

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Географічний факультет  
Кафедра географії України та регіоналістики**

**Сучасний стан і перспективи використання водних ресурсів Хмельницької області**

**Кваліфікаційна робота  
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

**Виконав:**

студент 2 курсу, 617 групи

**Мандибур Олексій Юрійович**

**Керівник:**

доктор географічних наук, професор

**Ющенко Ю.С.**

*До захисту допущено  
на засіданні кафедри  
протокол № 20 від 21 грудня 2023 р.  
Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ проф. Костащук І.І.*

**Чернівці – 2023**

## АНОТАЦІЯ

**Мандибура Олексій Юрійович**

*Здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти  
галузі знань 10 – Природничі науки, спеціальності 103 – Науки про Землю,  
ОПП «Гідрологія» кафедри географії України та регіоналістики  
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича,  
м. Чернівці, Україна*

### **СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Анотація.** Дана робота присвячена аналізу сучасного стану водних ресурсів Хмельницької області та вивченню основних факторів, що впливають на їхню динаміку в даному регіоні. Здійснюється оцінка ефективності існуючих стратегій управління водними ресурсами та їх відповідність сучасним екологічним вимогам.

В роботі також проводиться прогнозування перспектив використання водних ресурсів в майбутньому, що дозволяє розробити науково обгрунтовані рекомендації для оптимізації стратегій управління водними ресурсами та забезпечення сталого використання цього важливого природного ресурсу в Хмельницькій області.

**Ключові слова:** водні ресурси, сталий розвиток.

## ABSTRACT

**Mandybura Oleksii Yuriiovich**

*Obtainer of the second (master's) level of higher education  
fields of knowledge 10 – Natural sciences, specialties 103 – Earth sciences,  
EPP «Hydrology»  
of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies  
of the Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University,  
Chernivtsi, Ukraine*

### **CURRENT STATE AND PROSPECTS OF WATER RESOURCES USE IN KHMELNYTSKYI REGION**

**Abstract.** This paper is devoted to the analysis of the current state of water resources in Khmelnytskyi region and the study of the main factors influencing their dynamics in this region. The efficiency of existing water management strategies and their compliance with modern environmental requirements are assessed.

The work also forecasts the prospects for the use of water resources in the future, which allows us to develop scientifically based recommendations for optimizing water management strategies and ensuring the sustainable use of this important natural resource in the Khmelnytsky region.

**Key words:** water resources, sustainable development.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.



---

(підпис)

О.Ю. Мандибура

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ</b> .....	9
1.1. Визначення понять та класифікація водних ресурсів.....	9
1.1.1. Водні ресурси: поняття та характеристики.....	9
1.1.2. Класифікація водних ресурсів.....	11
1.2. Законодавча база та регулювання водних ресурсів в Україні.....	12
1.2.1. Основні нормативно-правові акти та їх роль.....	12
1.2.2. Відомості про державні органи та їх функції.....	13
1.3. Основні аспекти сталої управління водними ресурсами.....	14
1.3.1. Сталість використання водних ресурсів: поняття та визначення.....	14
1.3.2. Принципи сталого водного менеджменту.....	15
<b>2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> .....	18
2.1. Географічні особливості області та гідрологічні характеристики.....	18
2.1.1. Географічні особливості Хмельницької області.....	18
2.1.2. Гідрологічні характеристики Хмельницької області.....	28
2.2. Використання водних ресурсів в сільському господарстві та промисловості.....	38
2.2.1. Відомості про використання водних ресурсів.....	38
2.2.2. Ключові завдання для сталого розвитку регіону.....	39
2.3. Стан водопостачання та очищення води для населення.....	41
2.3.1. Стан водопровідно-каналізаційної мережі та якості питної води.....	41
2.4. Вплив антропогенної діяльності на водні ресурси та природний стан водних об'єктів.....	44
2.4.1. Викиди Промислових Стоків.....	44
2.4.2. Стан поверхневих водних об'єктів Хмельницької області.....	45
<b>3. ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ</b> .....	47
3.1. Дефіцит водних ресурсів та періодичні водні кризи.....	47
3.1.1. Дефіцит води в Хмельницькій області.....	47
3.1.2. Заходи щодо зменшення ризику водних криз.....	49
3.2. Забруднення водних ресурсів та вплив на екосистему.....	50
3.2.1. Проблеми водних ресурсів Хмельницької області та аспекти пов'язані з цим.....	50
3.2.2. Заходи щодо покращення стану водних об'єктів які були проведені.....	51
3.3. Ефективність водокористування та потреби регіону.....	53
3.3.1. Стратегії щодо підвищення ефективності водокористування в області.....	53
3.3.2. Водокористування та забір води в Хмельницькій області.....	54

3.4. Соціоекономічні аспекти водокористування в області. ....	57
3.4.1. Ключові соціоекономічні аспекти водокористування в Хмельницькій області.....	57
3.4.2. Зв'язок між соціоекономічними та екологічними аспектами ...	58
<b>4. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>60</b>
4.1. Інноваційні підходи до водокористування та обробки води. ....	60
4.1.1. Приклади іноваційних підходів водокористування та обробки води .....	60
4.1.2. Іноваційні технології обробки води .....	61
4.1.3. Метод мембранної фільтрації як один із перспективних напрямків удосконалення систем водопостачання і водовідведення .....	62
4.2. Зелені технології та сталість водних ресурсів. ....	67
4.2.1. Зелені технології та їх класи .....	67
4.2.2. Сталість водних ресурсів.....	68
4.3. Взаємодія між громадськістю, бізнесом та владою в сфері водних ресурсів.....	70
4.3.1. Ключові аспекти взаємодії між громадськістю, бізнесом та владою .....	70
4.4. Співпраця з іншими регіонами та міжнародні ініціативи. ....	71
4.4.1. Можливі напрямки співпраці та міжнародні ініціативи .....	71
4.4.2. Окремі міжнародні проекти які були реалізовані щодо водокористування .....	72
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>77</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>79</b>

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

В сучасному світі питання використання та охорони водних ресурсів стає все більш важливим завдяки зростаючим тискам антропогенної діяльності та змінам клімату. Водні ресурси виступають ключовим елементом екосистеми, забезпечуючи важливу підтримку для життя людей, тварин та рослин, виступає не лише як об'єкт дослідження, але й об'єкт стратегічного управління.

### **Визначення теми та актуальність проблеми:**

Тема даної магістерської роботи — "Сучасний стан і перспективи використання водних ресурсів Хмельницької області". Вибір даної теми обумовлений важливістю водних ресурсів для сталого розвитку регіону та необхідністю ефективного управління ними в умовах сучасних викликів.

Актуальність проблеми полягає в необхідності забезпечення екологічності та ефективності використання водних ресурсів в умовах зростаючого населення, індустріалізації та змін клімату. Дослідження стану та перспектив водних ресурсів Хмельницької області дозволить розробити конкретні рекомендації для їхнього раціонального використання та охорони.

### **Мета та завдання дослідження:**

Мета дослідження полягає у вивченні сучасного стану водних ресурсів Хмельницької області, виявленні основних факторів, що впливають на їхню якість та кількість, а також у формулюванні пропозицій для забезпечення сталого використання цих ресурсів у майбутньому.

Завдання дослідження включають:

1. Аналіз сучасного стану водних ресурсів Хмельницької області.
2. Вивчення основних факторів, що впливають на водні ресурси в регіоні.
3. Оцінка ефективності існуючих стратегій управління водними ресурсами та їх відповідність сучасним екологічним вимогам.
4. Прогнозування перспектив використання водних ресурсів в май-

бутньому.

## **Обґрунтування вибору Хмельницької області для аналізу водних ресурсів**

Вибір Хмельницької області для проведення аналізу водних ресурсів ґрунтується на ряді ключових факторів, що визначають її важливість для дослідження.

### **Географічне положення та гідрологічні особливості:**

Центральне положення області в Україні робить її економічно та соціально важливим регіоном. Велика річкова система, зокрема річка Дністер, та наявність великих водосховищ вносять великий внесок у гідрологічний баланс регіону.

### **Екологічні та соціальні чинники:**

Багатий різноманіттям екосистем та значним біорізноманіттям, що характеризує Хмельницьку область, роблять її об'єктом великого інтересу для вивчення впливу людської діяльності на природні водні ресурси.

### **Економічна активність:**

Промисловий та сільськогосподарський розвиток області визначають високий рівень водокористування, що може створювати конфлікти між різними користувачами водних ресурсів.

### **Антропогенний вплив:**

Населення області та інтенсивна антропогенна діяльність, зокрема у сфері промисловості, можуть призводити до значного забруднення водойм та впливати на якість питної води.

Обрана область є представником типових умов, які можуть зустрічатися в інших регіонах України та світу, тому результати дослідження Хмельницької області можуть мати загальнонаукову та практичну цінність для управління водними ресурсами в цілому. Дане дослідження є актуальним у контексті пошуку балансу між ефективним використанням води та збереженням природних екосистем.



# 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

## 1.1. Визначення понять та класифікація водних ресурсів.

### 1.1.1. Водні ресурси: поняття та характеристики

Поняття про водні ресурси

Термін «водні ресурси» в гідрології та екології охоплює всі види води, які знаходяться на планеті Земля та можуть бути використані для задоволення потреб суспільства та підтримання екологічного балансу. Це поняття включає в себе як поверхневі, так і підземні води, а також атмосферну вологу. Розглядаючи термін «водні ресурси», важливо враховувати його багатогранність та комплексність, що визначається різноманітністю водних систем та їхнім використанням.

Основна мета визначення «водні ресурси» у гідрології та екології полягає в тому, щоб враховувати воду як цінний ресурс, який потребує ретельного та сталого управління. Це включає в себе збереження якості води, збалансоване використання води в різних галузях, збереження водних екосистем та реагування на виклики, такі як зміни клімату та наростаючий тиск людської діяльності на водні ресурси.

Основні характеристики водних ресурсів

Річки та струмки:

Річки та струмки представляють собою течії води, що створюють систему водних шляхів. Ці течії відіграють ключову роль у вивезенні зайвої води з місць вищого розташування до нижніх регіонів. Річкові екосистеми є важливими для біорізноманіття та забезпечення водопостачання регіонів.

Озера та ставки:

Озера та ставки є важливими водоймами, що забезпечують резервуар для води. Вони також виконують функцію стабілізації рівня ґрунтових вод у

прибережних областях. Озера можуть служити регуляторами водного режиму та важливими місцями для розведення водних організмів.

Водосховища:

Водосховища є штучно створеними водоймами, призначеними для зберігання великих обсягів води. Вони використовуються для вирішення різних завдань, таких як виробництво електроенергії, водопостачання та іригація. Водосховища можуть також впливати на екосистеми та гідрологічний баланс регіону.

Артезіанські води:

Артезіанські води є підземними водами, які під тиском самостійно виходять на поверхню, утворюючи артезіанські джерела. Ці води можуть мати високий ступінь чистоти та використовуються для питного водопостачання.

Водні зони та шари:

Різні глибинні рівні води утворюють водні зони та шари. Ці підземні резервуари можуть бути використані для забезпечення питної води та поливу, а також є важливим джерелом для підтримки екосистем.

Опади:

Опади включають в себе випадання води в різних формах, таких як дощ, сніг та град. Ці опади є ключовим елементом водного циклу та важливим джерелом води для поверхневих та підземних вод.

Евапорація та конденсація:

Процеси евапорації та конденсації відбуваються в атмосфері і включають перехід води між різними фазами. Евапорація відбувається при перетворенні рідкої води в водяну пару, тоді як конденсація полягає у перетворенні водяної пари в рідку форму, утворюючи хмари та опади.

Ці характеристики водних ресурсів визначають різноманітність джерел та форм води, які важливі для екосистем, сільськогосподарських потреб, промисловості та життєдіяльності людей.

### 1.1.2. Класифікація водних ресурсів

Класифікація водних ресурсів є важливим інструментом для систематизації та розуміння різноманітності цього ключового елемента природного середовища. Залежно від різних характеристик та критеріїв, водні ресурси можна класифікувати на різні категорії.

а) За походженням:

- Природні водні ресурси: Включають у себе поверхневі води, такі як річки, озера, та водосховища, а також підземні води, які утворюються природним чином під впливом гідрологічних та геологічних процесів.

- Антропогенні водні ресурси: Створені або модифіковані людською діяльністю, такі як водойми, засуджені ділянки, та водосховища.

б) За місцем знаходження:

- Поверхневі водні ресурси: Вода, що знаходиться на поверхні землі, у річках, озерах, та водосховищах.

- Підземні водні ресурси: Вода, яка знаходиться у ґрунтовому шарі чи артезіанських джерелах.

в) За ступенем доступності:

- Доступна вода: Легко доступна для використання, така як вода в річках чи озерах.

- Недоступна вода: Знаходиться віддалено від зон великої активності та потребує додаткових зусиль для використання, наприклад, підземні води.

г) За призначенням:

- Питна вода: Вода, яка відповідає нормам для споживання людиною без здійснення шкідливого впливу на здоров'я.

- Промислова вода: Вода, що використовується в промисловості для охолодження, технологічних процесів та інших виробничих потреб.

- Сільськогосподарська вода: Вода, яка використовується для поливу та інших потреб у сільському господарстві.

д) За ступенем забруднення:

- Чиста вода: Вода, яка не містить шкідливих речовин та відповідає стандартам для безпеки та споживання.

- Забруднена вода: Вода, в якій містяться речовини, що можуть бути шкідливими для екосистем та здоров'я людини.

Ця комплексна класифікація водних ресурсів дозволяє розглядати їх у різних аспектах та враховувати специфіку їхнього використання та управління.

## **1.2. Законодавча база та регулювання водних ресурсів в Україні.**

### **1.2.1. Основні нормативно-правові акти та їх роль**

а) Водний кодекс України:

- Закон України «Про води та водний збір» від 6 червня 1995 року встановлює загальні принципи управління водними ресурсами, визначає правові відносини у галузі водного господарства.

б) Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (екологічний аспект):

- Визначає загальні принципи охорони навколишнього середовища, включаючи водні ресурси.

в) Закон України «Про водопостачання та водовідведення»:

- Призначений для регулювання водопостачання і водовідведення в межах території України. Встановлює вимоги до організації, функціонування та експлуатації систем водопостачання і водовідведення.

г) Закон України «Про охорону атмосферного повітря»:

- Може бути важливим при регулюванні викидів та забруднення повітря, що може впливати на якість водних ресурсів.

д) Закон України «Про землеустрій»:

- Земельний закон може мати значення для врегулювання питань, пов'язаних із земельними ресурсами, включаючи земельні ділянки, які використовуються для водних об'єктів.

е) Постанови та рішення уряду:

- Уряд може приймати постанови та рішення, які деталізують конкретні питання водного господарства та реалізації водних проектів.

ж) Органи виконавчої влади та місцевого самоврядування:

- Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна служба водних ресурсів, обласні управління екології та природних ресурсів, місцеві органи влади відповідають за виконання та контроль за водним законодавством на різних рівнях.

### **1.2.2. Відомості про державні органи та їх функції**

В Україні існують кілька державних органів, які відповідають за управління водними ресурсами та екологією. Ось кілька з них:

а) Міністерство екології та природних ресурсів України:

- Функції: Міністерство є головним органом виконавчої влади, відповідальним за формування та реалізацію державної політики в галузі охорони природи, раціонального використання природних ресурсів, охорони навколишнього середовища та забезпечення екологічної безпеки.

