фізико-географічних зонах. Зокрема, р. Десна знаходиться у лісовій географічній зоні, р. Латориця – гірській, р. Псел та Ворскла – лісостеповій. Окремо розглянута проблема змін гідроекологічного стану річок степової зони в умовах змін клімату та інтенсивної водогосподарської діяльності. При цьому р. Барабой досліджена з точки зору оцінки її водних ресурсів (поверхневого та підземного стоку) і відповідно гідроекологічного стану в умовах зрошування сільськогосподарських угідь за рахунок річки Донора, яким є р. Дністер, а р. Тилігул як постачальник прісної води до Тилігульського лиману, гідрологічний, гідрохімічний та гідроекологічний режим якого почав суттєво погіршуватись в умовах глобального потепління.

2. Установлені основні природні та антропогенні чинники, які впливають на гідрологічний, гідрохімічний і гідроекологічний стан розглянутих водних об'єктів. Оцінка гідроекологічного стану води надавалася за офіційними методиками та за методиками ІЗВ, КІЗ, НДІ імені Ерісмана. Була досліджена динаміка якості вод у період після початку суттєвих змін клімату, тобто після 1989 року як переламного.

3. Більша частина площі водозбору річки (Десна 68%) знаходиться на території Росії, в Україні площа становить 33820 км². На території Росії найбільша кількість води з річки Десна, а саме 71,6% від загального об'єму, забирається на потреби електроенергетики. На території Росії основними забруднювальними речовинами, які скидаються, є: сухий залишок (показник вмісту органіки), сульфати і хлориди. Сухий залишок характеризує вміст у воді нелетких розчинених речовин (головним чином мінеральних і

органічних). Його основне джерело - стічні води ЖКГ. Сульфати у великих кількостях містяться в шахтних водах і в промислових стоках виробництв.

В межах України основними користувачами водних ресурсів є промисловість (58,8%), житлово-комунальне господарство (27,8%), сільське господарство (3,8 %). Основними забруднювачами поверхневих водних об'єктів є підприємства комунального господарства(97,6%) Основними забруднювальними речовинами на території України є загальне залізо, марганець і фосфати. Велика частка марганцю і заліза вноситься природною складовою на відміну від фосфатів, які вносяться зі стоками комунальних та промислових підприємств.

Поверхневі води річки Десна за хімічним складом є гідрокарбонатні кальцієві, підземні – гідрокарбонатні кальцієво-магнієві, прісні. За досліджуваний період з 1989 по 2015 роки середня мінералізація річки Десна зростала за довжиною річки від 348(м. Новгород-Сіверський) до 371 мг/дм³ (с. Літки). Максимальне значення було зафіксовано на посту р. Десна – с. Літки у 1998 році - 695 мг/дм³. Мінімальне значення за цей період було зафіксовано на посту р. Десна – м. Чернігів у 2000 році – 143 мг/дм³.

За комплексним показником ІЗВ води річки Десна у 85% (с. Літки), 89% (м. Чернігів), 93% (м. Новгород-Сіверський) випадків були I та II класу якості – чисті та дуже чисті, на посту с. Літки у 1993-1994 роках клас якості води погіршувався до III-IV – помірно забруднених та забруднених. За величиною ІЗВ воду річки Десна можна використовувати для господарсько-питного постачання з очисткою.

За загальним індексом екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями за весь період спостережень на всіх постах води річки Десна були I-III класу якості за середніми значеннями, які зростали по довжині річки. За максимальними значеннями по трьох постах води були III класу – добрі, а в окремі роки на посту с. Літки – IV класу – задовільні; за станом води р. Десна відносилися до відмінних, добрих та дуже добрих; за

сапробністю – до оліго- та мезосапробних; за трофністю – переважно до мезотрофних та мезоевтрофних. Біля с. Летки також відзначалася евтрофність вод.

Кліматичні зміни, що відбуваються впродовж останніх десятиліть, вплинули на характеристики річкового стоку Десни – початок весняного водопілля змістився на більш ранні терміни, а величини максимальних витрат значно зменшилися, в той же час значно зросли (на 48-49%) значення витрат мінімального (літньо-осіннього та зимового стоку).

Проведена оцінка якості води у роки характерної водності для господарсько-питного водопостачання: у маловодні роки забруднення річки Десна зростає по довжині річки – повторюваність задовільного стану якості води зростає від 0 до 100%. У багатоводні роки у пункті р. Десна – м. Новгород-Сіверський спостерігався дуже добрий (20%), добрий (40%) та задовільний стан (40%) якості води. Для пункту р. Десна – м. Чернігів спостерігався добрий (100%) стан води, а для пункту р. Десна – с. Літки переважає відмінний, дуже добрий та добрий стан води (60%), на задовільний стан припадає 40% випадків. Головними забруднюючими речовинами на всіх постах у багатоводні роки є завислі речовини, нафтопродукти, феноли. У маловодні роки якість води річки Десна на посту м. Чернігів у 100% випадків «задовільна», забруднення спричиняється тими ж речовинами, що і у багатоводні роки та додається залізо загальне. Тобто у багатоводні роки стан води покращується, але як у верхній, так і нижній течії можливе забруднення.

Як свідчать результати дослідження, на даний час стан екосистеми Десни в цілому задовільний. У порівнянні із 1988-1995 рр. за екологічним індексом стан вод річки Десна покращився від “задовільного” (м. Новгород-Сіверський) та “поганого” (нижче м. Чернігів) до “доброго” та “задовільного”, відповідно у 2000-2015 рр. У маловодні роки якість води суттєво погіршується до “задовільного” стану навіть вище м. Чернігів.

Основними забруднюючими речовинами, концентрація яких перевищує ГДК господарсько-питного водопостачання, є завислі речовини, нафтопродукти, феноли, у маловодні роки до них додається залізо. Після кордону із Росією до м. Чернігів якість води покращується, нижче створу Чернігів – погіршується через стічні води. Рекомендується приділити увагу очищенню стічних вод м. Чернігова, підвищенню ефективності роботи очисних споруд, локалізувати нафтохімічне забруднення зони аерації ґрунтів та підземних водоносних горизонтів в містах Прилуки і Ніжин Чернігівської області, для зменшення впливу на гідроекологічний стан річки Десна.

Виявлено, що на екологічний стан річки негативно впливає перевищення завислих речовин у десятки разів. Одним із джерел надходження їх є руслові деформації берегових ліній, що неможливо попередити без проведення берегозахисних заходів. Іншим джерелом - є значні території осушених земель, де спостерігається розвиток негативних процесів вторинного заболочування, закислення та залуження ґрунтів, поліпшення їх екологічного стану потребує відновлення функціонування водогосподарсько-меліоративного комплексу, реконструкції і модернізації меліоративних систем та їх споруд. Також зменшенню кількості завислих речовин сприяють санітарно-захисні зони по всій довжині річки, заборона господарської діяльності та забудови у цих зонах.

Для покращення гідроекологічного стану річки Десна рекомендується розширити території природно заповідного фонду (ПЗФ), встановити межі об'єктів ПЗФ на місцевості, забезпечити поширення інформації про території ПЗФ серед населення.

Значну частину басейну річки Десна займають болота. Гідрологічно та гідрохімічно вони нерозривно пов'язані між собою. Рекомендується розробити і впровадити у дію екологічні паспорти водно-болотних угідь з метою їх комплексного вивчення, моніторингу, раціонального використання

та вивчення кількісних і якісних взаємозв'язків гідрохімічних показників між собою.

4. За узагальненим екологічним індексом води р. Латориця віднесені до 1 класу I категорії якості вод – “відмінні”, через вплив на результати розрахунків блоку за компонентами сольового складу. При використанні узагальненого індексу стану вод, вони класифікуються як “брудні” та “дуже брудні”.

Як основні забруднювачі можна виділити біогенні речовини (амоній сольовий, нітрити, нітрати, загальний фосфор), Zn, Cu, Fe, Mn, Cr, нафтопродукти та феноли. Якщо розглядати річку від витoku до гирла на території України, найгірша якість води визначена в районі м. Свалява (вище та нижче міста), нижче за течією ситуація дещо покращується (в межах м. Мукачеве) і залишається такою до перетину державного кордону в м. Чоп.

Після підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, наша держава повинна виконати зобов'язання щодо впровадження Водної Рамкової Директиви та ряду ключових директив, таких як Директиви про очистку міських стічних вод, Директиви про мул стічних вод, Директиви про інтегрований контроль та попередження забруднень.

Впливовими забруднювачами поверхневих вод залишаються об'єкти комунального господарства. Існуючі системи каналізації належать до загально-сплавного типу, і під час зливових дощів відбувається їх перевантаження.

Більше третини каналізаційних мереж було прокладено ще за Радянського Союзу, тому вони відпрацювала свій технічний ресурс і перебувають в аварійному стані. Більше 90% від загальної кількості існуючих каналізаційних очисних споруд потребують реконструкції, збільшення потужностей, модернізації або хоча б капітального ремонту. Бажано впровадити більш глибокі технології очищення стічних вод. Як додаткові заходи, можливо виконати такі роботи: впровадити більш жорсткі

умови скидання промислових стічних вод від міських каналізаційних мереж та впровадити роздільну систему каналізаційних мереж, відокремивши дощові стічні води, і зменшивши, тим самим, навантаження на діючі очисні системи.

Для зменшення забруднення органічними речовинами від промисловості необхідно інтенсивно вводити найкращі наявні технології, які будуть спрямовані на скорочення питомих витрат води на виготовлення одиниці продукції та впроваджені оборотних систем та систем повторного використання води.