б) Державна служба водних ресурсів України:

- Функції: Основне завдання служби – забезпечення ефективного використання та охорони водних ресурсів. Вона відповідає за виконання водного законодавства, контроль за водними об'єктами, видачу ліцензій на водокористування та інші аспекти управління водним господарством.

в) Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України:

- Функції: Міністерство відповідає за розвиток житлово-комунального відношення до використання води в сільському господарстві та аграрних проектах.

г) Органи місцевого самоврядування:

- Функції: Місцеві органи влади, зокрема обласні та міські управління екології та природних ресурсів, можуть брати участь у виконанні та контролі за водним законодавством на регіональному рівні.

- господарства, включаючи інфраструктуру водопостачання та водовідведення.

д) Міністерство аграрної політики та продовольства України:

- Функції: В контексті водних ресурсів, міністерство може мати

### **1.3. Основні аспекти сталої управління водними ресурсами**

#### **1.3.1. Сталість використання водних ресурсів: поняття та визначення**

Термін «стале використання водних ресурсів» вказує на принцип управління водними ресурсами з метою забезпечення їхньої стійкості та довгострокової доступності. Цей підхід ґрунтується на ідеї ефективного та збереженого використання води для задоволення потреб сучасного суспільства без шкоди для природного середовища та можливості задоволення потреб майбутніх поколінь.

Основні принципи сталого використання водних ресурсів включають:

- Ефективне використання ресурсів: Максимізація користі від води при мінімізації втрат та раціональному використанні.

- Збереження водних екосистем: Збереження та охорона природних водних систем, включаючи річки, озера, вологі зони, щоб забезпечити екологічну різноманітність і сталість екосистем.
- Заходи проти забруднення: Запобігання забрудненню води та вжиття заходів для відновлення якості води у випадку забруднення.
- Участь громадськості: Залучення громадськості до процесу управління водними ресурсами, сприяння транспарентності та взаємодії між державними органами, бізнесом та громадськістю.
- Долгострокове планування: Розробка та впровадження довгострокових стратегій управління водними ресурсами, враховуючи зміни клімату та інші фактори.
- Адаптація до змін клімату: Реагування на зміни клімату та їхні впливи на доступність та розподіл водних ресурсів.

### **1.3.2. Принципи сталого водного менеджменту**

Сталий водний менеджмент грає ключову роль у забезпеченні екологічної, соціальної та економічної стійкості. Цей підхід передбачає раціональне та відповідальне використання водних ресурсів, з урахуванням потреб сучасного суспільства та збереженням природних екосистем для майбутніх поколінь.

Стале водне управління ґрунтується на ряді принципів, спрямованих на раціональне та відповідальне використання водних ресурсів для задоволення потреб сучасного суспільства і забезпечення сталості природного середовища.

Ось деякі ключові принципи сталого водного менеджменту:

а) Інтегрований підхід:

- Забезпечення взаємодії між різними галузями, такими як сільське господарство, промисловість, міське планування та екологія, для оптимізації використання водних ресурсів.

б) Участь громадськості:

- Залучення громадськості, включаючи місцеві громади та стейкхолдерів, до прийняття рішень та розробки стратегій водного управління.

в) Справедливість та рівність:

- Забезпечення рівного доступу до водних ресурсів для всіх верств населення та захист прав водокористувачів.

г) Охорона екосистем:

- Збереження та відновлення природних водних екосистем, включаючи вологі зони та водний біорізноманіття.

е) Збалансованість:

- Створення балансу між попитом та доступністю води, враховуючи екологічні, економічні та соціальні аспекти.

ж) Ефективність використання ресурсів:

- Раціональне та ефективне використання води в різних секторах, включаючи сільське господарство, промисловість та господарство.

з) Запобігання забрудненню:

- Здійснення заходів для запобігання забрудненню води та збереження її якості.

и) Адаптація до змін клімату:

- Розвиток стратегій та заходів для адаптації до змін клімату та їх впливів на водні ресурси.

к) Транспарентність та облік:

- Забезпечення прозорості управління водними ресурсами та ефективного обліку водокористування.

л) Інновації та технології:



- Використання новітніх технологій та інновацій для покращення ефективності та сталості водного управління.

Ці принципи взаємодіють між собою для створення гармонійної та сталої стратегії управління водними ресурсами, що враховує потреби сучасного суспільства та збереження природного середовища.

## **2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

### **2.1. Географічні особливості області та гідрологічні характеристики**

#### **2.1.1. Географічні особливості Хмельницької області**

Розташування області

Хмельницька область, яка займає площу 20,6 тис. Кв. км (що становить 3,4% загальної площі країни), відноситься до категорії невеликих областей України та розташована на 19-му місці за площею серед них.

Сучасна територія області знаходиться між  $48^{\circ}26'56''$  і  $50^{\circ}35'28''$  північної широти та  $26^{\circ}08'05''$  і  $27^{\circ}54'05''$  східної довготи. Протяжність області з півночі на південь – 220 км, із заходу на схід – 120 км

Розташована на південному заході Східноєвропейської рівнини, Хмельницька область включає в себе зони лісостепу і мішаних лісів, зокрема Полісся. Рельєф, ґрунтові та агрокліматичні умови території є сприятливими для господарського і сільбищного освоєння. Це призвело до давнього заселення регіону і змін в ландшафтах через активний антропогенний вплив.

Хмельниччина межує з Тернопільською, Рівненською, Житомирською, Вінницькою і Чернівецькою областями. Всі вони мають, здебільшого, агропромисловий розвиток без значного промислового і паливно-ресурсного потенціалу.

Рельєф Хмельницької області

Хмельницька область розташована в межах центрально-східної частини Подільської височини та крайньої східної частини Волинської височини. Перша з них охоплює середню і південну частини області, що становить понад 4/5 її території. Територія височини високо піднята над рівнем моря і ха-

рактизується переважно плоскою або хвилястою поверхнею, іноді її ще називають Подільським плато.[10]

Волинська височина займає весь Славутський та північні частини Ізяславського, Шепетівського і Полонського районів. Вона відрізняється меншими абсолютними висотами порівняно з Подільським плато. Середня абсолютна висота області становить 275 метрів над рівнем моря, максимальна досягає 409 метрів (одна з вершин Товтр на північному заході Чемеровецького району), а мінімальна рівнялася менше 73 метрів (при впадінні річки Матірка в Дністер на кордоні з Вінницькою областю). Нині мінімальна абсолютна висота становить 121 метр (рівень Дністровського водосховища). Таким чином, амплітуда абсолютних висот в області перевищує 280 метрів. Поверхня території нахилиється від середньої найвищої частини до північної і південної країн.

#### Особливості рельєфу

Верхньобузька височина в Хмельниччині, розташована між Збручем та східними межами, є високою територією з абсолютними висотами понад 350 м, іноді до 380-396 м. Західна частина, відома як Авратинська височина, має рівну поверхню, що виступає як початок для річок Збруч, Случ та Південний Буг. Долини цих річок неглибокі, і поверхня місцями горбисто-хвиляста, особливо в центральній та східній частинах.[10, 7]

Північніше Верхньобузької височини розташована Горинь-Слуцька височина з середніми висотами 280-300 м. Рельєф схожий на Верхньобузьку, з широкими річковими долинами та густою мережею балок. На півночі опускається уступом до Шепетівської рівнини з нижчими абсолютними висотами, середньою висотою 220-240 м.

Шепетівська рівнина, яка займає найпівнічнішу частину області, відзначається низькими абсолютними висотами (220-240 м). Річки та їх долини мають широку, неглибоку форму, існують піски і супіски, які вітром утворили бархани та дюни.[2]

Між Верхньобузькою височиною та Дністром розташована Придністровська височина, поверхня якої знижується на південний захід. Русло Дністра врізається на 180-200 м, створюючи каньйоноподібні долини для його приток. Рельєф подільських притоків Дністра розчленовує поверхню височини, створюючи пасма та долини.[2]

На південно-західі Придністров'я в поширенні гіпсів виникають карстові провалля та печери. Рівномірний похил поверхні Придністров'я порушує Товтровий кряж, що простягається від Збруча до Дністра.[10, 7]

Товтровий кряж – це горбогірна вапнякова система органогенного походження, яка включає:

а) Головне пасмо (відоме як Медобори):

- Майже суцільний випуклий хребет з досить крутими скелястими схилами.

- Піднімається над навколишньою місцевістю на 50-60 м і досягає в межах області абсолютних висот понад 350 м (максимально 409 м).

б) Бічні пасма:

- Мають гострі вершини з відносною висотою 20-25 м.

в) Невисокі горби (т. З. «могилки»):

- Розкидані поодинокі або невеликими групами трохи далі від Головного пасма.

Загальна ширина кряжу досягає 15-20 км, тоді як Головного пасма – лише 100-300 м. У Товтрах дуже поширений карст. Переважають дрібні форми – тріщини, борозни, комірочки тощо, які утворюють на головному кряжі іноді справжні карстові поля. Зрідка трапляються і печери, наприклад, Кармелюкова в с. Привороття.

У Товтрах дуже поширений карст. Переважають дрібні форми – тріщини, борозни, комірочки тощо, які утворюють на головному кряжі іноді справжні карстові поля. Зрідка трапляються і печери, наприклад, Кармелюкова в с. Привороття.

## Геологічна будова Хмельницької області

Територія Хмельниччини представляє собою підняту рівнину, що вражає своєю різноманітністю рельєфу, включаючи плоскі та хвилясті височини, широкі долини і вузькі каньйони, пологі схили та круті уступи, а також окремі пагорби та горбогірні масиви. Ця різноманітність обумовлена особливостями тектонічної будови і геологічного розвитку території, а також розповсюдженням різних гірських порід.[2, 21]

Хмельницька область розташована в південно-західній частині Східно-Європейської (Руської) платформи, на кордоні двох тектонічних структур – Українського щита і Волино-Подільської плити. Український щит є найдавнішою ділянкою земної кори на території України і визначається як найвища частина фундаменту платформи. Складений сильно зміненими магматичними і метаморфічними кристалічними породами, він виник у давні періоди – архейську і протерозойську ери (докембрійський час) і має вік 3,5 - 0,57 млрд. років.[2]

Гірські породи щита піддалися значній деформації у вигляді складок і розчленуванню розломами на блоки різних розмірів. Найдавніші (протерозойські) розломи розділили щит на п'ять найбільших блоків, при цьому західний, Волино-Подільський блок лежить в основі східної частини області. В свою чергу, цей блок розділений на два менші – Подільський і Волинський – пізнішим розломом, що пролягає у широтному напрямку трохи на південь від Шепетівки.[2]

Південний блок, що охоплює Подільську частину, проявляє високу жорсткість через тектонічні рухи, що призвели до його значного підняття. Складається переважно з архейських порід, таких як гнейси, кварцити, граніти, діорити, гранодіорити. На сході області ці породи знаходяться недалеко від поверхні, тоді як на південному заході вони виступають на поверхню в долинах рік Південний Буг, Случ та їхніх приток.[2]

Волинський блок, протягом протерозою, був динамічною частиною земної кори, розчленованою на менші блоки, які зазнали суттєвого опущення.

Один з таких блоків – Шепетівський – утворив північно-східну частину Хмельниччини, складений архейськими і протерозойськими породами, такими як гнейси, мігматити, граніти, і розташований між річками Корчик і Случ.

Кристалічний фундамент платформи, який значно піднятий біля щита, різко схиляється в західному напрямку, піддаючись зануренню під молодші осадові відклади. Західний схил Волино-Подільського блоку щита стає східним бортом Волино-Подільської плити. Глибина залягання кристалічного фундаменту в межах області варіюється від 0-100 м (приблизно на лінії меридіану м. Хмельницький) до 1000-1500 м (в долині р. Збруч).[2]

Фундамент Волино-Подільської плити в давні часи розколовся на ряд блоків через тектонічні рухи, і сама плита, опускаючись неодноразово, служила морським дном. У морських басейнах відбувалося нагромадження осадових відкладів, але в інші періоди плита піднімалася, перетворюючись на сушу, і відбувалося руйнування порід під впливом природних факторів. Однак відклади цих періодів на території області практично не виявлені.[2]

Отже, осадовий чохол Волино-Подільської плити складається з різних шарів, таких як кембрійські, ордовицькі, силурійські, крейдові, палеогенові та неогенові відклади. Ці шари в різних частинах області виходять на поверхню і мають різний склад і потужність. Крім того, рельєф та геологічна будова сформовані під впливом альпійського горотворення, що призвело до утворення гірських порід і різних форм рельєфу на території Хмельниччини.

Таким чином, західний схил Волино-Подільського блоку щита переходить у східний бік Волино-Подільської плити. Глибина залягання кристалічного фундаменту в межах області коливається від 0-100 м (приблизно на лінії меридіану м. Хмельницький) до 1000-1500 м (в долині р. Збруч). Докембрійські породи фундаменту плити виходять на поверхню вздовж крутих берегів Дністра та його лівих притоків від південно-східної межі області до долини р. Тернава. [2, 21]

Кембрійські відклади мають обмежене поширення, утворюючи вузьку смугу, західна межа якої пролягає приблизно по лінії західніше Білогір'я, че-

рез Теофіполь, Базалію, Городок, і подальші на південний схід через Китайгород і Субіч. Пісковики кембрійського часу виходять на поверхню в цих районах.

Ордовицькі відклади мають невелику потужність і складаються переважно з кварцових пісковиків. У Придністров'ї вони також включають вапняки. Ці відклади виходять на поверхню в долинах Дністра, від с. Гораївка до с. Демшин, і в басейні його притоків, таких як Руска, Студениця, Тернава.

Силурійські відклади охоплюють територію від заходу на схід до лінії від Білогір'я до Дунаївців і Старої Ушиці. Ці відклади представлені товщами вапняків, доломітів і мергелів, де можна знайти численні рештки давніх організмів. Породи силурійського періоду виходять на поверхню на берегах Дністра, від с. Рогізна на сході до гирла Збруча на заході, а також в долинах Студениці, Тернави, Мукші, Смотрича, Жванчика та Збруча.[2, 21]

Відклади крейдового періоду охоплюють практично всю територію області, за винятком окремих ділянок на сході і північному сході. Найтовщий покрив цих відкладів спостерігається в басейні Горині, де нагромаджені товщі білої писальної крейди і крейдоподібних вапняків. Породи цього періоду також представлені пісками і пісковиками, опоками, а в Придністров'ї ще й піщаними вапняками. Різноманітні породи виходять на поверхню в долинах Дністра, його притоків, Горині та Вілії.

Відклади палеогену виражені слабо і обмежені лише північною (до широти Старокостянтинова) та східною (райони Меджибожа, Деражні, Вовковинців) частинами області. Вони представлені переважно пісками, рідше пісковиками та мергелями.

Неогенові відклади охоплюють практично всю територію області, мають значну товщину і різноманітний склад. Формування їх відбувалося в басейнах Тортонського і Сарматського морів, що покривали в неогені більшу частину області (за винятком найвищих піднятих ділянок кристалічного щита). Це підтверджується значним поширенням вапняків, які мають органічне походження. Серед них найбільш потужні - рифові вапняки, формуючи вузьку

смугу шириною від 2 до 6 км на південному заході області. Утворення бар'єрного рифу відбувалося в морі майже паралельно до його берега через нагромадження водоростей, верметусів, моховаток, коралів, морських їжаків та молюсків.

Під час альпійського горотворення та загального підняття Поділля встановився континентальний режим, а колишній бар'єрний вапняковий риф перетворився на горбистий пасмо, відоме як Товтри.

Осадкові відклади неогенового періоду включають породи хімічного походження, такі як гіпси і ангідрити на південному заході області, а також уламкового походження, такі як піски, пісковики, глини та мергелі.

Неогеновий шар, що покриває континентальні відклади, сформувався протягом четвертинного періоду внаслідок руйнування, перенесення та відкладання порід з попередніх епох. Цей процес триває і донині, викликаний вивітрюванням, діяльністю поверхневих і підземних вод, вітру та живих організмів.

Четвертинні відклади на території області створюють практично неперервний шар, товщина якого може досягати 30 метрів, за винятком струмків у вигляді каньйонів на Дністрі та його притоках, а також скельних вершин Товтр та виходів кристалічних докембрійських порід у північній частині області. Склад цих відкладів охоплює гравій, гальку, піски, супіски та суглинки у річкових долинах, а також лесовидні суглинки і леси на вододільних міжріччях. Лес - це однорідна, пориста порода палево-жовтого кольору, яка покриває понад 80% площі області. Вона є основою для формування родючих ґрунтів, включаючи чорноземи. Ця унікальна природна риса визначає екологічну стійкість та родючість області, адже ліс відіграє важливу роль у збереженні та покращенні якості ґрунтів.

#### Кліматичні особливості

Територія області вирізняється помірно-континентальним кліматом, характеризується теплим літом, м'якою зимою і достатньою кількістю опадів, що формується під впливом різноманітних факторів. Один із основних чин-



ників - географічна широта, яка визначає висоту Сонця над горизонтом і рівень сонячної радіації. В червні в полудень висота Сонця досягає 63-65°, в грудні – 16-18°, а в рівнодення - 39,5-41,5°, визначаючи тривалість дня від 8 до 16,5 години.

Ці зміни висоти Сонця та різноманітність хмарності впливають на коливання сонячної радіації від 130 кал/см<sup>2</sup> в грудні до 530 кал/см<sup>2</sup> в червні, і загальна сума радіації за рік становить 101 ккал/см<sup>2</sup>.

Розташована вглибині материка, Хмельниччина піддавалася впливу континентальних повітряних мас, що приносили суху погоду. Зимою до регіону долітає повітря Сибірського антициклону, із сухим і холодним кліматом, влітку ж сюди проникає вплив Азорського антициклону, приносячи теплу погоду. Навесні і на початку осені арктичне повітря приносить різке похолодання.

Протягом усього року територія області зазнає впливу циклонів, які формуються над Атлантичним океаном. Улітку ці циклони призводять до значної хмарності, опадів і зниження температури повітря, взимку ж приносять потепління, відлиги та снігопади.[21]

Клімат Хмельниччини також сильно визначається рельєфом, який впливає на температури, опади, та характер вітрів.

Середньорічна температура повітря варіює від 6,8°C в північній і центральній частині області до 7,3°C на південному заході. Липень визначається найтеплішим місяцем, тоді як січень вважається найхолоднішим. Влітку найвищі середні температури повітря фіксуються на південному заході області (18,8°-19,3°C), тоді як найнижчі зафіксовані на північному (18,5°C) і західному (18,3°C) заходах.[2, 21]

Середні січневі температури повітря найнижчі в центральній частині області (-5,4°C), що пояснюється високою безлісою частиною височини. Вони трошки вищі на північному (-5,5°C), особливо в південній (-0,5°C) частині.

Вторгнення континентальних повітряних мас в Хмельниччину призводить до значних змін температур у всі пори року. Влітку повітря може

нагріватись до  $+39^{\circ}\text{C}$  (абсолютний максимум), а взимку охолоджуватись до  $-34^{\circ}\text{C}$  (абсолютний мінімум).

Кількість опадів на території області є достатньою (530-670 мм на рік), проте розподіл їх нерівномірний, з найбільшими обсягами на півночі і меншими на півдні. Літній період характеризується частими зливами, грозами, іноді градом. Сніговий покрив формується в другій половині грудня і утримується до першої декади березня, маючи невелику товщину (10-15 см).

Протягом року над територією області переважають переважно північно-західні і північно-східні вітри, які мають і найбільшу швидкість. Улітку найчастіше дмуть північно-західні і західні вітри, а взимку – північно-західні і південно-східні, при цьому взимку вони є більш швидкими, ніж улітку. Кількість днів з безвітряною погодою влітку майже в півтора раза більша, ніж взимку.[21]

Пори року на всій території області чітко виражені, кожна має свої особливості. Коротка і м'яка зима часто супроводжується відлигами, триває від 100 днів на півдні до 115 днів на півночі. Кількість днів із сніговим покривом досягає 75-95. Відлиги та різкі коливання температури часто можуть завдати шкоду озимим культурам.

Весна розпочинається з другої декади березня і триває до останньої декади травня. Збільшується кількість опадів та ясних днів, але повторні похолодання в квітні і травні можуть завдати шкоду сільськогосподарським культурам.[21]

Літо триває з кінця травня до першої декади вересня, і характеризується підняттям температур повітря вище  $15^{\circ}\text{C}$ , з можливим підвищенням до  $+39^{\circ}\text{C}$  (м. Кам'янець-Подільський). Переважають південно-східні вітри, і збільшується кількість ясних днів. У першій половині літа часті короткочасні зливи та значна кількість опадів. Іноді може випасти град, що призводить до сильних вітрів та завдає шкоду сільськогосподарським культурам.[21]

Осінь в області триває з кінця вересня до кінця листопада. Її настання пов'язане зі стійким переходом середньої добової температури повітря до

15°C і нижче. Перша половина осені відзначається сонячними днями, а вже в середині вересня можливі перші приморозки. В листопаді ґрунт промерзає на глибину 5-6 см.

На території області можна виділити три агрокліматичні райони з відмінними кліматичними показниками: північний, центральний і південний.

Північний агрокліматичний район охоплює територію Славутського, Полонського і північ Шепетівського адміністративних районів. Сума температур вище 10°C становить 2450°C, середньорічна температура повітря +6,8°C. На цьому районі випадає найбільше опадів в області (650-700 мм на рік), і тривалість снігового покриву тут найвища (90-95 днів).[21]

Центральний агрокліматичний район розташований на Верхньобузькій і Случ-Хоморській височинах і характеризується значним підвищенням суми активних температур з півночі на південь (2450° - 2700°C) та достатньою кількістю опадів (600-650 мм на рік). Середньорічна температура повітря +6,8°C.[21]

Південний агрокліматичний район об'єднує південні адміністративні райони, що прилягають до Дністра (Кам'янець-Подільський, Дунаєвецький, Новоушицький). Це – найтепліша частина області з вищою сумою температур (вище 2700°C) та середньорічною температурою +7,3°C. Опадів тут менше (менше 600 мм), але їхня кількість оптимальна для вирощування сільськогосподарських культур лісостепової зони. Тривалість снігового покриву в цьому районі найменша (75-80 днів), а його товщина також менше. Особливо теплий клімат спостерігається в долині Дністра, де можна вирощувати теплолюбні культури, такі як персики, виноград, абрикоси та інші.

На всій території області, завдяки достатньому зволоженню та оптимальному температурному режиму, створені умови для успішного вирощування різноманітних сільськогосподарських культур. Серед них особливо важливе місце займають озима і яра пшениця, ячмінь, жито, вівсо, цукрові буряки, картопля, овочеві та кормові культури, а також плодові дерева. Придністров'я, що розташоване в південній частині області, є відмінним районом для виног-

радарства, баштанництва та інших спеціалізованих галузей сільського господарства.

Необхідно відзначити, що інколи в області відбуваються кліматичні явища, які можуть негативно вплинути на розвиток сільськогосподарських культур. Серед них можна вказати на ранні осінні і пізні весняні приморозки, сильні зливи, град і вимерзання посівів в окремі зими, особливо тоді, коли снігового покриву недостатньо, а температури повітря залишаються низькими.

Кліматичні умови південних районів області, зокрема на берегах Дністра та його приток, створюють сприятливі передумови для відпочинку людей.

### **2.1.2. Гідрологічні характеристики Хмельницької області**

#### Річкова сітка області

Річкова мережа області представлена водотоками трьох основних басейнів: Дністра, який охоплює 7,74 тис. км<sup>2</sup> або 37,6% території; Південного Бугу, з площею 4,61 тис. км<sup>2</sup> або 22,4%; та Дніпра, який займає 8,27 тис. км<sup>2</sup> або 40% області. Гідрографічна мережа обраховує 3733 водотоки загальною протяжністю 12880 км. Серед них великі річки, такі як Дністер (152 км в межах області) і Південний Буг (140 км), а також середні річки, зокрема Случ (119 км), Горинь (150 км), та Збруч (247 км). До цього долучається 3728 малих річок і водотоків, загальна довжина яких складає 12072 км.

Загальна кількість річок довжиною понад 10 км становить 211 (з них 206 - малі) і має загальну протяжність 4872 км (з малими - 4064 км). Такий багатогранний характер річкової системи визначає важливість водних ресурсів області та їхній внесок у гідрологічний ландшафт регіону.

#### Басейн річки Дністер

Річка Дністер є найбільшою серед водотоків області, протікаючи вздовж її південної межі на протязі 160 км. Долина Дністра у цьому регіоні характе-

ризується великою звивистістю та утворенням численних меандрів, особливо добре розвинених між селами Гринчук і Студениця. Схилі Дністра варіюються від крутих скелястих ділянок, відомих як "стінки", до розлогих терасованих схилів, що створюють надзвичайно мальовничі краєвиди, насичені історичними, геологічними та ландшафтними пам'ятками.[3, 5]

Річка має вузьку заплаву (150-200 м), яка трошки розширюється в місцях впадання лівих приток. Русло також вузьке (60-150 м), повторює меандри долини і є нерозгалуженим, з середніми глибинами 1,5-3,0 м. Течія річки є достатньо швидкою: 0,5-0,6 м/с, а під час паводків - 1,5-2,0 м/с.[5]

Початок Дністра утворюється в гірській частині Карпат, за межами області, і на території області він в значній мірі залишається незмінним, маючи розмах від 229 м<sup>3</sup>/с (у смт. Жванець) до 239 м<sup>3</sup>/с (у м. Могилів-Подільський). Незначне збільшення середньорічного стоку стається за рахунок лівобережних притоків, таких як Збруч, Смотрич та інші.[3, 5]

Дністер отримує своє живлення від дощових, снігових та підземних вод. Найбільша частина стоку (приблизно 50% річного обсягу) походить від дощових вод. Підземні води внесли до загального живлення близько 30%, тоді як сніговий розплав вкладає більше 20%. Особливістю режиму Дністра є постійна можливість повеней протягом року, при цьому дощові повені часто перевищують максимальні рівні води, зафіксовані під час весняного танення снігу. Великі повені, як правило, відзначаються кожні 15–20 років. Останні важкі повені спостерігалися в 1927, 1941, 1955 і 1969 роках. Під час цих подій максимальні витрати води в Могилів-Подільському досягали 8000 м<sup>3</sup>/с, і рівні води піднімалися на 5–6 метрів, що призводило до затоплення прибережних територій.[3, 5]

Найменші витрати води на ріці Дністер спостерігаються як зимою (10-20 м<sup>3</sup>/с), так і літом (20-30 м<sup>3</sup>/с). Літня межа дещо вища, ніж зимова, оскільки часто переривається дощовими повенями. Велика звивистість русла у середній течії Дністра призводить до частих заторів під час весняного льодоходу.

Ці затори призводять до підпору та підняття рівня води, що може призвести до затоплення прилеглих територій надзаплавних терас.

З території області в Дністер впадає ряд притоків, таких як Збруч, Жванчик, Смотрич, Тернава, Ушиця, Калюс та інші. Хоча вони грають другорядну роль у живленні Дністра, вони мають суттєве значення для водного балансу області, зокрема її південної частини. Ці ріки виробили глибокі, місцями каньйоноподібні долини, розкрили глибокі горизонти підземних вод, і численні джерела, що живлять ріки, становлять 40% загального стоку води.

Збруч – один з найбільших лівобережних притоків Дністра, його довжина становить 244 км, а площа водозбору майже 3400 км<sup>2</sup>; середній нахил його русла складає 0,9 м/км. Річка починається з джерел у болоті поблизу села Улянове Теофіпільського району. На початковому етапі вона тече в мілкій заболоченій долині, але поблизу Волочиська долина заглиблюється, а схили стають крутими та скелястими. Особливо глибока і скеляста долина Збруча відзначається між смт. Сатанів і селом Гусятин, де річка проривається через Товтровий кряж. Навіть після прориву кряжа долина Збруча залишається дуже звивистою, з численними меандрами.[5, 12]

Середньорічна витрата води річки становить 7,90 м<sup>3</sup>/с, а швидкість течії коливається від 0,2 до 0,6 м/с. Екстремальний діапазон витрат води за багаторічний період варіює від 2 м<sup>3</sup>/с у зимовий період до 128 м<sup>3</sup>/с під час весняного водопілля. Лідовий покрив нестійкий, формується наприкінці грудня чи на початку січня, і в теплі зими часто відбувається зимове скресання річки.

Жванчик починається вище села Скотиняни на висоті 320 метрів над рівнем моря. Його довжина становить 106 км, а площа водозбору перевищує 750 км<sup>2</sup>. Середні витрати води біля гирла становлять 1,45 м<sup>3</sup>/с, а максимальні досягають 40 м<sup>3</sup>/с. Протягом більшої частини свого шляху Жванчик формує глибоку долину, а нижче села Зарічанка вона стає характерною для лівих подільських притоків Дністра з прямовисними скелястими схилами.

Смотрич посідає друге місце серед подільських притоків Дністра як за довжиною, так і за площею свого басейну. Річка бере свій початок з джерел

біля села Андрійківці Хмельницького району і протікає через Городоцький, Чемеровецький і Кам'янець-Подільський райони. У верхів'ї долина Смотрича широка, заболочена і неглибока, але вже в Городку вона вривається глибше, схили стають крутими і скелястими, а в селі Купин є невеликий водоспад. Середні витрати води Смотрича протягом року складають 4,29 м<sup>3</sup>/с, а максимальні досягають 238 м<sup>3</sup>/с. Річка перетинає Товтровий кряж біля села Карачківці Чемеровецького району в глибокій долині (100-120 м). Далі долина стає звивистою, утворюючи круті меандри, деякі з яких майже замикаються і утворюють у долині острови, подібні до того, на якому розташована старовинна частина Кам'янець-Подільського – сучасного історичного заповідника.