Практично відсутня інформація про спеціальне водокористування та скиди стічних вод з тваринницьких комплексів, тому невідомі обсяги забруднення поверхневих вод органічними речовинами.

Для зменшення забруднення біогенними речовинами в першу чергу необхідно винести в природу водозахисні смуги та призначити відповідальних за підтримання цих меж. Негативно впливає розораність прибережно-захисних смуг вздовж річки: через берегову ерозію в річку надходять біогенні речовини, які викликають зміну хімічного складу води та замулення русла. Залуження та заліснення прибережних смуг повинні покращити цю ситуацію. Для зменшення забруднення фосфором та азотом необхідно впровадити облік добрив та гною, що використовується у землеробстві.

5. Визначений ступінь антропогенного впливу на водні об'єкти за показниками антропогенного навантаження для російської і української частин водозборів річок Псел та Ворскла. Установлений істотний вплив використання стоку для господарських потреб на екологічний стан р. Ворскла в межах російської частини водозбору, який поліпшується при переході в українську частину водозбору. Виявлено, що екологічний стан р. Псел по довжині річки практично не змінюється, залишаючись «добрим».

За інтегральною оцінкою якості вод річок Псел та Ворскла з використанням середнього значення екологічного індексу встановлено, що ці

води відносяться до класу якості вод – III; категорія якості води - 4; назва класів якості вод за їх станом – «задовільні»; назва категорій якості вод за їх станом – «задовільні»; назва класів якості вод за ступенем їх чистоти – «забруднені»; назва категорій якості вод за ступенем їх забрудненості – «слабко забруднені». За максимальним значенням екологічного індексу для річок Псел та Ворскла встановлено, що клас якості вод – III; категорія якості води - 5; назва класів якості вод за їх станом – «задовільні»; назва категорій якості вод за їх станом – «посередні»; назва класів якості вод за ступенем їх чистоти – «забруднені»; назва категорій якості вод за ступенем їх забрудненості – «помірно забруднені».

Згідно із кількісними показниками якості води ІЗВ та критеріями шкідливості, визначеними за «Методикою НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана» встановлено, що переважає «помірний» рівень забруднення на обох розглянутих річках. Органолептичне забруднення пов'язане із кисневим режимом річок: втратами кисню на окиснення органічних речовин (БСК, ХСК); санітарне забруднення - із значним вмістом у воді фенолів, СПАР; санітарно – токсикологічне забруднення – із вмістом заліза та мангану.

Дослідження особливостей внутрішньорічного розподілу якості вод річок Псел та Ворскла показало, що найбільший ступінь забруднення відбувається переважно навесні. На базі даних гідрохімічних спостережень (1990 – 2012 рр.) встановлені залежності гідрохімічних показників від водності (витрат), температури води, кисневого насичення та сезону року. Виявлено, що води досліджуваних річок забруднені кремнієм, залізом, нафтопродуктами, фенолами та СПАР. Найменші значення концентрацій таких забруднюючих речовин, як нафтопродукти, феноли, СПАР відмічаються у період зимової межени, коли спостерігається низька температура води і є нестача кисню. Найбільша концентрація речовин (нітратів, нітритів, фосфатів, заліза і кремнію) формується у зимовий сезон при низьких температурах і відсутності фітопланктону. Визначено, що зміни

водності річок та її внутрішньорічного розподілу можуть суттєво впливати на формування режиму якості вод річок Псел та Ворскла та їх здатність до самоочищення.

Дослідження наслідків впливу змін клімату на гідроекологічний стан водних об'єктів має бути продовженим на протязі наступних років та десятиріч і потребує розширення мережі моніторингу якості річкових вод і більшої частоти спостережень, особливо у зимову межень та весняне водопілля.

6. В результаті використання моделі “клімат-стік” до розрахунків стоку р. Барабой у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах встановлено, що зворотні води із сільськогосподарських земель водозбору р. Барабой, зрошувані за рахунок вод річки-донора (р. Дністер), здатні суттєво збільшити стік річки у гирлі (на 30-50% за багаторічний період). Ці результати добре узгоджуються із паспортними даними річки Барабой. Втрати на додаткове випаровування з поверхні штучних водойм дещо нівелюють цей вплив і збільшення стоку досягає 20-30%, забезпечуючи стік у гирлі річки навіть у роки малої водності. Зворотні води можуть суттєво вплинути на якість ґрунтових та напірних вод річки, що є важливим для населення, оскільки у нижній течії для питного водопостачання широко використовуються артезіанські води сарматського водоносного горизонту.

Обсяги використання підземних вод в басейні р. Барабой для промислового і комунально-побутового водопостачання щорічно знижуються: в 1985 р. обсяг водозабору складав 1,431 млн. м³, в 1991 – 1,405 млн. м³, в 2012 р. – 0,73 млн. м³.

За екологічною класифікацією ґрунтові води в басейні р. Барабой характеризуються різкою зміною категорій якості води. За більшістю показників спостерігається нерівноважний стан водної екосистеми, що виражається в забрудненні води біогенними сполуками, головними іонами, органічними речовинами. Забрудненість ґрунтових вод призводить до

погіршення якісного стану вод в руслі р. Барабой. Саме тому всі заходи щодо поліпшення екологічного стану малих водойм і в цілому річки Барабой мають обов'язково враховувати цей аспект.

Вживання вод з підвищеним вмістом магнію сприяє можливому розвитку таких хвороб як: синдром дихальних паралічів і серцевої блокади та шлунково-кишкового тракту. Не рекомендовано застосовувати свердловини підземних вод в якості джерела централізованого питного водопостачання для громади с. Барабой без вживання комплексу технологічних заходів щодо поліпшення складу води. Останнє може бути забезпечено доочищенням води шляхом модернізації свердловини або застосуванням водоспоживачами локальних систем для доочистки води. Знезаражування води можливе при використанні одного з таких реагентів: хлор, гіпохлорит, діоксин хлору, хлорамін, знезаражування ультрафіолетовим опроміненням у комбінації з O_2 , H_2O_2 , оброблення озоном і фільтрування з коагулюванням, на перспективу – очищення фільтруванням через біологічно активоване вугілля або через повільні фільтри, а також очищення і знезаражування іншими реагентами і способами, дозволеними санітарно – епідеміологічною службою Міністерства охорони здоров'я України.

Дослідження гідроекологічного стану Барабойського водосховища показало, що в різних частинах водосховища якість води визначена по методу КІЗ є неоднорідною, в кращому стані є нижня пригреблева частина водойми і район біля лівого берега, де якість води відповідала III б) класу («брудна»), в найгіршому стані якість води біля правого берега і у верхній хвостовій частині, де якість відповідає IV а) класу («дуже брудна»). Основною забруднювальною речовиною є азот нітритний, що, свідчить про суттєве біогенне забруднення Барабойського водосховища, одним з вірогідних джерел якого може бути забруднення стічними водами м. Теплодар, які по зношеним системам каналізаційних мереж фільтруються у водойму з правого берега. В свою чергу найбільший рівень забруднення

верхньої хвостової частини водойми можна пояснити негативним впливом забрудненого місцевого притоку у цю зону по балці Майорська (протікає через с.Доброжанове, де розташоване сміттєзвалище м. Теплодар) і обмеженим водообміном у цій частині водосховища.

По даним ОГГМЕ ООУВР за методом КІЗ по рибогосподарським нормам ГДК за період 2001 – 2013 рр. сумарне забруднення по показнику ПКІЗ склало 2,61 балів, що відповідає класу якості води III а) – «брудна».

В усіх випадках відзначається велика забрудненість вод біогенними сполуками і органічними речовинами. Високий рівень трофності і сапробності водойми з одного боку створює гарні умови для формування високої біопродуктивності, що вигідно для розвитку тут рибництва, але все це за умови забезпечення відповідного водообміну, при погіршенні якого невідворотно будуть формуватись негативні явища у вигляді цвітіння води і заморів водних біоресурсів, зростання токсичності води.

Дослідження гідроекологічного стану Санжейського водосховища показало, що в різних частинах водосховища якість води по методу КІЗ однорідна, в усіх станціях якість відповідає IV класу («дуже брудна»), хоча порівняння якості води у верхній частині і на водозливі водойми показує певне поліпшення її стану, коли ПКІЗ зменшився з 6,16 балів до 5,92 балів. Вода найбільше забруднена азотом нітритним і амонійним. Це свідчить про велике біогенне забруднення водосховища, одним з вірогідних джерел якого може бути потрапляння вже брудної води із зрошуваних масивів з середньої ділянки р.Барабой у верхню хвостову частину водойми, а також певний вплив має ведення у водоймі рибництва, коли у воду вносять корми для риби, мінеральні добрива для поліпшення розвитку фітопланктону і макрофітів – корму для риб. Також не можна виключати вірогідність забруднення стічними водами з боку коттеджної забудови по лівому берегу, яка активно розвивається в останні роки.

Отримані результати оцінки якості води за даними ОГГМЕ ООУВР і ОДЕКУ в цілому співпадають між собою. Санжейське водосховище суттєво забруднене сполуками азоту, особливо азотом нітритним. Також у воді підвищений вміст головних іонів і мінералізація. Така ситуація обумовлена природними причинами і посилена антропогенним фактором. Забрудненість води біогенними сполуками викликана скиданням в р. Барабой стічних вод населених пунктів і агропідприємств, а також зливом з сільгоспугідь залишків мінеральних добрив і засобів захисту рослин, а також є результатом технологічних процесів при вирощуванні риби (внесення у воду добрив, тощо). Підвищений вміст у воді головних іонів пояснюється впливом значних кількостей високо мінералізованих ґрунтових вод, які поступають в р. Барабой з зрошувальних масивів і як втрати з водопровідно-каналізаційних мереж.