Мукша починає свій шлях біля села Зеленче Дунаєвецького району і тече невеличким потічком, який, однак, зумів "прогризти" Товтровий кряж між селами Маків і Гуменці. Річка має довжину 58 км та формує глибоку скелясту долину, на схилах якої розташовані печери. За легендами, одну з цих печер використовував Устим Кармалюк як свою базу, а під час Вітчизняної війни ці місця часто використовували народні месники.[5, 12]

Тернава бере свій початок із джерел біля села Мала Тернавка (тепер село Томашівка) Ярмолинецького району. Річка має довжину приблизно 64 км, а площа її басейну сягає 380 км<sup>2</sup>. У нижній течії Тернава пробивається через Товтровий кряж, утворюючи скелясту та мальовничу долину. На берегах Тернави розташоване місто Дунаївці – важливий промисловий центр Хмельниччини.[5, 12]

Студениця витікає з джерел на північ від села Косогірки Ярмолинецького району. Річка має приблизну довжину 85 км, а площа її басейну перевищує 470 км<sup>2</sup>. Студениця формує глибоку долину, врізану в палеозойські верстви, і отримує своє живлення з підземних вод. Назва річки, ймовірно, пов'язана з холодними джерельними водами.[5, 12]

Ущиця формується в результаті злиття трьох струмків біля села Пільний Олексинець. Річка має довжину понад 120 км та площу басейну, яка перевищує 1400 км<sup>2</sup>. В верхів'ї долина Ущиці є плоскою, поверхня неглибока та за-

болочена. Однак у середній частині річки вона поглиблюється і стає глибокою, досягаючи 150 метрів у нижньому відрізку. Швидкість течії варіює від 0,2 до 1,5 м/с, а витрати води у гирлі коливаються від 1,13 до 326 м<sup>3</sup>/с.[5, 12]

Калюс бере свій початок в невеликому ставку біля села Слобідка-Охримовецька. Річка має довжину 65 км і площу басейну 302 км<sup>2</sup>. Як і у всіх притоках Дністра, верхній відрізок долини Калюса є неглибоким з пологими схилами, а вниз по течії глибина зростає, схили стають стрімкими та скелястими. Середньорічна витрата води становить 0,84 м<sup>3</sup>/с, а максимальна – 78,4 м<sup>3</sup>/с. На річці Калюс розташований райцентр Нова Ушиця.[5, 12]

#### Басейн річки Південний Буг

Південний Буг – єдина велика ріка, витoki якої у Хмельницькій області. Басейн цієї ріки охоплює близько 4 тис. км<sup>2</sup>. Долини річок басейну Бугу суттєво відрізняються від тих, що властиві річкам Дністровського басейну: вони мають неглибокі та широкі русла з заболоченими днищами і великими ставами; до долин прилягає розгалужена мережа балок, хоча кількість ярів порівняно невелика. Схожі особливості спостерігаються лише у верхів'ях притоків Дністра.[17]

Південний Буг бере свій початок з невеликого болота біля села Холодець у Волочиському районі на Верхньобузькій височині і прямує майже прямолінійно на схід-південний схід. Річка протікає територією області на протязі 120 км, збільшуючи свою водність від 0,25 м<sup>3</sup>/с у селі Купіль до 14,0 м<sup>3</sup>/с при виході за межі області. Максимальні витрати води досягають 801 м<sup>3</sup>/с і перевищують середні витрати майже у 60 разів.[5, 12]

Бужок – ліва притока Південного Бугу. Вона бере свій початок біля села Березина у Волочиському районі, простягається по заболоченій заплаві на 78 км і впадає в головну ріку біля селища Меджибіж. За водністю Бужок менший за головну ріку, приблизно у шість разів.[5, 12, 17]

Вовк – права притока Південного Бугу. Її джерело знаходиться біля селища Скибневе, і річка тече в заболоченій долині до селища Деражня, де врізається у тверді кристалічні породи. Після цього річка різко звужується, змі-



нює напрямом течії майже під прямим кутом, з південно-східного на північно-східний.[17]

Іква – ліва притока Південного Бугу. Її довжина становить 56 км. Річка тече у широкій заболоченій долині до селища Стара Синява, де долина різко звужується, і ріка вступає в область кристалічних порід. Іква є невеликою річкою: середні витрати води у ній становлять 2,0 м<sup>3</sup>/с, але максимальні можуть досягати 95 м<sup>3</sup>/с. До басейну Південного Бугу входять річки, верхів'я яких розташовані у Хмельницькій області, але основна частина їхніх басейнів розташована у Вінницькій області (Рів з Рівцем і Згар).[5, 12]

#### Басейн річки Дніпро

Річки північної частини області входять до басейну Дніпра, зокрема до басейну Горині, який впадає у Прип'ять. Вони зливаються із значною територією області, охоплюючи приблизно 8 тис. км<sup>2</sup> або приблизно 39% всієї території. Однак річки цього басейну можна розподілити на дві групи.[5, 12]

Перша група включає річку Случ, яка протікає повз всю область Хмельницької області, і її притоку Хомору від витоків до міста Полонне. Ці річки та їхні притоки мають схожу будову долин, режим живлення та стоку, а саме, повільний потік в широких заболочених долинах із численними ставами, пологіми схилами і великою балочною мережею. Своїми течіями ці річки, в східному напрямку, ніби підкреслюють свою спорідненість із річками басейну Бугу.[5, 12]

Друга група включає річки Горинь і Корчик, а також Случ при переході до Полісся, які течуть взагалі на північ у неглибоких долинах без вироблених схилів, розвинутої балочної мережі, але з численними заболоченими пониженнями на межах річок.

Случ (Південна Случ) є найбільшою притокою річки Горині. Загальна довжина річки становить 451 км (в межах області - 125 км). Витікає вона на схилах Верхньобузької височини біля села Червоний Случ Теофіпольського району. Спочатку рухається на східний напрямок від витоків до села Кузьмин, а далі змінює напрямок на північний схід. Біля міста Старокостянтинів

Случ врізається в кристалічні породи, що призводить до різкого звуження долини і утворення скелястих берегів. Середні річні витрати води становлять 7,24 м<sup>3</sup>/с, а максимальні - 327 м<sup>3</sup>/с.

Хомора, найбільша ліва притока Случі, має довжину 110 км та площу басейну 1465 км<sup>2</sup>. Долина річки від витоків до селища Грицеве широка і заболочена; подалі вона врізається у кристалічні породи, стає вузкою і місцями порожистою. Середні витрати води становлять 5,01 м<sup>3</sup>/с.

Горинь – одна з найбільших правих притоків річки Прип'ять. Її витoki розташовані біля села Волиця в Тернопільській області, і річка протікає через території Хмельницької та Рівненської областей. Загальна довжина Горині становить 659 км, а у межах Хмельницької області - 120 км. Уздовж берегів річки розташовані населені пункти, такі як селище міського типу Ямпіль, селище Білогір'я, міста Ізяслав і Славута. Горинь у Хмельницькій області приймає численні невеликі, але водночас значущі притоки, такі як Полква, Тростянка, Руда, Радошівка, Цвітоха та інші. Це призводить до збільшення витрат води від 5,57 м<sup>3</sup>/с біля селища Ямпіль до 15 м<sup>3</sup>/с на межі області, а максимальні витрати перевищують 650 м<sup>3</sup>/с.

#### Відомості про озера

Озер в Хмельницькій області мало, і вони визначаються невеликими розмірами, переважно розташовані в лісових масивах на землях Держлісфонду. У північній частині області, в басейні річки Горинь, розташовані два найбільших озера - Святе та Тереміж, з площею водного дзеркала відповідно 4,2 і 2,6 га. Озеро Святе часто називають голубою перлиною Поділля завдяки своїй мальовничості та чистій, прозорій воді. Середня глибина озера становить приблизно 4 метри, максимальна глибина досягає 9 метрів. У центрі озера розташований острів, а ліс оточує його навколо.[3]

#### Водосховища Хмельницької області

Більшість водосховищ у Хмельницькій області мають об'єм менше 10 млн.м<sup>3</sup>, лише два з них - Щедрівське та водойма-охолоджувач Хмельницької атомної електростанції (ХАЕС) - мають відповідно повний об'єм 30 і 120

млн.м<sup>3</sup>. Частина водосховищ має об'єм трошки більше 1 млн.м<sup>3</sup>. Протягом експлуатаційного періоду частина об'єму водосховищ замулилась, верхів'я заросло водяною рослинністю, що призвело до зменшення площі водного дзеркала і об'ємів.

Під час обстеження водосховищ проводились проміри глибин та уточнення їх параметрів. У випадках, коли були виявлені водойми об'ємом менше 1 млн.м<sup>3</sup>, вони класифікувались як ставки. Зараз в області налічується 55 водосховищ. Більшість з них є водосховищами сезонного регулювання, за винятком водосховища ХАЕС, яке функціонує як водосховище багаторічного регулювання, а також водосховищ малих гідроелектростанцій, що здійснюють добове регулювання стоку.[4]

Об'єм води, що піддається регулюванню водоймами (за винятком водосховища ХАЕС), становить близько 14% від середнього річного стоку річок області. Існуючі ставки і водосховища сезонного регулювання майже не впливають на хід внутрішньорічного розподілу стоку, оскільки більшість з них не активуються влітку та восени і лише окремі з них випорожнюються взимку. Значна частина регульованого стоку (приблизно 81%) накопичується в водосховищах і ставках з площею більше 10 га, в той час як лише 19% акумулюється в ставках з площею менше 10 га. У останні роки відзначається тенденція до відновлення малих гідроелектростанцій (ГЕС), які експлуатувалися в 60-70-х роках минулого століття. Наразі в області працює 11 малих ГЕС на річках Горинь, Південний Буг і Збруч. Деякі із них були відновлені в останні роки.[4]

#### Відомості про ставки

Найбільше ставок знаходиться на території Деражнянського (277 шт.), Волочиського (234 шт.), Хмельницького (197 шт.), Старокостянтинівського (194 шт.), Красилівського (184 шт.) районів. Більшість ставок використовуються для риборозведення, рекреаційних цілей, менша частина – для водопостачання цукрових заводів, промислових підприємств див. табл. 1.[4]

Таблиця 1

**Наявність ставків у межах адміністративно-територіальних районів та міст обласного підпорядкування Хмельницької області:**

Район, місто	Кіль- кість став- ків, 36т..	Пло- ща ставків, га	Об'єм ставків, 36т.36 м <sup>3</sup>	В оренді, 36т..	В оренді, га
Білогірський	53	304	3,4	39	256
Вінковецький	131	455	5,2	50	195
Волочиський	234	1783	20,9	135	1232
Городоцький	104	614	8,5	48	294
Деражнянський	277	996	11,9	237	948
Дунаєвецький	126	409	4,6	60	236
Ізяславський	91	302	6,6	23	102
Кам'янець-Подільський	129	300	2,5	80	230
Красилівський	186	1211	15,7	142	1007
Летичівський	105	3778	26,4	88	2640
Новоушицький	73	122	1,2	19	52
Полонський	152	787	16,1	129	704
Славутський	53	388	5,6	22	220
Старокостянтинівський	194	946	12,3	142	896
Старосинявський	89	289	3,4	21	108
Теофіпольський	70	495	8,6	39	331
Хмельницький	197	1795	21,8	153	1593
Чемеровецький	115	390	3,5	26	150
Шепетівський	103	1079	13,2	101	997
Ярмолинецький	183	680	8,3	163	640
м. Хмельницький	4	91	0,9	2	73
м. Нетішин	4	114	1,1	-*	-
м. Славута	4	26	0,3	-	-
м. Шепетівка	4	31	0,3	-	-
<b>Разом</b>	<b>2681</b>	<b>17385</b>	<b>202,3</b>	<b>1719</b>	<b>12904</b>

Підземні води Хмельницької області

Хмельницька область має значні запаси підземних вод, які складаються з ґрунтових і власне підземних вод. Ґрунтові води знаходяться на глибині 4-10 м. Підземні залягають в трьох водоносних горизонтах: на глибині 5-16 м, 30-40 м і 60-80 м. Вони забезпечують водою населені пункти, промислові і сільськогосподарські підприємства.

Територія Хмельницької області розташована в межах двох гідрогеологічних областей – Українського кристалічного щита та Волино-Подільського артезіанського басейну. Гідрогеологічні особливості цих областей впливають на умови формування підземних вод та їх хімічний склад у даному регіоні.

Український кристалічний щит характеризується наявністю великої кількості кристалічних та осадових гірських порід, які впливають на гідрогеологічні умови. Тут підземні води можуть мати специфічний характер формування, враховуючи особливості геологічної будови щита. Волино-

Подільський артезіанський басейн, з свого боку, характеризується наявністю артезіанських водонапорів та осадових порід, що сприяють формуванню артезіанських систем. Це може впливати на розподіл та хімічний склад підземних вод у цьому басейні.

Таким чином, гідрогеологічні умови області формуються взаємодією двох різних гідрогеологічних областей, що призводить до специфічних характеристик підземних вод та їх хімічного складу в регіоні.

В області є також мінеральні води, які виявлено в околицях селища Сатанів та міст Кам'янець-Подільський і Полонне. Їх використовують для лікування шлунково-кишкового тракту.

## **2.2. Використання водних ресурсів в сільському господарстві та промисловості.**

### **2.2.1. Відомості про використання водних ресурсів**

Використання водних ресурсів в Хмельницькій області, як і в будь-якому іншому регіоні, включає в себе ряд аспектів, пов'язаних з сільським господарством та промисловістю. Нижче розглянемо деякі з них:

Використання води в сільському господарстві:

а) Зрошення:

- Водні ресурси використовуються для зрошення сільськогосподарських угідь, щоб забезпечити достатню кількість вологи для рослин.

б) Технології поливу:

- Впровадження сучасних технологій поливу, таких як крапельний полив чи системи обприскування, допомагає раціонально використовувати водні ресурси та підвищує ефективність зрошення.

в) Питна вода для тварин:

- Вода використовується для напоювання тварин у сільському господарстві.

г) Промислове використання:

- Вода застосовується в сільському господарстві для різноманітних процесів, таких як миття обладнання та засобів захисту рослин.

Використання води в промисловості:

а) Виробництво та охолодження:

- Водні ресурси використовуються для охолодження промислового устаткування та процесів виробництва.

б) Енергетика:

- Гідроенергетичні станції використовують воду для генерації електроенергії.

в) Хімічна промисловість:

- Промислові підприємства можуть використовувати воду як частину технологічних процесів у виробництві хімічних речовин.

г) Водовідведення та очищення стічних вод:

- Важливий аспект використання води в промисловості - це обробка стічних вод та їх очищення перед викидом у водні ресурси.

д) Водопостачання місцевих громад:

- Вода використовується для пиття та домашніх потреб в місцевих населених пунктах та промислових районах.

### **2.2.2. Ключові завдання для сталого розвитку регіону**

Сучасні тенденції та виклики:

а) Ефективне використання ресурсів:

- Важливе завдання - це розвиток та впровадження технологій, які дозволяють ефективно використовувати водні ресурси в сільському господарстві та промисловості.

б) Стійке водокористування:

- Розвиток стратегій стійкого водокористування, що враховують потреби екосистем та гармонійність між різними сферами використання води.

в) Охорона якості води:

- Підтримка програм та заходів для запобігання забрудненню водних ресурсів та збереження їхньої якості.

Ці аспекти використання водних ресурсів в Хмельницькій області показують, що управління цими ресурсами є ключовим завданням для сталого розвитку регіону. Забезпечення балансу між потребами сільського господарства, промисловості та інших галузей, а також екологічний аспект використання води вимагають комплексного підходу та сучасних технологій.

Деякі конкретні аспекти використання води в Хмельницькій області:

а) Зрошення в сільському господарстві:

- Впровадження систем автоматизованого зрошення, які сприяють раціональному використанню води і підвищенню урожайності.

б) Енергетичні проекти:

- Розвиток гідроенергетики для використання потенціалу річок та створення екологічно чистого джерела енергії.

в) Системи очищення стічних вод:

- Модернізація систем очищення стічних вод на промислових підприємствах для зменшення негативного впливу на водні ресурси.