Якість води Санжейського водосховища не відповідає існуючим рибогосподарським нормативам ГДК. Це є наслідком загального погіршення екологічного стану басейну р. Барабой під впливом інтенсивної господарської діяльності. Отримані результати доповнюють один одного. Тому можемо зробити висновок, що за рибогосподарськими нормативами води Санжейського водосховища є неякісною і тут не можна безпечно вести рибництво. Рівень забруднення води дуже високий. Для поліпшення якості вод і екологічного стану водосховища слід в першу чергу вжити заходів зі зниження біогенного забруднення його вод.

Дослідження можливого впливу Санжейського водосховища на якість вод в нижній течії р. Барабой показало, що якість вод у аналізованих створах не відповідає існуючим рибогосподарським нормативам ГДК і тут не можна безпечно вести рибництво. Екологічна оцінка якості води за середніми значеннями показала, що якість вод не змінюється по класу і відповідає 4-й категорії III класу якості води (за станом – задовільна, за чистотою – слабо забруднена). Але при цьому варто зазначити зменшення значення

екологічного індекса з 4.00 вище водойми до 3,57 нижче водойми. В той же час за найгіршими значеннями показників якість води погіршується на категорію і відповідає 5-й категорії III класу (за станом – посередні, за чистотою – помірно забруднені). І при цьому інтегральний екологічний індекс зростає з 4,86 до 5,36 балів, або на 10%. Тобто, в періоди пікових рівнів забруднення вплив Санжейського водосховища на гідроекологічний стан нижньої частини річки Барабой є негативним.

7. Гідрологічна вивченість водозбору Тилігульського лиману є недостатньою. Стационарні гідрологічні спостереження були організовані тільки на річці Тилігул (гідрологічні пости Новоукраїнка та Березівка) й поблизу смт Коблево, розташованого на лимані. На річках Царега, Балайчук, балка Хуторська гідрологічні спостереження не проводяться. На річці Тилігул у останні десятиріччя гідрологічні спостереження ведуться лише у створі Березівка, який розміщується на р.Тилігул неподалік від її впадіння в лиман. Сумісний аналіз різницевої інтегральних кривих, графіків зв'язку гідрометеорологічних характеристик дозволив зробити висновки, що стік у створі Березівка значно порушений водогосподарською діяльністю. Чутливість водних ресурсів цієї річки до антропогенних втручань є високою, особливо у її нижній течії, що пояснюється відсутністю підземного живлення річки та залежністю від кліматичних умов.

Через зменшення припливу прісних вод з водозбірною басейну лиману і акумуляцію солей для Тилігульського лиману характерна багаторічна тенденція підвищення солоності вод. У 60-х роках минулого сторіччя, коли обсяги стоку річки Тилігул формували значну частину водного балансу лиману, середні значення солоності води в його північній частині становили 8,7 ‰, у центральній - 11,4 ‰, а в південній - 13-15 ‰. В сучасних умовах солоність води у південній та центральній частинах лиману навіть навесні, коли присутні стік р.Тилігул та слабкий водообмін з морем через канал, можуть досягати значень 24-25 ‰ (квітень-травень 2015 р.). Наприкінці

вересня 2014 р. була зафіксована солоність вод лиману 27,28 ‰. Слід відзначити, що стабільний тренд до підвищення солоності вод в лимані утворився починаючи з другої половини 80-х років ХХ ст., тобто з початком глобального потепління. Деяке зниження солоності вод в лимані відбувається в роки з сильними весняними повеннями та паводками.

Основні риси гідрохімічного режиму Тилігульського лиману значною мірою визначаються особливостями формування його водного балансу. Біогенні елементи, що надходять із зовнішніх джерел - з поверхневим стоком з водозбірного басейну лиману, морськими водами через сполучний канал, протягом багатьох років акумулюються в ньому через інтенсивні втрати водного об'єму на випаровування влітку. Цьому сприяють сучасний режим експлуатації та морфометричні характеристики з'єднувального каналу, при яких в період функціонування каналу у травні- липні домінує односпрямований (з моря в лиман) водообмін з морем. При цьому компенсується дефіцит прісного балансу лиману, але не забезпечується витікання води з лиману, разом з біогенними речовинами, які містяться в ній, в море в значущих об'ємах, тобто відсутня "промивка" лиману.

Оцінка якості води у р.Тилігул за методом Комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) показала, що вода за досліджуваний період відносилась до класу якості III , з відповідною характеристикою стану – брудна. Лімітуючим показником забруднення є хром 6-ти валентний. Оцінка якості за модифікованим ІЗВ показала, що у створі 0,5 км вище селища Березівка за період спостережень змінювався в межах 0,65-2,18, максимальна величина (ІЗВ=2,18) характерна для 1991 року. Клас якості води змінювався від IV (забруднена) до класу II (чиста). У створі 0,1 км нижче селища Березівка за період спостережень модифікований ІЗВ для р. Тилігул змінювався в межах 0,70-2,20, максимальна величина 2,20 характерна для 1993 року. Клас якості води змінювався від IV (забруднена) до класу II (чиста).

Інтенсивне надходження в лиман морських вод через сполучний канал сприятиме збільшенню продукції органічної речовини водоростями. Однак, через особливості динаміки вод в лимані (утруднений водообмін між різними частинами лиману), цей вплив явно буде проявлятися лише в південній частині лиману. Крім того, ефект зростання первинної продукції органічної речовини в результаті підвищення концентрацій у водах лиману форм мінерального азоту, які надходять з морськими водами, компенсуватиметься зменшенням концентрації органічної речовини за рахунок розбавлення лиманних вод морськими, в яких концентрація органічних речовин менше. З урахуванням того, що в морській воді міститься менше фосфатів, органічних азоту і фосфору, *POP*, ніж у водах лиману, можна зробити висновок, що інтенсифікація надходження в лиман морських вод буде надавати «оздоровчий» вплив на екосистему лиману з позицій евтрофікації.

Поряд з тенденцією підвищення солоності вод, однією з головних гідроекологічних проблем Тилігульського лиману є евтрофікація його вод, яка набуває особливої небезпеки для екосистеми лиману у зв'язку зі значним порушенням природного співвідношення між мінеральними сполуками азоту та фосфору в його водах. На даний час первинне продукування органічної речовини в лимані влітку стримується відносно низькими концентраціями мінерального азоту. Але наслідком цього є накопичення в лимані мінеральних і органічних сполук фосфору. Збільшення надходження в лиман морських вод може призводити до зростання первинної продукції органічної речовини водоростями в південній частині лиману, за рахунок додаткових поставок мінерального азоту. Однак, з іншого боку, збільшення надходження морських вод в лиман сприятиме зменшенню вмісту в його водах *POP*, органічного і мінерального фосфору, концентрації яких у морській воді значно менші, ніж в лимані.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Водний кодекс України / Документ 213/95-вр, чинний, поточна редакція . Редакція від 04.06.2017 (Відомості Верховної Ради України (ВВР)), 1995, № 24, ст.189.
2. Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23.10.2000 р. Люксембург: Бюро офіційних публікацій Європейських співтовариств, 2003, Р. 108.
3. Директиви 2008/56/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 17 червня 2008 р. про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища (Рамкова Директива морської стратегії).Офіційний вісник ЄС, L 164, 25 червня 2008 р., с. 19–40.
4. Директива 2007/60/ЕС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 р. про оцінку та управління ризиками затоплення. Офіційний вісник ЄС, L 288, 6 листопада 2011 р., с. 27-34.
5. Директива Ради 91/271/ЄЕС від 25 травня 1991 р. про очищення міських стічних вод. Офіційний вісник ЄС, L 135, 30 травня 1991 р., с. 40-52.
6. Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 р. про якість води, призначеної для споживання людиною. Офіційний вісник ЄС L 330, 05 грудня 1998, с. 32-54.
7. Директива Ради 91/676/ЄЕС від 12 грудня 1991 р. про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел, із змінами і доповненнями, внесеними Регламентом (ЄС) № 1882/2003. Офіційний вісник ЄС, L 375, 31 грудня 1991 р., с. 1-8.
8. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: моногр. / за ред. Ю.С.Тучковенко, Є.Д. Гопченко. Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЭС, 2012. 224 с

9. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману: Монографія / за ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2014. 278 с.

10. Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: моногр. / За ред. Лободи Н.С., Гопченка Є.Д. Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2016. 332 с.

11. Науково-дослідні роботи з гідрологічного, гідрохімічного, гідробіологічного та медико-біологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки: частина (лот) 1 – гідрологічне обстеження: звіт з НДР (заключний) / ДР № 0116U007903, керів. роботи Н.С. Лобода. Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2016. 214 с.

12. Науково-дослідні роботи з обстеження русла річки Великий Куяльник: звіт з НДР (заклучний) / ДР № 0116U007904, керів. роботи Н.С.Лобода. Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2016. 307 с.

13. Лобода Н.С., Гриб О.М., Яров Я.С., Гриб К.О., Ренгач О.В., Марчук О.В. Якість води малих річок на водозборах Хаджибейського та Куяльницького лиманів (Свинна, Малий та Великий Куяльник) в умовах водогосподарських перетворень в їх басейнах // Вода: проблеми та шляхи вирішення: збірник статей наук.-практ. конф. із міжн. участю, м. Рівне, 5-8 липня 2017 р. Житомир: Видавництво ЕП “Укрекобіокон”, 2017. С.73-78.

14. Лобода Н.С., Тучковенко Ю.С., Гриб О.М. Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідро екологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін // Соціум і науки про Землю: тези доповідей міжн. наук.-практ. конф. 21-23 вересня 2017 р., м.Запоріжжя. 2017. С.124-125.

15. Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін: звіт з НДР (заклучний) / ДР №

0115U000631, керів. роботи Н.С.Лобода. Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2016 р. 352 с.

16. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.

17. Атлас природных условий и естественных ресурсов УССР. М.: Главное управление по геодезии и картографии при Совете Министров СССР, отдел географии, 1978. 120 с.

18. Коротун І.М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси України: навч. посібн. для студ. еколог. спеціальн. вищ. навч. заклад. Рівненськ. держ. техн. ун-т. Рівне, 2000. 192 с.

19. Швєбс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник / за ред. докт. геогр. наук Є.Д. Гопченка. Одесь. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.

20. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз): моногр. Київ: Ніка-центр, 2010. 316 с.

21. Гидрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов / Пелешенко В.И. и др.; под ред. д.геогр.н. В.И. Пелешенко. Киев: Вища школа, 1979. 97 с.

22. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Кирничний В.В. Методика оптимізації природного середовища проживання: монографія / Київ: Либідь, 1992. 528 с.

23. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра: моногр. / Хільчевський В.К. та ін., за заг. ред. д.геогр.н. В.К. Хільчевського. Київ: Ніка-Центр, 2007. 184 с.

24. Алекин О.А. Гидрохимия: навч. учеб. пособ. для студ. гидрометеорол. инст. и гос. ун-тов. / Ленинград: Гидрометеиздат, 1968. 282с.

25. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: Підручник. Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка, Україн. наук.-дослід. гідрометеорол. ін-т МНС України та НАН України. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
26. Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И. Региональная гидрохимия: уч. пособие для вузов / Киев: Вища школа, 1989. 280с.
27. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління): навч. посібник. Рівне: ППФ «Волинські береги», 1999, Т. 1, 348с.
28. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України: підруч. для вищ. навч. закл. з гідролог., гідрохіміч. та гідроекол. проф. фах. / Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ: Вища школа, 1995. 307 с.
29. Пилип'юк В.В. Тірон О.Є. Оцінка якості вод річки Ворскла для рибогосподарського використання // Сучасний стан регіональних проблем та шляхи їх вирішення. матеріали Міжн. наук. конф. молод. вчен. Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2014. С. 259-261.
30. Савицький В.М., Шевчук І.О., Формування і динаміка хімічного складу річкових вод притока Дніпра у зоні лісостепу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія / за ред. докт. геогр. наук В.К. Хільчевського. Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ, 2001. Т.2. С. 504-510.
31. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования / Київ: наук. Думка, 1979. 290 с.
32. Винарчук О.О., Хільчевський В.К. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок лівобережного лісостепу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія / за ред. докт. геогр. наук В.К. Хільчевського. Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ: ВГЛ «Обрії», 2010. Т.18. С. 219-229с.

33. Шевчук В., Мазуркевич О., Навроцький В. Екологічне оздоровлення Дніпра: досвід укр.-канад. та міжнар. співпраці / Укр.-канад. ком. упр. програмою РЕМУ, Центр дослідж. міжнар. розв. (Канада), Міжнар. фонд Дніпра. Київ: 2001. 267 с.
34. Национальная программа экологического оздоровления бассейна Днепра и улучшения качества питьевой воды / Утверждена Постановлением Верховной Рады Украины от 27 февраля 1997 года. Предс.Верховного Совета А.Мороз. № 123/97-ВР. Киев, 92 с.
35. Геология и полезные ископаемые Украины: атлас / Байсарович М.М. и др.; под общей ред. д.г.-м. н. Л.С. Галецкого. Киев: ДП «Такі справи», 2001. 168 с.
36. Бефани А.Н. Пути генетического определения нормы стока // Научный ежегодник ОГУ. Одесса. 1957. 125 с.
37. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання: підруч. / Київ: Віпол, 2000. 375с.
38. Баер Р.А, Зелинин И.В., Лютаев Б.В, Подражанский В.А. Мелиоративно-гидрогеологические условия западного Причерноморья СССР: моногр. / Кишинёв: ШТИИИЦА, 1979. 183 с.
39. Джерела централізованого водопостачання. «Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання»: ДСТУ 4808:2007. – [Чинний від 2007-07-05]. Держспоживстандарт України. Київ, 2007. 36 с.
40. Мельник С.В., Лобода Н.С. Динаміка водного режиму і стоку наносів річок Подолії // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія / за ред. докт. геогр. наук В.К. Хільчевського. Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ, 2009. Т 17. С.55-62.
41. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Тенденції зміни водності та якості води річок Псел та Ворскла на початку ХХІ сторіччя // Україна: географія цілей та можливостей. Зб. наук. праць. Н.: ФОН «Лисенко М.М.», 2012. Т. 1 С. 192-195.

42. Loboda N.S., Pilipyuk V.V. Assessment of water quality of the Psel river using hydrochemical indicators in the different seasons of year // Sustainable development. 2014. №16. С. 114–117.
43. Loboda N.S., Pilipyuk V.V. Hydrochemical composition of Psyol and Vorskla river waters under conditions of antropogenic influence // European Applied Sciences. 2014. №7. С. 57-60.
44. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підруч. для студ. геогр., геол., біол. та гідрометеорол. ф-тів вищ. закл. освіти / Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ: Ніка-Центр, 2001. 262 с.
45. Атлас Одеської області: До 70-річчя заснування / О. Е. Орлова та ін. Одеса: Хорс, 2002. 80 с.
46. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года: моногр. / Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. 295 с.
47. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: моногр. / С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Н. С. Лобода; за ред.: д.ф.-м. н. С. М. Степаненко, д.геогр.н. А. М. Польового ; М-во освіти і науки, Одес. держ. екол. ун-т. Одеса: ТЕС, 2015. 520 с.
48. Пилип'юк В.В. Гідролого-гідрохімічні характеристики та якість вод річок Псел та Ворскла: Дис. канд. геогр. наук: 11.00.07. / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2016. 253 с.
49. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко та ін.; за ред. докт. екон. наук В.Я.Шевчука. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
50. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.П., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник. Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу / Укр.наук.-дослід. гідрометеорол. ін-т. Київ: Ніка-Центр, 2008, 656 с.
51. Пилип'юк В.В., Лобода Н.С. Динаміка хімічного складу р. Псел та оцінка її якості // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія / за ред. докт. геогр.

наук В.К. Хільчевського. Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ: ВГЛ "Обрії", 2010. Т.4(21). С. 125-134.

52. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Динаміка хімічного складу води по довжині р. Ворскла та оцінка її якості // Вісник Одеського екологічного університету, Одеса: ТЕС. 2011. Вип.11. С. 178-189.

53. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Оцінка якості води р. Ворскла за гідрологічними показниками в роки різної водності // Матеріали XI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: Екологія, 2011. 42-43 с.

54. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Оценка антропогенной нагрузки на водные ресурсы рек Псел и Ворскла // матеріали V міжн. наук. конф. студ., маг. та асп. "Регіональні екологічні проблеми". Одеськ. держ. екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2012. 229-231 с.

55. Лобода Н.С. Пилип'юк В.В. Динаміка забруднюючих речовин за довжиною трансграничної річки Ворскла // матеріали XII наук. конф. молод. вчен. ОДЕКУ; Одеськ. держ. еколог. ун –т. Одеса: ТЕС, 2012. С. 47.

56. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Оценка экологического состояния рек Псел и Ворскла по уровню использования вод в трансграничной зоне "Россия-Украина" // Вісник Одеського екологічного університету, Одеса: ТЕС. 2012. Вип. 14. С. 151-159.

57. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Аналіз змін якості води річок Псел та Ворскла у часі // матеріали II міжн. конф. «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення». Одеса: ТОВ "ДІА", 2013. С.109-111.

58. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Комплексная оценка влияния техногенного загрязнения на гидроэкологическое состояние рек Псел и Ворскла // матеріали XII наук. конф. молод. вчен. ОДЕКУ; Одеськ. держ. еколог. ун –т. Одеса: ТЕС, 2013. С. 54.

59. Паспорт реки Барабой / Гос. комит. водн. хоз. Украины. Одесса, 1992. 180 с.

60. Справочник по водным ресурсам / под ред. Б.И. Стрельца. Киев: Урожай, 1987. 304 с.
61. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: довідк. посібник / Київ: Ніка-Центр, 2001. 392 с.
62. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях): моногр. / Київ: КНТ, 2005. 188 с.
63. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: моногр. / Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса: Екологія, 2005. 208 с.
64. Определение гидрологических характеристик для условий республики Молдова. СР D.01.05-2012. (Н.С. Лобода у співавторстві) / Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor al Republicii Moldova. Chișinău, Молдова, 2012. 180с.
65. ДБН України. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. ДБН В.2.4 / Держ. наук.-дослід.ін-т будів. конструкцій» (НДІБК). Київ, 2014. 137с.
66. Лобода Н.С. Системный подход и функции отклика гидрологической системы на антропогенные воздействия при математическом моделировании бытового стока // Метеорологія, кліматологія та гідрологія / Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2004. Вип. 48. С. 416–424.
67. Кулибабин А.Г. Экономический анализ современных проектов оптимизации водоподачи и водораспределения в орошении / Одесса: Консалтинг, 1997. 97с.
68. Державні санітарні норми та правила. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [Чинний від 2010-05-12]. Київ, 2010. 36 с.