г) Управління водними резервуарами:

- Ефективне управління водоймищами та водосховищами для забезпечення резервуарів водою у періоди високих потреб.

д) Розвиток систем водопостачання та каналізації:

- Покращення інфраструктури систем водопостачання та каналізації для забезпечення населених пунктів та промислових об'єктів.

е) Ефективне використання водних ресурсів у сільському господарстві:

- Впровадження методів сільського господарства, які забезпечують оптимальне використання води, такі як точкове зрошення та використання сучасних гідрополімерних матеріалів.

ж) Облік водокористування:

- Впровадження систем обліку водокористування для контролю та моніторингу використання води в різних галузях.

Забезпечення сталого та ефективного використання водних ресурсів є важливим завданням для збереження природного середовища, підтримання економічної стійкості та задоволення потреб сучасного суспільства.



## **2.3. Стан водопостачання та очищення води для населення**

### **2.3.1. Стан водопровідно-каналізаційної мережі та якості питної води**

Щодо стану водопостачання та очищення води для населення Хмельницької області, важливо врахувати, що ця інформація може бути змінена та варіювати з часом. Нижче подано загальний огляд стану водопостачання та якості питної води в регіоні, але для отримання конкретної інформації рекомендується звертатися до офіційних джерел та органів водопостачання.

В області здійснюється централізоване водопостачання для 421 населеного пункту, охоплюючи 80% міського населення, 76% мешканців селищ міського типу та 29% сільського населення.

На території області функціонує 39 спеціалізованих підприємств із забезпечення питною водою та водовідведенням. Ці підприємства управляють 149 водопровідно-насосними станціями, утримують 3122,4 км водопровідних мереж, обслуговують 34 каналізаційні очисні споруди та мають у своєму розпорядженні 1100,9 км каналізаційних мереж. Також вони експлуатують 865 одиниць насосного обладнання та інші технічні засоби.

Для розв'язання проблеми якісного водопостачання в Хмельницькій області була прийнята Програма "Питна вода Хмельниччини на 2008-2020 роки". Головні заходи цієї Програми охоплюють охорону та раціональне використання підземних джерел питної води, розвиток систем централізованого водопостачання та водовідведення, реставрацію непрацюючих водогонів, впровадження енергоефективних технологій та обладнання на комунальних підприємствах, а також встановлення відповідного обладнання для контролю якості води та інші заходи.

Разом із тим, кошти на будівництво та реконструкцію об'єктів водопровідно-каналізаційного господарства виділяються з державного бюджету за рахунок програм соціально-економічного розвитку, фонду регіонального ро-

звітку та шляхом надання субвенцій місцевим бюджетам для реалізації заходів у розвитку окремих територій та формування інфраструктури об'єднаних територіальних громад. Протягом 2016-2017 років загалом було виділено 282,3 млн гривень на фінансування вказаних заходів.

На кошти, виділені з державного фонду регіонального розвитку у 2017 році, були виконані будівельні роботи з мереж водопостачання в селах Сарнів, Бубнівка Волочиського, Нове Село Ізяславського, та Гуменці Кам'янець-Подільського районів. Також проведено реконструкцію мереж у смт Меджибіж та Чемерівці.

За рахунок субвенції, яка надійшла від обласного бюджету до місцевих бюджетів, були проведені будівельні роботи з мереж водопостачання у сільських населених пунктах, зокрема: селах Кушівка, Чернява, Пахутинці та Шмирки Волочиського, Олександрівка Городоцького, Ліщани Ізяславського, Давидківці, Данюки Хмельницького, Завадівка Чемеровецького та Виноградівка Ярмолинецького районів. Також була проведена реконструкція водопровідних мереж у селах Дашківці Віньковецького, Бокіївка Волочиського, Кремінна, Клинове Городоцького районів. Крім того, здійснено будівництво артезіанських свердловин для господарсько-питного водопостачання населення у селах Пільний Олексинець Городоцького, Кутківці, Бурти Чемеровецького районів.

У період з грудня 2014 року по лютий 2015 року Хмельницький місцевий осередок ВЕГО "МАМА-86" проводив аналіз ситуації щодо забезпечення рівних прав на воду та санітацію в рамках відповідного мережевого проекту за угодою з Шведським агентством міжнародного розвитку та співробітництва (Sida).

Під час аналізу систем водопостачання міст та селищ області відзначено, що переважна більшість них отримує питну воду із підземних джерел, зокрема, артезіанських свердловин. Лише два водозабори, а саме у Кам'янці-Подільському та Полонному, користуються поверхневими джерелами для забезпечення питною водою.

Базою для створення централізованого муніципального водопроводу слугують протерозойські та сеномано-сарматські підземні води, що широко розвинені на Поділлі на глибині від 40 до 150 метрів.

Місто Хмельницький має п'ять водозаборів: Центральний, Південно-Західний, Кудрянка, Західний, Шаровечка.

Крім того, мешканці населених пунктів області користуються водою з джерел децентралізованого водопостачання, таких як криниці громадського користування та приватні колодязі, для задоволення своїх питних потреб.

Санітарно-хімічний аналіз було проведено для 2579 криниць, і з цієї кількості 44,6% або 1150 криниць показали відхилення від санітарних норм. Щодо мікробіологічних показників, з 1692 криниць, які були об'єктом дослідження, 31,4% або 532 також мали відхилення від нормативів.

Перевищення вмісту нітратів виявлено у проміжку від 1 до 7 раз. Екологи вважають, що незадовільна якість питної води в криницях обумовлена не своєчасним проведенням ремонтів та очищення від намулу, порушенням нормативних відстаней від потенційних джерел забруднення до джерела, а також інтенсивним застосуванням засобів захисту рослин та отрутохімікатів.

Ситуація з водопостачанням та очищенням стічних вод у містах Хмельницький, Кам'янець-Подільський, Шепетівка, Старокостянтинів, Ізяслав, Полоне, Волочиськ вимагає негайної модернізації та реконструкції очисних споруд.

Вкрай проблемна ситуація склалася в селищах Білогір'я, Теофіполь, Лещичів, де взагалі відсутні очисні споруди та не проводиться очистка стічних вод.

Оскільки якість питної води погіршується щороку, а її резерви обмежені, екологи висловлюють настійну необхідність забезпечити постійний доступ населення до безпечної питної води в достатній кількості. Це повинно стати пріоритетом як для влади, так і для територіальних громад області.

Отже, в найближчі роки важливо дотримуватися технологічних норм використання та споживання водних ресурсів, забезпечувати належний стан

діючого обладнання і очисних споруд. Також необхідно своєчасно здійснювати збір твердих побутових відходів, дотримуватися режиму використання водоохоронних зон та прибережних смуг, здійснювати контроль за використанням та зберіганням мінеральних і органічних добрив, нафтопродуктів, отрутохімікатів тощо.

## **2.4. Вплив антропогенної діяльності на водні ресурси та природний стан водних об'єктів**

### **2.4.1. Викиди Промислових Стоків**

На території Хмельницької області скид зворотних вод у водні об'єкти реалізується 79 водокористувачами. Повна біологічна очистка з подальшим випуском очищених стічних вод у водні об'єкти проводиться на 52 комплексах очисних споруд.[6]

Загальний обсяг скидів зворотних вод склав 33,0 млн.м<sup>3</sup>, порівняно з 33,4 млн.м<sup>3</sup> у 2012 році. Зафіксовано збільшення обсягів скидання недостатньо очищених зворотних вод: у 2013 році їх було скинуто 0,704 млн.м<sup>3</sup>, у порівнянні з 0,254 млн.м<sup>3</sup> у 2012 році, що, в основному, пов'язано з неефективною роботою очисних споруд. Додатково, у 2013 році було скинуто у водні об'єкти 0,117 млн.м<sup>3</sup> неочищених зворотних вод.

Загальний вміст забруднюючих речовин у скинутих у поверхневі водні об'єкти зворотних водах зменшився з 22154,698 тон у 2012 році до 20634,712 тон у 2013 році.[6]

Загальна кількість забруднюючих речовин, які потрапили у поверхневі водні об'єкти через скид зворотних вод, зменшилася з 22154,698 тон у 2012 році до 20634,712 тон у 2013 році.

Аналізуючи дані про використання та відведення води різними галузями економіки Хмельницької області, можна визначити наступне:

а) Електроенергетика: Галузь використовує значні обсяги води для виробничих потреб, але відведення зворотних вод здійснюється без забруднення та очищення.

б) Житлово-комунальне господарство: Забезпечення побутово-питних потреб водою є значущою частиною загального використання, проте частка забруднених вод також велика. Є потреба в подальшій роботі щодо очищення цих стічних вод.

в) Сільське господарство: Галузь використовує воду для сільськогосподарських потреб, при цьому виробничі відпрацьовані води збільшуються з року в рік. Ефективне використання та очищення цих вод може бути ключовим для збереження якості водних ресурсів.

г) Харчова промисловість та інші галузі: Забруднення та відведення води відбувається в обсязі, який вимагає уваги щодо зменшення впливу на довкілля та покращення систем очищення.

д) Транспорт та будівельні матеріали: Ці галузі використовують воду у помірних обсягах, але існують можливості для оптимізації та вдосконалення процесів використання води та обробки стічних вод.

Загальна картина свідчить про необхідність ретельного планування та впровадження заходів щодо збалансованого та екологічно безпечного використання водних ресурсів в різних галузях економіки області.

#### **2.4.2. Стан поверхневих водних об'єктів Хмельницької області**

Серед основних проблем водних ресурсів у регіоні, наявність значного обсягу забруднювальних речовин у річках внаслідок викидів зворотних вод і площинного змиву є серйозною проблемою. Також важливим аспектом є надмірне регулювання річкового стоку через створення штучних водних об'єктів. Це призводить до додаткових витрат води на випаровування, уповіль-

нення водообміну та, в результаті, погіршення якості води і деградації русел.[5]

Стан екології поверхневих вод в області систематично контролюється рядом установ. Зокрема, Хмельницький обласний центр з гідрометеорології проводить моніторинг на 5 контрольних створах, Регіональний офіс водних ресурсів в області веде спостереження на 3 контрольних створах щодо 6 водних об'єктів (в порівнянні з минулим роком, коли це число становило 14 контрольних створів). Додатково, Державне управління "Хмельницький обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України" взяло на себе відповідальність за моніторинг 3 створів на водоймах 1-ї категорії та 65 створів на водоймах 2-ї категорії.[20]

### **3. ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**

#### **3.1. Дефіцит водних ресурсів та періодичні водні кризи.**

##### **3.1.1. Дефіцит води в Хмельницькій області**

Я можу зазначити деякі загальні фактори, які можуть впливати на дефіцит водних ресурсів в регіонах.

а) Кліматичні зміни: Зміни клімату можуть призводити до збільшення або зменшення кількості опадів в регіоні, що впливає на доступність води. 2.

б) Неефективне використання водних ресурсів: Інтенсивне сільське господарство, промисловість і міське споживання можуть використовувати воду неефективно, призводячи до дефіциту.

в) Забруднення водойм: Забруднення водойм може погіршувати якість води і зменшувати її придатність для використання.

г) Зростання населення: Збільшення населення може призводити до збільшення попиту на водні ресурси, що може перевищити їхню доступність.

У 2020 році на Хмельниччині вперше за багато років зафіксовано падіння рівня води до 1 метра в річках порівняно зі звичайною квітневою нормою. Така ситуація виникла через безсніжну зиму та відсутність дощів. Це створює загрозу дефіциту питної води для окремих міст та господарств області. Інформацію про це повідомив Юрій Демінський, начальник регіонального офісу водних ресурсів у Хмельницькій області, в ефірі Українського радіо «Поділля-центр».

За його словами, проблема низької водності на території області триває вже п'ятий рік, і кожен рік ситуація лише погіршується. У 2020 році водність стала настільки мала, що на багатьох річках відсутні санітарні витрати, що означає, що вода не поступає у водойми, а річки ще більше міліють.

За словами Демінського, найбільше відчуття від відсутності питної води можуть пережити жителі міста Полонне. Міста Полонне та Кам'янець-Подільський використовують поверхневу воду, і ситуація в Полонному є особливо важкою. Вживаються всі можливі заходи, щоб забезпечити населення питною водою, зокрема, використовують водні об'єкти вище за течією, і проводять корекції водопостачання кожен місяць.

У місті Кам'янець-Подільський ситуація поки що трошки краща, оскільки вони отримують воду з водосховища Дністра, де у цьому році було більше води через снігопади в Карпатах. Однак невідомо, чи вистачить цього запасу води на весь рік.

Демінський закликав надавати пріоритет господарствам, що мають документи і дозволи на водокористування, зокрема, на питне водопостачання, у часи обмеженого водопостачання. Ті, хто використовує воду без дозволу, будуть піддаватися дискримінації.

За наданою інформацією, в регіоні Хмельницької області, спостерігалось падіння рівня води в річках. Така ситуація виникла через безсніжну зиму та відсутність дощів. Низький рівень води в річках мав вплив на якість та кількість водних ресурсів в області.

Зазначено, що це був п'ятий рік поспіль з низькою водністю, і ситуація з кожним роком погіршувалась. На той момент, водність була настільки низькою, що деякі річки мали відсутність санітарних витрат, і вода не поступала у водойми, що призводило до міліті річок.

Зазначено також, що мешканці міста Полонне та інших населених пунктів можуть стати першими, хто відчує дефіцит питної води. Адміністративні заходи проводилися для забезпечення питною водою мешканців, зокрема, відбирання води у тих, хто не використовує її, та надання пріоритету водопостачанню міста Полонне.

У контексті ситуації йдеться і про водозабір міста Кам'янець-Подільський на водосховищі Дністра, і зазначається, що тодішні запаси води



на Дністровському водосховищі були трошки кращими, враховуючи наявність снігу у Карпатах.

Наголошено, що у період обмежених водних ресурсів пріоритет буде надаватися тим господарствам, у яких є документи і дозволи на водокористування, зокрема, для забезпечення питною водою.

### **3.1.2. Заходи щодо зменшення ризику водних криз**

Щоб зменшити вплив водних криз, можна розглядати такі заходи:

а) Ефективне використання води: Підтримка програм та технологій, спрямованих на ефективне використання води в сільському господарстві, промисловості та побутовому споживанні.

б) Сприяння водозбереженню: Розвиток і впровадження технологій та методів, які допомагають зберігати та очищати воду для подальшого використання.

в) Екосистеми та охорона природи: Збереження та відновлення природних водних екосистем, які грають важливу роль у регулюванні водних ресурсів.

г) Освіта та інформаційна діяльність: Підвищення обізнаності громадськості щодо раціонального використання водних ресурсів та важливості водозбереження.

д) Системи управління водними ресурсами: Розробка та впровадження ефективних систем управління водними ресурсами на рівні місцевої та державної влади.