69. Правила експлуатації Санжейського водохранилища. (Корректировка 2011) / Государственный комитет Украины по водному хозяйству. Государственный проектно-изыскательский институт «Укрюжгипроводхоз». Шифр 11017, 2011.

70. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод: моногр. / Арсан О.М. та ін.; за ред. В.Д. Романенка. Ін-т гідробіології НАН України. Київ, 2006. 435 с.

71. Геренчук К.І. Природа Закарпатської обл. / під ред.. К.І. Геренчук. Львів: Вища школа. Вид-во при Львів. універ., 1981. 156 с

72. Ресурси поверхневих вод СРСР. Україна і Молдавія. Західна Україна і Молдавія: моногр. / под ред. К. Михайловой; Глав. управ. гидрометеор. служ. при сов. мин. СССР. Ленинград: Гидрометеоздат, 1964. Т.6. вып. 1. 657 с.

73. Латориця: гідрологія, гідроморфологія, руслові процеси: монографія / О.Г. Ободовський, В.В. Онищук, З.В. Розлач та ін.; за ред. О.Г. Ободовського. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. 319 с.

74. Клименко В.Г. Гідрологія України: навч. посібник для студентів-географів / Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010 . 124 с.

75. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса. // Держ. агентство водних ресурсів України. URL: <http://buvrtysa.gov.ua/newsite/> (дата звернення: 28.04.2017).

76. Процеси формування хімічного складу поверхневих вод: моногр. / В.І. Осадчий, Б.Й. Набиванець, П.М. Линник, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець. Київ: Ніка-Центр, 2013. 240 с.

77. Формування мінеральних вод України / В.М. Шестопапов, Г.М. Негода, Н.П. Моїсеєва та ін.; за заг.ред. акад. НАН України В.М. Шестопапова. Київ: Науково-виробниче підприємство «Видавництво “Наукова думка” НАН України», 2009. 312 с.

78. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. 240 с. - Режим доступу: <http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf>.

79. Кукурудза С.І. Гідроекологічні проблеми суходолу: навч. Посібник / за ред. д.геогр.н. В.К. Хільчевського. Львів: Світ, 1999. 232 с.

80. Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%B0> (дата звернення: 12.03.2017).

81. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України / Держ. гідрометеорол. служба. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с.

82. Ресурсы поверхностных вод СССР. Среднее и Нижнее Поднепровье моногр. / под ред. М.С. Каганер; Глав. управ. гидрометеор. служ. при сов. мин. СССР. Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. Т.6. вып.2. 655с.

83. Стан водних ресурсів у Чернігівській області (регіональна доповідь). URL: <http://5ka.at.ua/load/ekologija> (дата звернення: 25.05.2017).

84. Данилишин Б. Социально-экономическая оценка влияния трансграничного загрязнения на население бассейна р.Днепр и определение основных субъектов инфраструктуры региона / // Отчет по программе ПРООН-ГЭФ, 2002. 248с.

85. Осадчий В.И., Самойленко В.Н., Набиванец Ю.Б. Информационный менеджмент экологического оздоровления международного бассейна Днепра / Киев: Ника-Центр, 2004. 152 с.

86. Мирон І.В. Використання та якість води річки Десни в межах Чернігівської області // Наук. праці УкрНДГМІ. 2003. Вип. 251. С. 150-155.

87. Даус М.Є., Лобода Н.С., Дичеренко Ю.Л. Оцінка якості води річки Десна за комплексом гідрохімічних показників // Вісник Одеського екологічного університету. 2013. №16. С. 124-134.

88. Екологічний паспорт Чернігівської області за 2010-2015 рр. URL: Інтернет-ресурс <http://eco.cg.gov.ua/index.php?id=15800&tp=1&pg=> (дата звернення: 20.05.2017).

89. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов: моногр. / Київ: Наук. думка, 1974. 224с.

90. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Западная Украина и Молдавия: моногр. / под ред. К. Михайловой; Глав. управ. гидрометеор. служ. при сов. мин. СССР. Ленинград: Гидрометеоздат, 1964. Т.6. вып. 1. 657 с.

91. Куза А.М., Лобода Н.С., Селезньова Л.В. Зміни термічного та льодового режиму, пересихання та перемерзання р.Тилігул у сучасних кліматичних умовах // матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я». Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2012. С. 78-80.

92. Лобода Н.С., Сербова З.Ф., Куза А.М., Божок Ю.В. Вплив змін клімату на живлення лиманів північно-західного Причорномор'я прісними водами за сценаріями глобального потепління // матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я». Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2012. С. 24-27.

93. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за загрязнённостью поверхностных вод на территории Украинской ССР / ЯНВАРЬ-МАРТ 1980 год. Киев: Украинская гидрометеорологическая обсерватория, 1980. С. 60-61.

94. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за загрязнённостью поверхностных вод на территории Украинской ССР / АПРЕЛЬ-ИЮНЬ 1980 год. Киев: Украинская гидрометеорологическая обсерватория, 1980. С. 68-69.

95. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за загрязнённостью поверхностных вод на территории Украинской ССР / ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ 1980 год. Киев: Украинская гидрометеорологическая обсерватория, 1980. С. 58-59.

96. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за загрязнённостью поверхностных вод на территории Украинской ССР / ОКТЯБРЬ-ДЕКАБРЬ 1980 год. Киев: Украинская гидрометеорологическая обсерватория, 1981. С. 60-61.

97. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за загрязнённостью поверхностных вод на территории Украинской ССР / АПРЕЛЬ-ИЮНЬ 1981 год. Киев: Украинская гидрометеорологическая обсерватория, 1981. С. 62-63.

98. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за загрязнённостью поверхностных вод на территории Украинской ССР / ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ 1982 г. Киев: Киевский центр по изучению и контролю загрязнения природной среды, 1982. С. 104-105.

99. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за загрязнённостью поверхностных вод на территории Украинской ССР / ЯНВАРЬ-МАРТ 1983 г. Киев: Киевский центр по изучению и контролю загрязнения природной среды, 1983. С. 114-115.

100. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за загрязнённостью поверхностных вод на территории Украинской ССР / АПРЕЛЬ-ИЮНЬ 1983 г. Киев: Киевский центр по изучению и контролю загрязнения природной среды, 1983. С. 112-113.

101. Гидрохимический бюллетень / Материалы наблюдений за качеством вод на территории Украинской ССР за III квартал 1983 года. Киев: Киевский центр по изучению и контролю загрязнения природной среды, 1983. С. 99.

102. Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 1984-1986 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озёра и водохранилища. Том II. Украинская ССР. Выпуск 1. Бассейны Западного Буга, Дуная, Днестра, Южного Буга. Киев: Украинское республиканское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды, 1985-1987.

103. Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 1987-1990 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озёра и водохранилища. Том II. Украинская ССР. Выпуск 1. Бассейны Западного Буга, Дуная, Днестра, Южного Буга. Киев: Украинское республиканское управление по гидрометеорологии, 1988-1991.

104. Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 1991-1993 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озёра и водохранилища. Украина. Выпуск 1. Бассейны Западного Буга, Дуная, Днестра, Южного Буга. Киев: Республиканский центр наблюдений за состоянием природной среды, 1992-1994.

105. Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 1994 г. Часть 1. Реки. Часть 2. Озёра и водохранилища. Украина. Выпуск 1. Бассейны Западного Буга, Дуная, Днестра, Южного Буга. Киев: Республиканский центр наблюдений за состоянием природной среды, 1995.

106. Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 1995-2007 гг. Часть 1. Реки. Часть 2. Озёра и водохранилища. Украина. Выпуск 1. Бассейны Западного Буга, Дуная,

Днестра, Южного Буга. Киев: Центральная геофизическая обсерватория, 1996-2008.

107. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 2008 г. Часть 1. Реки. Часть 2. Озёра, водохранилища, лиман. Украина. Выпуск 1. Бассейны Западного Буга, Дуная, Днестра, Южного Буга. Киев: Центральная геофизическая обсерватория, 2009. С. 235-237.

108. Державний водний кадастр. Щорічні дані про якість поверхневих вод суші. 2009-2011 рр. Частина 1. Річки. Частина 2. Озера, водосховища, лиман. Україна. Випуск 1. Басейни Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу. Київ: Центральна геофізична обсерваторія, 2010-2012.

109. Щоквартальні звіти по гідрохімічним спостереженням річки Тилігул (електронна форма) за період з 2000 по 2010 рр. – Одеса: ОГГМЕ, 2000-2010.

110. Характеристика сучасного гідрохімічного та гідрологічного режиму Тилігульського лиману, вироблення рекомендацій щодо його поліпшення: звіт з НДР (заключний) / ДР №. 0215U006850, керів. Роботи Ю.С. Тучковенко. Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2015. 267с.

111. Горев Л.Н., Пелешенко В.И., Кирничный В.В. Методика оптимизации природной среды обитания: моногр. / Київ: Либідь, 1992. 528 с.

112. Екологічний паспорт Одеської області за 2015 рік: Водні ресурси 2016. С. 17-25.

113. Причорноморський екологічний бюлетень: звіт про стан навколишнього середовища в Одеській області / Водні ресурси. Одеса 2007. № 3 (25). С. 27-43.

114. Лобода Н.С., Тучковенко Ю.В., Божок Ю.В. Зміни чинників формування водно-сольового балансу Тилігульського лиману у останні десятиріччя // Лимани Північно-західного Причорномор'я: сучасний гідроекологічний стан; проблеми водного та екологічного менеджменту,

рекомендації щодо їх вирішення: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. Одеса, ТЕС, 2014. С.16-18.

115. Архів погоди в Одесі (01.01.2013-30.06.2015). Метеостанція № 33837 (WMO ID) URL:: <http://gp5.ua>. (дата звернення: 30.06.2015).

116. Правила охраны поверхностных вод. Утверждено перв. зам. предс. Госкомприроды СССР от 21.02.1991 г.

117. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. Харків: УкрНДТЕП. 2012. 37 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Статистично узагальнена оцінка якості вод у Барабойському водосховищі (риб-госп) по методу КІЗ за даними ОДЕКУ у 2009-2017 рр.

| Барабойське водосховище - верхня хвостова частина | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|------------------|----------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| $n = 12, n' = 10, K = 83\%, КІЗ = \sum S_i = 47$ балів, $ПКІЗ = \sum S_i/n = 3,92$ бали; клас якості вод - IV а) – «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | $\sum M$ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | NH ₄ | P _{min} | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |
| N _i | 13 | 13 | 13 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| N _{ГДК} | 1 | 11 | 3 | 7 | 1 | 6 | 1 | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 |
| N _i =100*N _{ГДК} /N _i ,% | 7,7 | 84,6 | 23 | 100 | 14,3 | 85,7 | 17 | 0 | 83 | 100 | 33 | 0 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| K _i =C _i /C _{ГДК} | 0,52 | 2,58 | 0,9 | 35,8 | 0,4 | 2,72 | 0,34 | 0,29 | 1,35 | 1,18 | 0,83 | 0,26 |
| Оцінний бал | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Узаг. бал S _i | 1 | 8 | 2 | 12 | 2 | 8 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| Барабойське водосховище - правий берег | | | | | | | | | | | | |
| $n = 12, n' = 8, K = 67\%, КІЗ = \sum S_i = 45$ балів, $ПКІЗ = \sum S_i/n = 3,75$ балів; клас якості вод - IV а) – «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | $\sum M$ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | NH ₄ | P _{min} | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |

Продовження табл. А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|---------|----------|----------|----------|--------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|
| N_i | 12 | 12 | 12 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| $N_{ГДК}$ | 1 | 10 | 3 | 6 | 0 | 5 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| $H_i=100*N_{ГДК}/N_i, \%$ | 8,3 | 83,3 | 25 | 85,7 | 0 | 71,4 | 0 | 0 | 33,3 | 100 | 33,3 | 0 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| $K_i=C_i/C_{ГДК}$ | 0,54 | 2,41 | 0,72 | 10,5 | 0,11 | 2,89 | 0,04 | 0,27 | 1,38 | 1,18 | 0,7 | 0,12 |
| Оцінний бал | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Узаг. бал S_i | 1 | 8 | 2 | 12 | 1 | 8 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| Барабойське водосховище - лівий берег | | | | | | | | | | | | |
| $n = 12, n' = 7, K = 58\%, K_{ІЗ} = \sum S_i = 39$ балів, $PK_{ІЗ} = \sum S_i/n = 3,25$ балів; клас якості вод - III б) – «брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O_2 | BCK_5 | $\sum M$ | NO_2^- | NO_3^- | NH_4 | P_{min} | Ca^{2+} | Mg^{2+} | Na^++K^+ | SO_4^{2-} | Cl^- |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |
| N_i | 12 | 12 | 12 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| $N_{ГДК}$ | 1 | 9 | 2 | 5 | 0 | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| $H_i=100*N_{ГДК}/N_i, \%$ | 8,3 | 75 | 16,6 | 71,4 | 0 | 85,7 | 0 | 0 | 50 | 0 | 33,3 | 0 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| $K_i=C_i/C_{ГДК}$ | 0,54 | 2,41 | 0,59 | 9,16 | 0,08 | 3,05 | 0,1 | 0,26 | 1,96 | 0,3 | 0,7 | 0,2 |

Продовження табл. А.1

| | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------------------|----------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Оцінний бал | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Узаг. бал S_i | 1 | 8 | 2 | 8 | 1 | 8 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| Барабойське водосховище - нижня пригреблева частина | | | | | | | | | | | | |
| $n = 12, n' = 7, K = 58\%, KІЗ = \sum S_i = 38$ балів, $PKІЗ = \sum S_i/n = 3,16$ бали; клас якості вод - III б) – «брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | $\sum M$ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | NH ₄ | P _{min} | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |
| N _i | 13 | 13 | 13 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| N _{ГДК} | 1 | 10 | 3 | 6 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| $H_i = 100 * N_{ГДК} / N_i, \%$ | 7,7 | 76,9 | 23 | 85,7 | 0 | 57 | 0 | 0 | 33,3 | 0 | 33,3 | 0 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| $K_i = C_i / C_{ГДК}$ | 0,54 | 2,05 | 0,72 | 12,3 | 0,21 | 1,92 | 0,1 | 0,28 | 0,9 | 0,96 | 0,68 | 0,24 |
| Оцінний бал | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Узаг. бал S_i | 1 | 8 | 2 | 12 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 |

Таблиця А.2 – Підсумкова таблиця оцінки якості води Барабойського водосховища за методом КІЗ в період 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

| n | n' | K,% | КІЗ | ПКІЗ | Клас якості | ЛОЗ |
|---|----|-----|-----|------|--------------------|---------|
| Барабойське водосховище - верхня хвостова частина | | | | | | |
| 12 | 10 | 83 | 47 | 3,92 | IV а - дуже брудна | нітрити |
| Барабойське водосховище - правий берег | | | | | | |
| 12 | 8 | 67 | 45 | 3,75 | IV а - дуже брудна | нітрити |
| Барабойське водосховище - лівий берег | | | | | | |
| 12 | 7 | 58 | 39 | 3,25 | III б - брудна | - |
| Барабойське водосховище - нижня пригреблева частина | | | | | | |
| 12 | 7 | 58 | 38 | 3,16 | III б - брудна | нітрити |

Таблиця А.3 – Оцінка якості вод у Барабойському водосховищі (риб-госп), метод КІЗ, дані ОГГМЕ ООУВР у 2001-2013 рр.

| $n = 18, n' = 11, K = 61\%, КІЗ = \sum S_i = 47$ балів, $ПКІЗ = \sum S_i/n = 2,61$ бали; клас якості вод - III а) – «брудна» | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------|---------|---------------------|
| Показник | [O ₂] | БСК ₅ | [Ca ²⁺] | [Mg ²⁺] | [Na ⁺] | [K ⁺] | [SO ₄ ²⁻] | [Cl] | [ΣM] |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 180 | 40 | 120 | 50 | 100 | 300 | 1000 |
| N _i | 5 | 11 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| N _{ГДК} | 1 | 10 | 0 | 18 | 2 | 0 | 49 | 0 | 0 |
| N _i =100*N _{ГДК} /N _i , % | 20 | 90,9 | 0 | 31 | 3,4 | 0 | 84,5 | 0 | 0 |
| Оцінний бал | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| K _i =C _i /C _{ГДК} | 0,68 | 1,99 | 0,3 | 0,95 | 0,47 | 0,12 | 1,85 | 0,2 | 0,55 |
| Оцінний бал | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Узагальнений бал S _i | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| Показник | [NO ₂ ⁻] | [NO ₃ ⁻] | [NH ₄] | [P _{min}] | [Fe _{зар}] | ХСК | СПАР | Нафтопр | [Cu ²⁺] |
| ГДК (мг/дм ³) | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 0,05 | 15 | 0,2 | 0,05 | 0,01 |
| N _i | 18 | 18 | 18 | 12 | 9 | 2 | 2 | 3 | 7 |
| N _{ГДК} | 9 | 0 | 5 | 0 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| N _i =100*N _{ГДК} /N _i , % | 50 | 0 | 27,8 | 0 | 44,4 | 100 | 0 | 33,3 | 14,2 |
| Оцінний бал | 4 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| K _i =C _i /C _{ГДК} | 9,6 | 0,14 | 0,57 | 0,14 | 1,25 | 2,02 | 0,34 | 0,83 | 0,27 |
| Оцінний бал | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Узагальнений бал S _i | 8 | 1 | 2 | 1 | 3 | 8 | 1 | 3 | 2 |

Таблиця А4 – Орієнтовна екологічна оцінка якості вод Барабойського водосховища, 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

| Точка | Верхня частина | | Правий берег | | Лівий берег | | Нижня частина | |
|-------------------------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | сер. знач. | макс. знач. | сер. знач. | макс. знач. | сер. знач. | макс. знач. | сер. знач. | макс. знач. |
| Клас | прісні | солонуваті | прісні | солонуваті | прісні | солонуваті | прісні | солонуваті |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Кате-горія | олігогалинні | β-мезогалинні | олігогалинні | β-мезогалинні | олігогалинні | β-мезогалинні | олігогалинні | β-мезогалинні |
| СЗ | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| ПЗ | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| СІ | 4 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| SO ₄ | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| pH | 4 | 7 | 4 | 7 | 4 | 7 | 4 | 7 |
| O ₂ , мг/дм ³ | 1 | 6 | 1 | 6 | 1 | 6 | 1 | 6 |
| O ₂ , % нас | 2 | 6 | 1 | 6 | 1 | 6 | 3 | 6 |
| БСК ₅ | 5 | 7 | 5 | 6 | 5 | 7 | 5 | 6 |
| NO ₂ | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| NO ₃ | 7 | 7 | 5 | 7 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| NH ₄ | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 5 | 6 |
| PO ₄ | 7 | 7 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 |