## **3.2. Забруднення водних ресурсів та вплив на екосистему**

### **3.2.1. Проблеми водних ресурсів Хмельницької області та аспекти пов'язані з цим**

Серед основних проблем водних ресурсів у регіоні виділяється значна кількість забруднювальних речовин у річках, яка виникає внаслідок викидів зворотних вод та площинного змиву. Також важливою проблемою є експансивне регулювання річкового стоку за допомогою штучних водних об'єктів. Це викликає додаткові витрати води на випаровування, призводить до уповільнення водообміну та, в кінцевому підсумку, сприяє погіршенню якості води та деградації русел.[4, 5, 7]

Здійснюючи державний моніторинг поверхневих вод Хмельницької області, виявлено поступове погіршення якості води. Кліматичні зміни, зменшення водності рік, та великі об'єми скидів недостатньо очищених стічних вод внаслідок неефективної роботи очисних споруд призводять до збільшення вмісту забруднюючих речовин та біогенних елементів у воді. [4, 5, 7]

Басейн Південного Бугу визначається великою кількістю штучних ставків і водосховищ, що робить його лідером в Україні з цього питання. Загальна площа водних об'єктів становить 79 тис. га, що вдвічі перевищує природну площу. Штучні водойми зберігають 40% річного стоку басейну, але це призводить до ряду проблем, зокрема інтенсивного заростання водною рослинністю. [4, 5]

Більшість ставків є "малими", з площею до 5 га і глибиною 0,5-1,5 м, що сприяє їхньому активному заростанню. Занадто велика регуляція стоку річок водосховищами та ставками веде до сповільнення течії та накопичення відходів від промислових підприємств та сільгоспугідь.

Самовільне будівництво ставків та порушення експлуатаційних правил призводять до обміління та заростання русел, зміни рівня ґрунтових вод, підтоплення лук і заболочення. Багато ставків перешкоджають повеневій

воді, обмежуючи розливання по заплаві та заважаючи збагаченню заплавлених луків.

Надзвичайно важливо визнати, що збереження та охорона водних ресурсів стає надзвичайно актуальною проблемою, особливо в умовах змін клімату та зростання антропогенного тиску на водні екосистеми.

Описані проблеми водного господарства Хмельницької області свідчать про важливі аспекти:

1. Зміна клімату: Кліматичні зміни призводять до нестабільності водних режимів річок та водосховищ. Безсніжні зими та недостатні опади погіршують ситуацію, зменшуючи водні ресурси та погіршуючи якість води.

2. Надмірна регуляція річок: Штучні водойми та водосховища, хоча і можуть здійснювати корисні функції, також призводять до ряду проблем, таких як заростання рослинністю та накопичення відходів.

3. Самовільне будівництво ставків: Ця проблема може погіршити ситуацію, призводячи до зміни гідрологічного режиму та забруднення водойм.

### **3.2.2. Заходи щодо покращення стану водних об'єктів які були проведені**

У 2020 році з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища виділено суму 7 319,0 тис. грн на виконання різноманітних заходів з розвитку та покращення екологічного стану. Основні напрямки цих заходів включають:

а) Погашення кредиторської заборгованості:

• Проведено погашення зареєстрованої кредиторської заборгованості у сумі 275,0 тис. грн на об'єкті "Реконструкція очисних споруд Хмельницької обласної психіатричної лікарні № 1 в с. Скаржинці Ярмолинецького району Хмельницької області".

б) Реконструкція систем відведення та очищення стічних вод:

- Здійснено роботи з реконструкції системи відведення та очищення стічних вод Хмельницького обласного госпіталю ветеранів війни на суму 4 183,0 тис. грн, включаючи 3 019,1 тис. грн з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища та 1 163,9 тис. грн з місцевого бюджету.

в) Роботи, спрямовані на покращення стану водних об'єктів:

- Проведено ряд реконструкційних та будівельних робіт для покращення стану водних об'єктів у регіоні, включаючи реконструкцію очисних споруд Красилівського ПВКГ с. Заставки Красилівського району та будівництво систем роздільної каналізації у містах Хмельницький, Славута, Кам'янець-Подільський та Шепетівка.

г) Інші заходи:

- Проведено капітальний ремонт та модернізацію обладнання на свердловинах м. Хмельницький, відновлено зони суворого режиму артезіанських свердловин та виготовлено проєктно-кошторисну документацію для капітального ремонту річки Кудрянка у м. Хмельницький.

д) Біологічна меліорація та благоустрій водойм:

- Виконано роботи з біологічної меліорації водосховища в м. Хмельницький та з поліпшення технічного стану та благоустрою водойм у м. Хмельницький.

Ці заходи спрямовані на покращення екологічного стану водних ресурсів та забезпечення сталого використання природних ресурсів в області.

### **3.3. Ефективність водокористування та потреби регіону.**

#### **3.3.1. Стратегії щодо підвищення ефективності водокористування в області**

Ефективність водокористування є ключовим аспектом сталого використання водних ресурсів. Це важлива проблема, особливо у зв'язку зі зменшенням кількості доступної води в деяких регіонах через кліматичні зміни, а також неефективне використання води у промисловості та сільському господарстві. Ось кілька ключових аспектів та стратегій, які можуть підвищити ефективність водокористування:

1. Використання технологій для ефективного зрошення в сільському господарстві: Використання сучасних систем зрошення, таких як крапельне зрошення або мікрозрошення, може значно зменшити втрати води через паростковий тиск та випарування, забезпечуючи точне та ефективне зрошення рослин.

2. Підтримання та модернізація водопостачальних і каналізаційних систем: Вдосконалення та модернізація систем водопостачання та каналізації можуть допомогти у зменшенні витрат води через виявлення та ліквідацію витоків, а також впровадження технологій очищення стічних вод.

3. Стимулювання використання енергоефективних технологій: Зменшення споживання енергії в системах водопостачання та обробки води може призвести до зменшення витрат води, також допомагаючи зменшити екологічний відбиток.

4. Впровадження систем управління водними ресурсами: Використання сучасних систем моніторингу та управління може допомогти відстежувати використання води, передбачати підвищення чи зниження її рівня та оптимізувати процеси водопостачання та водовідведення.

5. Екологічна освіта та свідоме водокористування: Підвищення рівня свідомості громадян, підприємств та сільськогосподарських підприємств що-

до ефективного водокористування, а також заохочення впровадження екологічно чистих практик можуть вплинути на загальний попит на водні ресурси.

6. Розробка та виконання стратегій адаптації до кліматичних змін: Ураховання впливу змін клімату на доступність води і використання ресурсів у розробці стратегій водопостачання та управління водними ресурсами. Ці стратегії можуть сприяти покращенню ефективності водокористування та забезпеченню сталого використання водних ресурсів в майбутньому.

Ці стратегії можуть сприяти покращенню ефективності водокористування та забезпеченню сталого використання водних ресурсів в майбутньому.

### **3.3.2. Водокористування та забір води в Хмельницькій області**

Дані представляють показники забору та використання води в різні роки. Розглянемо основні тенденції:

1. Забір води з природних водних об'єктів: Забір води з природних джерел зменшився з 365,82 млн куб. м у 1990 році до 99,028 млн куб. м у 2020 році.

2. Споживання свіжої води: Споживання свіжої води також зменшилося, але відзначається певними коливаннями. З 362,93 млн куб. м у 1990 році до 80,240 млн куб. м у 2020 році.

3. Втрати води при транспортуванні: Втрати води при транспортуванні залишаються на рівні приблизно 10 млн куб. м щорічно з 1990 по 2020 рік.

4. Загальне водовідведення: Загальне водовідведення зменшилося з 236,19 млн куб. м у 1990 році до 45,305 млн куб. м у 2020 році.

5. Обсяг оборотної та послідовно використаної води: Обсяг оборотної та послідовно використаної води збільшився з 1271,49 млн куб. м у 1990 році до 3274 млн куб. м у 2019 році.

6. Частка оборотної та послідовно використаної води: Частка оборотної та послідовно використаної води відносно загального водовідведення зростає значно, досягнувши 3726,8% у 2019 році.

7. Потужність очисних споруд: Потужність очисних споруд збільшилася в порівнянні з 1990 роком та залишалася на рівні близько 140 млн куб. м у 2017-2019 роках.

Отже, можна відзначити загальний тренд до зменшення споживання та водовідведення, а також до більшого оборотного використання води.

Згідно із звітом, поданим за формою № 2ТП-водгосп (річна) для 2020 року, можна визначити деякі ключові аспекти використання та забору води в Хмельницькій області:

а) Загальний забір води:

• Забір води у 2020 році становив 99,028 млн м<sup>3</sup>, що на 11,178 млн м<sup>3</sup> більше, ніж у 2019 році.

б) Походження забраної води:

• З природних поверхневих водних об'єктів забрано 58,854 млн м<sup>3</sup>, що порівняно з 2019 роком (47,18 млн м<sup>3</sup>) є збільшенням. З підземних водоносних горизонтів забрано 40,174 млн м<sup>3</sup>, що становить невелике зменшення порівняно із 2019 роком (40,67 млн м<sup>3</sup>).

в) Використання води:

• Використання води зросло з 70,48 млн м<sup>3</sup> до 80,24 млн м<sup>3</sup> порівняно із минулим роком. Збільшилося використання води на виробничі потреби (з 35,38 млн м<sup>3</sup> до 51,755 млн м<sup>3</sup>), але зменшилося на побутово-питні потреби (з 26,52 млн м<sup>3</sup> до 27,264 млн м<sup>3</sup>).

г) Водокористувачі:

• У суббасейні річки Прип'ять найбільші об'єми забору поверхневої води здійснювали різні організації та підприємства, включаючи ВП "Хмельницька АЕС", КП "Полонне тепловодопостачання", ПАТ "Хмельницькрибгосп" та інші.

- В басейні Південного Бугу найбільшими водокористувачами були ТОВ "Наркевицький цукровий завод", ПАТ "Хмельницькрибгосп", МКП "Хмельницькводоканал" та інші.

д) Водозабезпечення в сільських районах:

- У сільських районах найчастіше водоспоживання здійснюється з криниць та комунальних водопроводів. Зазначається, що через сухі періоди будується більше сільських водопроводів.

е) Водозабезпечення в районах із дефіцитом підземних вод:

- Райони, такі як Придністров'я і Хмельницьке Полісся, забезпечуються питною водою за рахунок поверхневих водозаборів через недостаток підземних вод.

Загальний висновок полягає в тому, що в 2020 році спостерігалася збільшена активність у заборі та використанні води порівняно із попереднім роком. Водозабезпечення було здійснене за рахунок як поверхневих, так і підземних джерел. Заходи у сфері водозабезпечення та водовідведення реалізовані в різних регіонах області.

Незважаючи на загальне покращення ситуації, важливо продовжувати моніторинг використання водних ресурсів та впроваджувати раціональні технології для зменшення втрат води та підтримки стійкого водного господарства. Також, з урахуванням викликів кліматичних змін та зростаючих потреб у воді, важливо розвивати стратегії сталого використання водних ресурсів в майбутньому.



### **3.4. Соціоекономічні аспекти водокористування в області.**

#### **3.4.1. Ключові соціоекономічні аспекти водокористування в Хмельницькій області**

Соціоекономічні аспекти водокористування в Хмельницькій області визначаються великою мірою економічною діяльністю та соціальними потребами населення та підприємств. Нижче розглянуті ключові аспекти цього питання:

##### **а) Промисловість та виробництво**

•Водоспоживання виробництва: Багато промислових підприємств використовують значні об'єми води для виробничих потреб. Зменшення водних ризиків та підвищення ефективності використання водних ресурсів є ключовим завданням для сталого розвитку промисловості.

##### **б) Сільське господарство**

•Зрошення та полив: Сільське господарство вимагає великих обсягів води для зрошення та поливу. Важливо раціоналізувати використання води в сільському господарстві, впроваджуючи ефективні системи поливу та вдосконалюючи методи збереження вологи.

##### **в) Населення та комунальні служби**

•Питна вода та водопостачання: Забезпечення населення якісною питною водою та ефективним водопостачанням є важливими завданнями. Розробка та підтримка інфраструктури водопостачання та водовідведення визначає рівень комфорту та гігієни в містах та селах.

##### **г) Туризм та рекреація**

•Водні рекреаційні зони: Водні ресурси також можуть бути використані для розвитку туризму та рекреації. Створення та управління рекреаційними об'єктами, які базуються на водах, може сприяти розвитку регіональної економіки.

д) Охорона навколишнього середовища

- Збереження водних екосистем: Важливо враховувати вплив водокористування на водні екосистеми. Охорона річок, озер та водосховищ є важливими завданнями для збереження природного багатства регіону.

е) Водні інфраструктурні проекти:

- Будівництво та утримання гідротехнічних споруд: Розвиток водокористування часто пов'язаний з будівництвом та утриманням гідротехнічних споруд, таких як водосховища, дамби та інші інфраструктурні об'єкти.

Співвідношення між соціальними та економічними аспектами водокористування визначається балансом між задоволенням потреб населення, забезпеченням підприємств і збереженням природних ресурсів. Розуміння цього балансу допомагає сформулювати стратегії розвитку, спрямовані на сталу та ефективну експлуатацію водних ресурсів.

Додатково, важливо враховувати глобальні та регіональні виклики, такі як зміни клімату, що можуть вплинути на доступність водних ресурсів у регіоні. Співпраця між різними секторами суспільства, використання інноваційних технологій та впровадження сталого водокористування можуть допомогти забезпечити ефективне та стале використання водних ресурсів в Хмельницькій області.

### **3.4.2. Зв'язок між соціоекономічними та екологічними аспектами**

Соціально-економічні аспекти водозабезпечення та водокористування є важливими складовими єдиного соціально-екологічного простору водно-господарського комплексу (ВГК) регіону. Взаємозв'язок між якістю води, епідеміологічним станом, доступністю води та рівнем споживання визначає якість життя населення.[14, 15]

Забруднення води та екологічний стан водних ресурсів можуть впливати на здоров'я населення і загальну якість життя. Споживання забрудненої води може викликати епідеміологічні проблеми та погіршувати санітарно-гігієнічні умови.[14, 15]

Зокрема, зрошувальне землеробство може призводити до негативних екологічних наслідків. Неправильна експлуатація зрошувальних систем може викликати перевитрати води, підняття рівня підземних вод, а в результаті - проблеми з підтопленням, засоленням та осолонцюванням ґрунтів. Зрошення також може сприяти ерозії ґрунтів, деградації аграрних ландшафтів та іншим проблемам, що впливають на якість навколишнього середовища.[14, 15]

Урахування цих аспектів важливо для розробки сталої стратегії водокористування, яка б враховувала соціальні та екологічні потреби регіону, сприяла покращенню якості життя населення та збереженню природних ресурсів.

## **4. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**

### **4.1. Інноваційні підходи до водокористування та обробки води.**

#### **4.1.1. Приклади іноваційних підходів водокористування та обробки води**

Інноваційні підходи до водокористування та обробки води відіграють ключову роль у забезпеченні сталого водопостачання та ефективного використання водних ресурсів Хмельницької області. Ось деякі інноваційні технології та підходи, які використовуються в цьому контексті:

##### **а) Використання технологій очищення води**

- Мембранні технології: Використання мембран для утримання забруднень та мікроорганізмів забезпечує високий рівень очищення води.

- Наноматеріали: Використання наноматеріалів для фільтрації та поглиблення очищення води від забруднень.

##### **б) Вдосконалення систем водопостачання**

- Системи збору дощової води: Встановлення систем, які збирають та використовують дощову воду для різноманітних цілей, зокрема поливу, прибирання та інших побутових потреб.

- Розумні системи керування водоспоживанням: Використання технологій "Інтернет речей" (IoT) для ефективного керування та моніторингу систем водопостачання.

##### **в) Альтернативні джерела води**

- Переробка стічних вод: Використання технологій для очищення стічних вод та їх подальше використання для різних потреб, наприклад, поливу або промислових процесів.