Продовження табл. А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| сапро-фіти, тис кл/см ³ | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| мутність | 3 | 7 | 5 | 7 | 7 | 7 | 3 | 4 |
| Ie | 3,93 | 5,07 | 3,36 | 4,71 | 3,50 | 4,79 | 3,43 | 4,50 |
| Клас (катего- рія) | III (4) | III (5) | II (3) | III (5) | III (4) | III (5) | III (4) | III (5) |
| Оцінка стану | Задо-вільні | Посе-редні | добрі | Посе-редні | Задо-вільні | Посе-редні | Задо-вільні | Посе-редні |
| Оцінка чистоти | слабко забруднені | помірно забруднені | досить чисті | помірно забруднені | слабко забруднені | помірно забруднені | слабко забруднені | помірно забруднені |
| Троф-ність | евтрофні | ев-політро- фні | Мезо- евтро-фні | ев-полі- трофні | ев-трофні | ев-полі- трофні | ев-трофні | ев-полі- трофні |
| Сапроб-ність | β'' - мезосапробн і | α' - мезосапробні | β' - мезосапро бні | α' - мезосапробні | β'' - мезосапробні | α' - мезосапробні | β'' - мезосапробні | α' - мезосапробні |

Таблиця А.5 – Орієнтовна екологічна оцінка якості вод Барабойського водосховища, 2001-2013 рр. (дані ОГГМЕ ООУВР)

| Точка | Верхня хвостова частина | |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| | Середні значення | Найгірші значення |
| Клас | прісні | прісні |
| Категорія | олігогалинні | олігогалинні |
| СЗ | 2 | 2 |
| ПЗ | 2 | 3 |
| СІ | 3 | 4 |
| SO ₄ | 5 | 7 |
| pH | 2 | 7 |
| мутність | 6 | 7 |
| O ₂ , мг/дм ³ | 1 | 7 |
| NO ₂ | 7 | 7 |
| NO ₃ | 6 | 7 |
| NH ₄ | 3 | 5 |
| PO ₄ | 5 | 7 |
| Fe _{заг} | 2 | 4 |
| БСК ₅ | 5 | 6 |
| ХСК | 4 | 5 |
| СПАР | 5 | 6 |
| Нафтопродукти | 3 | 4 |
| Мідь | 4 | 5 |
| I _e | 3,82 | 5,47 |
| Клас (категорія) | ІІІ (4) | ІV (6) |
| Оцінка стану | задовільні | погані |
| Оцінка чистоти | слабко забруднені | брудні |
| Трофність | евтрофні | політрофні |
| Сапробність | β''-мезосапробні | α''-мезосапробні |

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Статистично узагальнена оцінка якості вод у Санжейському водосховищі (риб-госп) по методу КІЗ за даними ОДЕКУ у 2009-2017 рр.

| Санжейське водосховище - верхня частина | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------------------|----------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| $n = 12, n' = 10, K = 83\%, KІЗ = \sum S_i = 74$ балів, $PKІЗ = \sum S_i/n = 6,16$ балів; клас якості вод - IV б) – «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | $\sum M$ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | NH ₄ | P _{min} | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |
| N _i | 13 | 13 | 13 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| N _{ГДК} | 0 | 11 | 12 | 7 | 2 | 4 | 0 | 3 | 5 | 1 | 1 | 3 |
| H _i | 0 | 84,6 | 92,3 | 100 | 28,5 | 57,1 | 0 | 50 | 83,3 | 100 | 33,3 | 100 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| K _i =C _i /C _{ГДК} | 0,47 | 3,5 | 2,87 | 20,2 | 1,85 | 28,5 | 0,07 | 1,22 | 3,46 | 1,33 | 2,1 | 2,1 |
| Оцінний бал | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Узаг. бал S _i | 1 | 8 | 8 | 12 | 2 | 12 | 1 | 4 | 8 | 4 | 6 | 8 |
| Санжейське водосховище - лівий берег | | | | | | | | | | | | |
| $n = 12, n' = 9, K = 75\%, KІЗ = \sum S_i = 60$ балів, $PKІЗ = \sum S_i/n = 5$ балів; клас якості вод - IV б) – «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | $\sum M$ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | NH ₄ | P _{min} | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |

Продовження табл. Б.1

| | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|------------------|----------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Ni | 13 | 13 | 13 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| $N_{ГДК}$ | 1 | 10 | 12 | 6 | 1 | 5 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 1 |
| $H_i=100*N_{ГДК}/N_i, \%$ | 7,7 | 76,9 | 92,3 | 85,7 | 14,2 | 71,4 | 0 | 33,3 | 100 | 0 | 0 | 33,3 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| $K_i=C_i/C_{ГДК}$ | 0,48 | 3,58 | 2,91 | 18,2 | 0,52 | 29,3 | 0,05 | 0,98 | 3,33 | 0,54 | 0,4 | 1,04 |
| Оцінний бал | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Узаг. бал S_i | 1 | 8 | 8 | 12 | 2 | 12 | 1 | 3 | 8 | 1 | 1 | 3 |
| Санжейське водосховище - правий берег | | | | | | | | | | | | |
| $n = 12, n' = 8, K = 67\%, KІЗ = \sum S_i = 62$ балів, $PKІЗ = \sum S_i/n = 5,17$ балів; клас якості вод - IV а) – «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | $\sum M$ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | NH ₄ | P _{min} | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |
| Ni | 13 | 13 | 13 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| $N_{ГДК}$ | 1 | 10 | 11 | 7 | 1 | 3 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 1 |
| $H_i=100*N_{ГДК}/N_i, \%$ | 7,7 | 76,9 | 84,6 | 100 | 14,2 | 42,8 | 0 | 33,3 | 100 | 0 | 0 | 33,3 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 4 |
| $K_i=C_i/C_{ГДК}$ | 0,44 | 3,21 | 2,8 | 86,8 | 0,55 | 17,6 | 0,04 | 0,97 | 4,2 | 0,46 | 0,4 | 1,14 |

Продовження табл. Б.1

| | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|------------------|----------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Оцінний бал | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Узаг. бал S_i | 1 | 8 | 8 | 16 | 2 | 9 | 1 | 3 | 8 | 1 | 1 | 4 |
| Санжейське водосховище - нижня пригреблева частина, перед водозливом | | | | | | | | | | | | |
| $n = 12, n' = 9, K = 75\%, K_{I3} = \sum S_i = 71$ балів, $PK_{I3} = \sum S_i/n = 5,92$ балів; клас якості вод - IV б) – «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | $\sum M$ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | NH ₄ | P _{min} | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |
| N _i | 13 | 13 | 13 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| $N_{ГДК}$ | 0 | 12 | 13 | 7 | 0 | 5 | 0 | 3 | 6 | 1 | 2 | 3 |
| $N_i=100*N_{ГДК}/N_i, \%$ | 0 | 92,3 | 100 | 100 | 0 | 71,4 | 0 | 50 | 100 | 100 | 66,6 | 100 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| $K_i=C_i/C_{ГДК}$ | 0,45 | 3,29 | 3,22 | 16,8 | 0,38 | 27,9 | 0,16 | 1,17 | 4,89 | 1,94 | 2,16 | 1,94 |
| Оцінний бал | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Узаг. бал S_i | 1 | 8 | 8 | 12 | 1 | 12 | 1 | 4 | 8 | 4 | 8 | 4 |

Таблиця Б.2 – Підсумкова таблиця оцінки якості води Санжейського водосховища за методом КІЗ в період 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

| n | n' | K,% | КІЗ | ПКІЗ | Клас якості | ЛОЗ |
|--|----|-----|-----|------|--------------------|-----------------|
| Санжейське водосховище - верхня частина | | | | | | |
| 12 | 10 | 83 | 74 | 6,16 | IV б - дуже брудна | нітрити, амоній |
| Санжейське водосховище - лівий берег | | | | | | |
| 12 | 9 | 75 | 60 | 5 | IV б - дуже брудна | нітрити, амоній |
| Санжейське водосховище - правий берег | | | | | | |
| 12 | 8 | 67 | 62 | 5,17 | IV а - дуже брудна | нітрити |
| Санжейське водосховище - нижня пригреблева частина, перед водозливом | | | | | | |
| 12 | 9 | 75 | 71 | 5,92 | IV б - дуже брудна | нітрити, амоній |

Таблиця Б.3 – Оцінка рибогосподарської якості води Санжейського водосховища за методом КІЗ за 2001-2013 рр. (дані ОГГМЕ ООУВР)

| $n=14$; $n' = 11$; $K=78,6\%$; $KІЗ=\sum S_i=69$ балів; $PKІЗ=\sum S_i/n=4,93$ балів; клас якості води - IV а– «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Показник | [O ₂] | БСК ₅ | [Fe _{заг}] | [Ca ²⁺] | [Mg ²⁺] | [Na ⁺] | [K ⁺] | [SO ₄ ²⁻] | [Cl ⁻] | [∑M] | P _{mi} n | [NO ₂ ⁻] | [NO ₃ ⁻] | [NH ₄] |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 0,05 | 180 | 40 | 120 | 50 | 100 | 300 | 1000 | 1 | 0,02 | 9,1 | 0,39 |
| N_i | 2 | 8 | 7 | 72 | 72 | 70 | 70 | 70 | 70 | 74 | 3 | 9 | 9 | 9 |
| $N_{ГДК}$ | 0 | 6 | 3 | 35 | 71 | 67 | 0 | 70 | 43 | 67 | 0 | 8 | 2 | 1 |
| $N_i=100*N_{ГДК}/N_i$,% | 0 | 75 | 42,8 | 48,6 | 98,6 | 95,7 | 0 | 100 | 61,4 | 90,5 | 0 | 89,0 | 22,2 | 11,1 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| $K_i=C_i/C_{ГДК}$ | 0,65 | 2,64 | 0,7 | 1,03 | 3,1 | 2,77 | 0,26 | 8,85 | 1,34 | 2,19 | 0,1 | 10,1 | 0,48 | 0,22 |
| Оцінний бал | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Узаг.бал S_i | 1 | 8 | 3 | 3 | 8 | 8 | 1 | 8 | 4 | 8 | 1 | 12 | 2 | 2 |

Таблиця Б.4 – Орієнтовна екологічна оцінка якості вод Санжейського водосховища, 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

| Точка | Верхня частина | | Лівий берег | | Правий берег | | Нижня частина | |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | сер. знач. | макс. знач. | сер. знач. | макс. знач. | сер. знач. | макс. знач. | сер. знач. | макс. знач. |
| Клас | солонуваті | солонуваті | солонуваті | солонуваті | солонуваті | солонуваті | солонуваті | солонуваті |
| Категорія | β-мезогалінні | β-мезогалінні | β-мезогалінні | β-мезогалінні | β-мезогалінні | β-мезогалінні | β-мезогалінні | β-мезогалінні |
| СЗ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ПЗ | 3 | 5 | 3 | 6 | 3 | 4 | 4 | 6 |
| СІ | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| SO ₄ | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| pH | 3 | 6 | 4 | 6 | 4 | 7 | 3 | 7 |
| O ₂ , мг/дм ³ | 1 | 4 | 1 | 6 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| O ₂ , % нас | 5 | 6 | 4 | 6 | 5 | 6 | 4 | 6 |
| БСК ₅ | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 |
| NO ₂ | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| NO ₃ | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| NH ₄ | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| PO ₄ | 4 | 6 | 4 | 6 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| сапрофіти, тис кл/см ³ | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| мутність | 4 | 7 | 5 | 7 | 6 | 7 | 3 | 6 |
| Ie | 4,07 | 5,21 | 4,00 | 5,29 | 4,00 | 5,07 | 4,00 | 5,36 |
| Клас (категорія) | III (4) | III (5) | III (4) | III (5) | III (4) | III (5) | III (4) | III (5) |
| Оцінка стану | задовільні | посередні | задовільні | посередні | задовільні | посередні | задовільні | посередні |
| Оцінка чистоти | слабко забруднені | помірно забруднені | слабко забруднені | помірно забруднені | слабко забруднені | помірно забруднені | слабко забруднені | помірно забруднені |
| Трофність | евтрофні | ев-політрофні | евтрофні | ев-політрофні | евтрофні | ев-політрофні | евтрофні | ев-політрофні |
| Сапробність | β''-мезосапробні | α'-мезосапробні | β''-мезосапробні | α'-мезосапробні | β''-мезосапробні | α'-мезосапробні | β''-мезосапробні | α'-мезосапробні |

Таблиця Б.5 – Орієнтовна екологічна оцінка якості вод Санжейського водосховища, 2001-2013 рр. (дані ОГГМЕ ООУВР)

| Точка | Нижня частина | |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Середні значення | Найгірші значення |
| Клас | солонуваті | солонуваті |
| Категорія | β -мезогалинні | β -мезогалинні |
| СЗ | 3 | 3 |
| ПЗ | 3 | 6 |
| СІ | 3 | 7 |
| SO ₄ | 3 | 7 |
| pH | 2 | 6 |
| O ₂ , мг/дм ³ | 1 | 3 |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 5 | 7 |
| NO ₂ , мг/дм ³ | 7 | 7 |
| NO ₃ , мг/дм ³ | 7 | 7 |
| NH ₄ , мг/дм ³ | 1 | 4 |
| PO ₄ , мг/дм ³ | 4 | 5 |
| мутн, мг/дм ³ | 6 | 7 |
| Fe _{заг} | 1 | 3 |
| ХСК | 7 | 7 |
| Ie | 3,79 | 5,64 |
| Клас (категорія) | III (4) | IV (6) |
| Оцінка стану | задовільні | погані |
| Оцінка чистоти | слабко забруднені | брудні |
| Трофність | евтрофні | політрофні |
| Сапробність | β'' -мезосапробні | α'' -мезосапробні |

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Статистично узагальнена оцінка якості вод вище і нижче Санжейського водосховища (риб-госп) по методу КІЗ за даними ОДЕКУ у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

| річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища) | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| $n = 12, n' = 10, K = 83\%, KІЗ = \sum S_i = 67$ балів, $PKІЗ = \sum S_i/n = 5,58$ балів; клас якості вод - IV б) – «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | [$\sum M$] | [NO ₂ ⁻] | [NO ₃ ⁻] | [NH ₄] | [P _{min}] | [Ca ²⁺] | [Mg ²⁺] | Na ⁺ +K ⁺ | [SO ₄ ²⁻] | [Cl ⁻] |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |
| N _i | 12 | 12 | 12 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| N _{ГДК} | 0 | 12 | 12 | 6 | 2 | 4 | 0 | 4 | 6 | 1 | 1 | 3 |
| N _i =100*N _{ГДК} /N _i ,% | 0 | 100 | 100 | 85,7 | 28,5 | 57,1 | 0 | 66,7 | 100 | 100 | 33,3 | 100 |
| Оцінний бал | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| K _i =C _i /C _{ГДК} | 0,38 | 3,21 | 3,47 | 18,9 | 1,8 | 19,7 | 0,11 | 1,22 | 4,58 | 1,45 | 0,65 | 1,79 |
| Оцінний бал | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Узаг. бал S _i | 1 | 8 | 8 | 12 | 2 | 12 | 1 | 4 | 8 | 4 | 3 | 4 |
| р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища) | | | | | | | | | | | | |
| $n = 12, n' = 9, K = 75\%, KІЗ = \sum S_i = 59$ балів, $PKІЗ = \sum S_i/n = 4,92$ балів; клас якості вод - IV б) – «дуже брудна» | | | | | | | | | | | | |
| Показник | O ₂ | БСК ₅ | [$\sum M$] | [NO ₂ ⁻] | [NO ₃ ⁻] | [NH ₄] | [P _{min}] | [Ca ²⁺] | [Mg ²⁺] | Na ⁺ +K ⁺ | [SO ₄ ²⁻] | [Cl ⁻] |
| ГДК (мг/дм ³) | 6 | 2,25 | 1000 | 0,02 | 9,1 | 0,39 | 1 | 180 | 40 | 170 | 100 | 300 |

Продовження таблиці В.1

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N_i | 13 | 13 | 13 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 |
| $N_{ГДК}$ | 3 | 8 | 12 | 6 | 1 | 5 | 0 | 3 | 6 | 0 | 0 | 3 |
| $H_i=100*N_{ГДК}/N_i, \%$ | 23 | 61,5 | 92,3 | 85,7 | 14,2 | 71,4 | 0 | 50 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Оцінний бал | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 |
| $K_i=C_i/C_{ГДК}$ | 1,01 | 1,64 | 3,1 | 14,4 | 1,42 | 24,1 | 0,05 | 1,21 | 3,91 | 0,49 | 0,52 | 1,79 |
| Оцінний бал | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Узаг. бал S_i | 2 | 4 | 8 | 12 | 2 | 12 | 1 | 4 | 8 | 1 | 1 | 4 |

Таблиця В.2 – Підсумкова таблиця оцінки якості води р. Барабой вище і нижче Санжейського водосховища за методом КІЗ в період 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

| n | n' | K, % | КІЗ | ПКІЗ | Клас якості | ЛОЗ |
|---|----|------|-----|------|--------------------|-----------------|
| річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища) | | | | | | |
| 12 | 10 | 83 | 67 | 5,58 | IV б - дуже брудна | нітрити, амоній |
| р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища) | | | | | | |
| 12 | 9 | 75 | 59 | 4,92 | IV б - дуже брудна | нітрити, амоній |

Таблиця В.3 – Екологічна оцінка якості вод р. Барабой вище і нижче Санжейського водосховища, 2009-2017 рр.

| Точка | річка Барабой - с.Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища) | | р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища) | |
|--|---|---------------|--|---------------|
| | Сер знач. | Найг. знач. | Сер знач. | Найг. знач. |
| Клас | солонуваті | солонуваті | солонуваті | солонуваті |
| Категорія | β-мезогалинні | β-мезогалинні | β-мезогалинні | β-мезогалинні |
| СЗ | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ПЗ | 4 | 6 | 4 | 7 |
| СГ | 3 | 3 | 3 | 4 |
| SO ₄ ²⁻ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| pH | 2 | 6 | 2 | 7 |
| O ₂ , мг/дм ³ | 1 | 2 | 1 | 7 |
| O ₂ , % | 6 | 6 | 3 | 7 |
| БСК ₅ | 6 | 7 | 4 | 6 |
| NO ₂ | 7 | 7 | 7 | 7 |
| NO ₃ | 7 | 7 | 7 | 7 |
| NH ₄ | 7 | 7 | 7 | 7 |
| PO ₄ | 5 | 6 | 3 | 5 |
| Сапрофіти | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Мутність | 3 | 5 | 3 | 5 |

Продовження табл. В.3

| | | | | |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Іе | 4,00 | 4,86 | 3,57 | 5,36 |
| Клас (категорія) | III (4) | III (5) | III (4) | III (5) |
| Стан | задовільні | посередні | задовільні | посередні |
| Чистота | слабко забруднені | помірно забруднені | слабко забруднені | помірно забруднені |
| Троф-ність | евтрофні | ев-політрофні | евтрофні | ев-політрофні |
| Сапроб- ність | β'' - мезосапробні | α' - мезосапробні | β'' - мезосапробні | α' - мезосапробні |