- Опреснювання морської води: Використання технологій опреснювання для отримання питної води з морської води.

г) Ефективне використання води

- Технології зменшення витрат води: Використання ефективних технологій та устаткування для зменшення витрат води в різних галузях, зокрема в сільському господарстві та промисловості.

- Інтеграція систем водовикористання: Розробка інтегрованих систем, які забезпечують ефективне використання води та розподіл її відповідно до потреб.

д) Зелені інфраструктурні рішення

- Використання природних систем очищення: Відновлення та заохочення природних екосистем для очищення води, таких як мокрощі та водні біотопи.

е) Екологічно орієнтовані практики в сільському господарстві

- Системи збереження води: Впровадження систем збереження води в сільському господарстві, таких як крапельниця та системи орошення з точністю.

Інновації в сфері водокористування та обробки води допомагають забезпечити сталість водних ресурсів, зменшити негативний вплив на довкілля та забезпечити населення та промисловість якісною та безпечною водою.

#### **4.1.2. Іноваційні технології обробки води**

Існує кілька інноваційних технологій і практик в галузі водокористування та обробки води. Ось кілька з них:

а) Очищення води за допомогою наноматеріалів:

- Використання наноматеріалів, таких як наночастинки оксиду заліза чи вуглецеві нанотрубки, для очищення води від забруднень. Це може бути особливо ефективно для видалення важких металів і хімічних сполук.[8]

б) Опромінювання води:

- Застосування ультрафіолетового або іншого видимого випромінювання для знищення бактерій, вірусів та інших патогенів у воді без використання хімікатів.

в) Використання облаштувань зеленого будівництва:

- Створення природних або штучних екосистем, таких як багаторічні водойми, які можуть служити для очищення та фільтрації стічних вод.

г) Освітлення води сонячним промінням:

- Застосування сонячних панелей для енергозабезпечення систем очищення води та зменшення енерговитрат.

д) Використання оброблених стічних вод:

- Повторне використання стічних вод для поливу, промислових потреб, або для інших непитних цілей.

е) Інтелектуальні системи моніторингу:

- Використання сучасних технологій сенсорів та систем штучного інтелекту для моніторингу якості води в режимі реального часу.

ж) Мембранні технології:

- Застосування мембран для фільтрації води, що дозволяє видалити бактерії, віруси і забруднюючі речовини.

Ці інноваційні підходи вирішують проблеми ефективності водокористування, забезпечують екологічно чисте оброблення води та сприяють раціональному використанню водних ресурсів.

#### **4.1.3. Метод мембранної фільтрації як один із перспективних напрямків удосконалення систем водопостачання і водовідведення**

Збільшення скидання стічних вод негативно впливає на якість води водних об'єктів, зокрема збільшує вміст завислих речовин, розчинених органіч-

них сполук, концентрацію нафти і нафтопродуктів, синтетичних поверхнево-активних речовин та інших забруднюючих речовин. Враховуючи загострення екологічної проблеми, актуальним стає пошук нових методів очистки стічних вод, зокрема таких, які можуть бути застосовані при каналізації малих населених пунктів, включаючи окремо розташовані військові частини.[8]

Один із перспективних напрямків удосконалення систем водопостачання і водовідведення – це використання сучасних технологій, зокрема мембранного методу очистки води, відомого як мембранний розподіл.[1, 8]

Мембранний метод водоочистки є унікальним підходом, який використовує мембрани для фільтрації та очищення води від різних забруднюючих речовин. Цей метод дозволяє ефективно видаляти частки, бактерії, органічні сполуки та інші забруднення, забезпечуючи високий ступінь очищення води.

Використання мембранного розподілу є перспективним в контексті каналізації малих населених пунктів, включаючи окремі військові частини. Цей метод може бути високоефективним, енергоефективним і займати менше простору, що робить його зручним для використання в умовах обмежених ресурсів.[1, 8]

Такий підхід сприяє не лише покращенню якості води водних об'єктів, а й розв'язанню проблем водовідведення в малих населених пунктах, включаючи військові об'єкти.

Мембранний розподіл виконується або під тиском, або під впливом електричного струму, наприклад, у процесі електродіалізу. Мембранний розподіл під тиском поділяється за розміром пор мембран на декілька типів, враховуючи розмір затриманих частинок:

а) Мікрофільтрація: Цей метод використовує мембрани з порами розміром від приблизно 0,1 до 10 мікрметрів. Він ефективний у видаленні бактерій, великих частинок із води, залишаючи розчинені речовини та іони.

б) Ультрафільтрація: Мембрани для ультрафільтрації мають пори розміром від 0,005 до 0,1 мікрметра. Цей метод використовується для видалення бактерій, вірусів, органічних молекул і важких металів.

в) Нанофільтрація: Використовує мембрани з порами розміром приблизно 0,001 мікрметра. Нанофільтрація ефективна для видалення найменших бактерій, вірусів, органічних і неорганічних сполук.

г) Зворотний осмос: Цей метод використовує мембрани з найменшими порами, розмір яких менше 0,001 мікрметра. Процес зворотного осмосу ефективно усуває солі, мінерали, важкі метали і інші речовини з води, залишаючи її практично демінералізованою.

Мембранний розподіл застосовується в системах очищення води для пиття, промислових потреб, інших технологічних процесах та очищення стічних вод. Ці технології дозволяють досягти високої ефективності видалення забруднень та забезпечують безпечніше використання водних ресурсів.[1, 8]

Мікрофільтрація з води вилучає зважені речовини, колоїди, деякі види мікроорганізмів і метали, фосфор, а також знижує її жорсткість. Ультрафільтрація в воді знижує концентрацію завислих речовин, колоїдів і деяких органічних забруднень, видаляє бактерії і деякі види вірусів, знижується жорсткість води. Нанофільтрація видаляє з води пестициди, двовалентні аніони, знижує її жорсткість. За допомогою зворотного осмосу з води видаляється більшість солей, нітрати, нітроти, аміак, фосфор, фторіди, а також радіоактивні речовини. Мембранний розподіл використовується для очищення природних вод, а також для господарсько-побутових стоків.[1, 8]

Технологія мембранного розподілу сумісно з традиційною біологічною очисткою здатна видалити із господарсько-побутових стічних вод біорезистентні, токсичні і канцерогенні речовини. Перша установка такого типу - мембранний біореактор (МБР) був введений в дію у 1997 р. у місті Мілтон (Канада). В апаратах цього типу об'єднуються біологічна очистка з ультра або мікрофільтрацією. На даний час у світі працює більше 2000 установок типу мембранного розподілу в країнах, таких як Італія, Німеччина, США та інші.

ЗАТ «Новокуйбишевська нафтохімічна компанія» провела дослідження з очищення стічних вод нафтопереробного заводу, використовуючи дані ус-



тановок. Результати досліджень показали, що концентрація нафтопродуктів у стічній воді знизилась з 21 мг/л до 0,5-1,2 мг/л, концентрація зважених речовин з 25-30 мг/л до 0,5-1 мг/л, азоту амонійного – з 5-6 мг/л до 0,5-1 мг/л, ХПК - з 180 мг/л до 50-70 мг/л, а БПК<sub>5</sub> – з 30-40 мг/л до 0,5-1 мг/л.

Дослідження, проведені українськими вченими на НПФ "Екотон" (м. Харків), вказують на ряд переваг мембранних біореакторів у сфері очищення стічних вод:

- Ефективне очищення: Забезпечення очищення стічних вод до нормативів, що визначені для скидання в об'єкти рибогосподарського значення, що підтверджує високу ефективність технології.

- Мала площа споруд: Мембранні біореактори дозволяють оптимізувати використання земельної площі, зменшуючи необхідну площу для розміщення споруд.

- Мінімальний розмір санітарно-захисної зони: Зменшення потреби у великих санітарно-захисних зонах, що полегшує розміщення установок в місцях з обмеженим простором.

- Мінімізація утворення опадів: Зменшення утворення відходів під час процесу очищення, сприяючи екологічно чистому підходу.

- Дистанційний контроль: Можливість віддаленого моніторингу роботи установки через Інтернет або стільниковий зв'язок, що забезпечує ефективне та зручне управління.

- Повторне використання води: Можливість використання очищених стічних вод у виробничих процесах чи для інших цілей, сприяючи раціональному використанню водних ресурсів.

При очищенні міських стічних вод за допомогою мембранних біореакторів отримані наступні результати:

- БПК<sub>повн.</sub> (біохімічна потреба в кисні, повна): Менше 3 мг/л, що свідчить про високу ефективність видалення біохімічно активних сполук із стічних вод.

- Азот амонійний: Менше 0,35 мг/л, що вказує на успішне зниження концентрації амонію у воді під час очищення.

- Зважені речовини: Менше 2 мг/л, що свідчить про ефективність видалення суспендованих та твердих частинок.

- Ефективність видалення фосфору: Більше 90–95%, що свідчить про високий ступінь очищення від фосфорних сполук.

- Ефективність видалення азоту: Більше 70–80%, що показує успішність видалення азотних сполук під час очищення стічних вод.

- Ефективність видалення бактерій: 99,99%, що свідчить про високий ступінь дезінфекції та видалення бактерій.

- Ефективність видалення вірусів: 99%, вказуючи на ефективність очищення від вірусів у стічних водах.

До недоліків установок слід віднести:

- 1) Необхідність утилізації концентрату: Процес очищення води за допомогою мембранних біореакторів супроводжується утворенням концентрату, який потребує відповідної утилізації, що може бути екологічно та економічно неефективним.

- 2) Складність експлуатації: Включає в себе аспекти, такі як консервація непрацюючих мембран, їх зберігання і регенерація. Також важливо врахувати чутливість мембран до забруднень, що може вимагати попередньої очистки води перед проходженням через систему.

- 3) Відносно невеликий строк служби: Для мікро- і ультрафільтраційних мембран становить 1-8 років, а для зворотньоосмотичних - 3-5 років. Це може призводити до необхідності частої заміни та обслуговування обладнання.

- 4) Велика імовірність виходу мембран із ладу: У системах з мембранами існує ризик їх поломок або виходу із ладу, що вимагає оперативних втручань та заміни.

Тем не менш, мембранний розподіл знайшов широке використання в системах водопостачання та водовідведення, завдяки своїм перевагам у видаленні різноманітних забруднень і забезпеченні високої якості очищення води.

## **4.2. Зелені технології та сталість водних ресурсів.**

### **4.2.1. Зелені технології та їх класи**

"Зелені технології" представляють собою результат проведення досліджень в широкому спектрі наукових дисциплін, включаючи хімію, матеріалознавство та науки про життя. Вони розглядаються як універсальний інструмент для конвергенції інших технологій і джерел економічного зростання у XXI столітті. Інновації в галузі "зелених технологій" або екоінновації спрямовані на впровадження нових продуктів і процесів з метою зменшення використання природних ресурсів і утворення шкідливих речовин протягом усього життєвого циклу продукції. Вони сприяють вдосконаленню, впровадженню і здешевленню зелених технологій.[8]

Відповідно до сфер впровадження розглядають такі класи "зелених технологій":

а) Загальне екологічне управління:

- Зменшення забруднення повітря та води.
- Управління відходами.
- Відновлення ґрунтів.
- Екологічний моніторинг.

б) Виробництво енергії:

- З відновлюваних і альтернативних негорючих джерел.

в) Спалювання:

- З потенціалом зменшення викидів парникових газів.

г) Пом'якшення змін клімату:

- Уловлювання та зберігання парникових газів.

д) З непрямим внеском:

- Енергозбереження.
- Виробництво водню.
- Паливні комірки.

е) Зі зменшенням викидів на транспорті:

- Зменшення викидів і підвищення ефективності використання палива.

ж) Підвищення енергоефективності в будівлях і системах освітлення:

- Включає зелену комп'ютеризацію.

"Зелені технології" постійно розвиваються і замінюються більш досконалими. Також вдосконалюється класифікація та склад індикаторів, що відображають їхню ефективність та сталість удосконалення.

#### **4.2.2. Сталість водних ресурсів**

"Сталість водних ресурсів" вказує на здатність утримувати стабільний стан та доступність водних ресурсів протягом тривалого періоду часу, забезпечуючи їх ефективне використання для задоволення потреб людей та підтримання екосистем.

Основні аспекти сталості водних ресурсів включають:

а) Збереження кількісного та якісного стану води:

- Збереження відповідної кількості води в природних водоймах та ґрунтах.

- Збереження якості води шляхом запобігання забрудненню та використання ефективних методів очищення.

б) Ефективне використання водних ресурсів:

- Розумне та економне використання води в промисловості, сільському господарстві, господарстві та інших галузях.

- Застосування водозберігаючих технологій та методів.

в) Охорона водних екосистем:

- Збереження та відновлення природних екосистем, які забезпечують збереження водних ресурсів та регулюють їх якість.

г) Стійкість до змін клімату:

- Розробка стратегій та інфраструктури, що можуть пристосовуватися до змін клімату та зберігати стійкість водних ресурсів.

д) Взаємодія зі спільнотами:

- Залучення громадськості до процесу управління та використання водних ресурсів.

- Врахування потреб та поглядів місцевих спільнот у плануванні та реалізації проектів з водокористування.

е) Попередження водних криз:

- Розробка систем попередження та управління водними кризами, такими як засухи, повені та інші лиха.

Сталість водних ресурсів є ключовим аспектом сталого розвитку, оскільки вода визначає життя і впливає на всі сфери діяльності суспільства та екосистеми. Збереження та стале використання води вимагає комплексного підходу та співпраці всіх зацікавлених сторін.

### **4.3. Взаємодія між громадськістю, бізнесом та владою в сфері водних ресурсів.**

#### **4.3.1. Ключові аспекти взаємодії між громадськістю, бізнесом та владою**

Взаємодія між громадськістю, бізнесом та владою в сфері водних ресурсів Хмельницької області має велике значення для забезпечення ефективного та сталого використання водних ресурсів в регіоні. Нижче представлені ключові аспекти цієї взаємодії:

а) Планування та управління:

- **Участь громадськості:** Організація громадських обговорень, консультацій та публічних слухань щодо стратегій управління водними ресурсами.

- **Прозорість та інформація:** Забезпечення доступу до інформації щодо стану водних ресурсів та розвитку проектів у сфері водокористування.

б) Спільні проекти та програми:

- **Бізнес та громадськість:** Співпраця підприємств з громадськими організаціями для реалізації спільних проектів, спрямованих на збереження водних ресурсів та покращення екологічної ситуації.

- **Публічно-приватне партнерство:** Взаємодія між бізнес-структурами та органами влади для впровадження інноваційних рішень у водному секторі.

в) Збереження та охорона природи:

- **Громадські ініціативи:** Залучення громадськості до ініціатив з охорони водних екосистем, вивчення водних біоресурсів та природних водойм.

- **Бізнес та сталість:** Реалізація сталісних бізнес-практик, спрямованих на зменшення впливу підприємств на водні ресурси та навколишнє середовище.

г) Інновації та технології:

- Взаємодія з місцевим бізнесом: Підтримка інновацій та новітніх технологій у галузі водокористування через співпрацю з місцевими підприємствами.

- Едукація громадськості: Організація інформаційних кампаній та навчальних заходів для населення щодо раціонального використання водних ресурсів.

д) Контроль та моніторинг:

- Взаємодія з органами влади: Співпраця громадськості та бізнесу з органами влади у справах моніторингу та контролю за якістю води.

- Громадські ініціативи: Організація ініціатив щодо моніторингу водних ресурсів та надання інформації про будь-які порушення екологічних норм.

Взаємодія між цими сторонами сприяє створенню більш ефективних та сталих стратегій використання водних ресурсів в Хмельницькій області, а також сприяє розвитку інфраструктури та збереженню водних екосистем. Разом із тим, ця взаємодія сприяє сталому розвитку регіону, забезпечуючи економічний зріст, соціальний комфорт та збереження природних ресурсів.

#### **4.4. Співпраця з іншими регіонами та міжнародні ініціативи.**

##### **4.4.1. Можливі напрямки співпраці та міжнародні ініціативи**

У контексті використання водних ресурсів Хмельницької області співпраця з іншими регіонами та участь у міжнародних ініціативах є важливим аспектом для ефективного управління водними ресурсами. Нижче наведено деякі можливі напрямки такої співпраці:

Обмін досвідом та найкращими практиками: Міжрегіональні форуми організують обмін досвідом та інноваціями між різними регіонами щодо оптимального використання та охорони водних ресурсів. Спільні проекти перед-

бачають реалізацію спільних ініціатив із сусідніми регіонами для оптимізації водокористування та забезпечення сталого водного господарства.

Міжнародні ініціативи та програми: Участь у програмах Європейського Союзу, спрямованих на охорону та використання водних ресурсів, а також співпраця з міжнародними організаціями, такими як Організація Об'єднаних Націй та ЮНЕП, можуть сприяти розвитку спільних заходів у галузі водного управління.

Транскордонна співпраця: Розвиток стратегій та проектів для оптимального використання водних ресурсів, які перетинають кордони з іншими регіонами, і участь у міжнародних комісіях з управління водними басейнами сприяють транскордонній співпраці.

Науково-дослідницька співпраця: Участь у міжнародних конференціях та проектах дозволяє обмінюватися науковими досягненнями та залучатися до глобальних дослідницьких ініціатив у галузі водного управління. Також співпраця у мережах науковців сприяє спільному вирішенню проблем водокористування та екології водойм.

Співпраця з іншими регіонами та активна участь у міжнародних ініціативах може допомогти обміну кращими практиками, здійсненню спільних заходів у сфері водного управління та сприяти збереженню та сталому використанню водних ресурсів.

#### **4.4.2. Окремі міжнародні проекти які були реалізовані щодо водокористування**

Протягом 1992-2001 років були укладені двосторонні міжурядові угоди щодо водного господарства на прикордонних водах між Україною та всіма суміжними країнами (Польща, Білорусь, Молдова, Румунія, Словаччина, Угорщина). Основу цих угод складають положення Конвенції з охорони і використання транскордонних водотоків і міжнародних озер.[22]



Угоди охоплюють широкий спектр питань, таких як управління водними ресурсами та їх використання, захист від негативного впливу вод, моніторинг якості вод, обмін інформацією, проведення вишукувальних та проектних робіт, впровадження водогосподарських та водоохоронних заходів та інші аспекти.[22]

З метою ефективного виконання та забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України у галузі водного господарства на прикордонних водах, Кабінет Міністрів України прийняв постанову від 10 березня 2017 року № 126 "Про призначення Уповноважених Кабінету Міністрів України з питань співробітництва на прикордонних водах та їх заступників" (із змінами). У межах цього рішення були призначені Уповноважені Уряду України, які відповідають за виконання вищезазначених міжурядових угод, а також їх заступники.

Крім того, для системного вирішення питань, передбачених угодами та забезпечення ефективного співробітництва на прикордонних водах, були створені відповідні двосторонні робочі групи. Ці групи сприяють взаємодії та вирішенню актуальних завдань, що виникають у контексті реалізації угод.

Україна ратифікувала ряд міжнародних конвенцій, спрямованих на регулювання водних ресурсів, зокрема Конвенцію з охорони і використання транскордонних водотоків і міжнародних озер, а також Конвенцію щодо співробітництва в охороні та сталому використанні ріки Дунай (Конвенція про охорону ріки Дунай), Конвенцію про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті та Рамкову конвенцію про охорону та сталий розвиток Карпат.[13]

Україна приєдналася до Протоколу про воду та здоров'я до Конвенції про охорону та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер. Головною метою цього Протоколу є сприяння охороні здоров'я та благополуччю людей на індивідуальній та колективній основі на всіх рівнях, включаючи загальнодержавний, транскордонний та міжнародний, через удосконалення управління водними ресурсами і охорону водних екосистем.

Протокол також націлений на попередження, контроль і зменшення рівня захворювань, пов'язаних із водою.

Важливим аспектом міжнародного співробітництва є участь у проєктах міжнародної технічної допомоги. За період з 2016 по 2021 роки з підтримки Європейського Союзу реалізувався проєкт "Водна ініціатива плюс Європейського Союзу для Східного партнерства". Його основна мета полягає в поліпшенні управління водними ресурсами в країнах Східного партнерства, зокрема, на території транскордонних річок. Проєкт спрямований на гармонізацію водної політики та стратегій країн Східного партнерства з Водною Рамковою Директивою ЄС та міжнародними екологічними угодами, а також на впровадження принципів інтегрованого управління водними ресурсами.

Протягом 2017-2021 років також реалізувався проєкт Глобального екологічного фонду "Сприяння транскордонному співробітництву і комплексному управлінню водними ресурсами в басейні річки Дністер". На кінець цього періоду, а саме 31 березня 2021 року, Республіка Молдова та Україна підписали спільну заяву, схваливши Стратегічну програму дій (СПД). Ця програма спрямована на те, щоб 8 мільйонів жителів басейну річки Дністер між обома країнами отримали користь від спільних заходів у сфері екологічно безпечного використання води та інших природних ресурсів, а також для збереження екосистем у регіоні.[13]

У 2020 році на території України Організацією з безпеки та співробітництва в Європі (ОБСЄ) був запроваджений проєкт з координації, що мав назву "Зміцнення спроможності для моніторингу та управління водними ресурсами на сході України".[13]

У 2021 році продовжила свою роботу співпраця з Координатором проєктів ОБСЄ в рамках нового проєкту під назвою "Підтримка планування управління водними ресурсами на сході України". Головна мета цього проєкту полягає в наданні допомоги у підготовці елементів Плану управління ризиками водного сектору Дону та у вдосконаленні планування управління водними ресурсами на сході України. Зокрема, проєкт покликаний сприяти розробці

програми заходів для досягнення екологічних цілей щодо збереження та використання водних ресурсів басейну Сіверського Дінця, а також готувати рекомендації з покращення міжвідомчої координації для реагування на небезпеки регіону, пов'язані з водним сектором.[13]

Спільно з угорськими партнерами впроваджувався проєкт "Зміцнення транскордонної безпеки заходами протипаводкової діяльності в річках Тиса-Тур" (SAFETISZA). Цей проєкт спрямований на підвищення стійкості прикордонних регіонів України та Угорщини до паводків та затоплень, за допомогою комплексних заходів. Такий підхід дозволяє адаптуватися до кліматичних змін та покращує спільне управління стихійними лихами в басейні річок Тиса.[13]

Також, спільно із словацькими партнерами реалізовувався проєкт "Спільні заходи з попередження природних катастроф у транскордонному басейні річки Уж" (FloodUZH), який використовує сучасні інформаційні технології для управління ризиками пов'язаними з паводками та засухами у транскордонному басейні річки Уж. Все це сприяє посиленню транскордонного управління водними ресурсами річок Дніпро, Дністер, Дунай (суббасейн Тиси), Сіверського Дінця. Реалізація цих проєктів також включає підготовку елементів планів управління басейнами річок та зменшення ризиків затоплень, зокрема у басейні річки Тиса.[13]

Згідно з рішенням Спільного керівного органу Програми транскордонного співробітництва Європейського Інструменту Сусідства (ЄІС) Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна на 2014-2020 роки від 30.04.2021 р., Верхньо-Тисайською дирекцією водного господарства підписано Грантовий контракт для реалізації проєкту "Створення транскордонної мережі моніторингу якості води у басейні Верхньої Тиси з подальшим розвитком і модернізацією спільної українсько-угорської гідрографічної телеметричної системи" (TiszaMonitorNet). БУВР Тиси бере участь у цьому проєкті як партнер.[13]

Проєкт передбачає реконструкцію та розширення існуючої мережі споруд АІВС "Тиса" на кордоні для ефективного моніторингу водних ресурсів та

вчасної реакції на надзвичайні ситуації, пов'язані з якістю та кількістю води на верхній ділянці річки

Здійснюється тісна співпраця з Міжнародною комісією із захисту річки Дунай (МКЗД). Представники Агентства та водогосподарських організацій, які входять до його сфери управління, активно приймають участь у роботі робочих груп МКЗД. Ці групи включають експертну групу з протипаводкового захисту, експертну групу з взаємодії з громадськістю, експертну групу інформаційного менеджменту та географічних інформаційних систем (ГІС).[13]

Ця співпраця сприяє обміну досвідом, актуальною інформацією та найкращими практиками у галузі захисту річки Дунай. Участь в експертних групах дозволяє представникам долучитися до важливих обговорень та прийняття рішень з питань протипаводкового захисту, взаємодії з громадськістю та управління інформацією та ГІС.

Цей підхід підсилює ефективність водогосподарського управління та сприяє забезпеченню стійкості річкового екосистеми, дотриманню екологічних стандартів та оптимальному використанню водних ресурсів у басейні річки Дунай.

Загалом, ці співпраці свідчать про системний та комплексний підхід до вирішення проблем водного господарства, а також підтримку сталого розвитку в регіоні з огляду на зміни клімату та інші виклики.

## ВИСНОВКИ

Водні ресурси Хмельницької області стикаються з викликами, пов'язаними зі збільшенням обсягів скидання недостатньо очищених зворотних вод, особливо у секторі сільського господарства. Недостатня ефективність роботи очисних споруд є однією з основних причин цього збільшення. Є необхідність удосконалення систем очищення та зменшення впливу виробництва на якість води. Спільні зусилля водокористувачів та органів влади можуть призвести до збалансованого та екологічно безпечного використання водних ресурсів у регіоні.

Аналіз впливу різних галузей економіки на водні ресурси Хмельницької області свідчить про складний характер використання та відведення води в регіоні. Розглянуті галузі мають різні вимоги та проблеми, які вимагають системної уваги та ефективних рішень для збереження сталості водних ресурсів та екологічної чистоти водойм. Рекомендації включають оптимізацію водокористування, впровадження більш ефективних технологій та систем очищення для забезпечення сталості та якості водних ресурсів у регіоні. Спільні зусилля влади, підприємств та громадськості необхідні для досягнення цих цілей та збереження екологічно чистого середовища для майбутніх поколінь.

Основні стратегії для підвищення ефективності водокористування включають використання сучасних технологій для ефективного зрошення в сільському господарстві, модернізацію водопостачальних та каналізаційних систем, стимулювання використання енергоефективних технологій, впровадження систем управління водними ресурсами, екологічну освіту та свідоме водокористування, а також розробку та виконання стратегій адаптації до кліматичних змін. Загальний висновок полягає в тому, що необхідно приймати комплексні заходи для забезпечення ефективного та сталого використання водних ресурсів в умовах сучасних викликів. Реалізація цих стратегій може сприяти збереженню водних ресурсів та забезпеченню їхнього сталого використання в майбутньому.

Ефективне управління водозабезпеченням та водовідведенням, включаючи модернізацію інфраструктури, грає важливу роль у раціональному використанні водних ресурсів. Крім того, розвиток стратегій адаптації до змін клімату та збалансоване врахування принципів сталого розвитку можуть сприяти сталому використанню водних ресурсів у майбутньому.

Враховуючи ці аспекти, регіон має можливість розробити та впровадити інтегровані стратегії для збалансованого та ефективного використання водних ресурсів, що забезпечить сталість та збереження цього важливого екологічного ресурсу для майбутніх поколінь.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Б.О. Саржанов. Розробка екологічно безпечних методів відновлення шнеків машин технологічного циклу утилізації гною: Дисертація. / УДК 621.867.42:621.9.048.4. 2021. 246 с.
2. Бируля О. Геологія і гідрологія Поділля. – Вінниця, 1930.
3. Внутрішні води [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://online.km.ua/geo08.html>
4. Водний фонд України: Штучні водойми — водосховища і ставки: Довідник / За ред. В. К. Хільчевського, В. В. Гребеня. — К.: Інтерпрес, 2014. — 164 с. ISBN 978-965-098-2
5. Водні ресурси області [Електронний ресурс]. – Режим доступу :URL: <https://rovrkhm.gov.ua/>
6. Гриб О.М. Антропогенний вплив на водні екосистеми: Конспект лекції. / Одеський державний екологічний університет, ДК № 5242. 2016. 194 с.
7. Департамент екології та природних ресурсів Хмельницької облдержадміністрації [Електронний ресурс] - Режим доступу: URL: <http://oblrada.km.ua/menu/right/81>
8. І.А. Василенко., Є.В. Чупринов., А.В. Іванченко та ін. Зелені технології у промисловості. *Монографія*: ТОВ «Акцент ПП». / ДК № 4766. 2014. 366 с.
9. І.В. Гончарок. Забезпечення Енергетичної незалежності промислового комплексу на засадах сталого розвитку: Дисертація. / УДК 620.9:338.432(043.3). 2020. 447 с.
10. І.І. Ковтуник. Орфографічні ресурси як туристичне та економічне багатство Хмельниччини: Наукова стаття. Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка / УДК 379.85:504.062. 2016.
11. К.И. Геренчук. Природа Хмельницької області. – Львів: Вища школа. Вид-во при Львів ун-ті, 1980. – с. 152.
12. Каталог річок України. – К.: Вид-во АН УРСР, 1957.
13. Міжнародні проекти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://davr.gov.ua/mizhnarodni-proekti>
14. Н.М. Матвеева., О.П. Коюда. Розвиток суб'єктів економічної діяльності в сучасних умовах господарювання. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції. / УДК 338.1:334.7+346](477)(06) Р64. 2022. 282 с.
15. О.А. Головка. Трансформація національної економіки в контексті реалізації євроінтеграційної стратегії: Наукове видання. Ум. друк. арк. 9,3. / ДК № 4871. 2019. 160 с.
16. Паламарчук М.М. Водний фонд України: Довідковий посібник. / М.М.Паламарчук, Н.Б.Закорчевна. — К.: Ніка-Центр, 2006. — 320 с.
17. Річки Хмельниччини. Навчальний посібник/ Видання друге/ Говорун В., Тимошук О. — Хмельницький: Поліграфіст, 2010. — 240 с.

18. Річний звіт про діяльність Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг з питань управління, використання та відтворення поверхневих водних ресурсів за 2012 рік. — Вінниця, 2013. — 222 с.

19. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. / К.: Символ-Т, 1998. 28 с.

20. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник. / К.: Ніка-Центр, 2001. 264 с.

21. Т.Г. Гілберг., Л.Б. Паламарчук., В.В. Совенко. Географія: Навчальне видання. Ум. др. арк. 22,032. Обл.-вид. арк. 21,89. / ДК № 3461. 2016. 276 с.

22. Томільцева А.І., Михайленко Л.Є., Барановська В.Є та ін. Екологічні основи управління водними ресурсами. Навчальний посібник. / № 0218/01. 2017. 216 с.

23. Хмельницьке обласне управління водних ресурсів [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://vodgosp.km.ua/>