

Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу

Людмила Миколаївна Архіпова

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ГІДРОЕКОСИСТЕМ

Івано-Франківськ
2011

УДК 504.61 (477.8)

ББК 20.1

Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: Монографія/ Л.М. Архипова – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. – 355 с.

В монографії обґрунтовані наукові основи природно-техногенної безпеки гідроекосистем, розглянуті фундаментальні властивості гідроекологічного середовища, досліджені просторово-часові закономірності змін кількісної і якісної складової гідроекологічного потенціалу рік Карпатського регіону, запропоновані результати картографічного і математичного моделювання.

Розроблена класифікація антропогенних впливів на гідроекосистеми. Запропонована ієрархічна класифікація природно-техногенних гідроекосистем. Викладені в роботі результати досліджень містять нові теоретичні дані щодо екологічної оцінки гідроекосистем.

Розглянуті концептуальні та методичні засади безпеки гідроекосистем на прикладах реалізації та практичного впровадження для різних інвестиційних проектів господарської діяльності промислових об'єктів.

Для екологів та спеціалістів, які займаються проблемами охорони і раціонального використання природних ресурсів.

Рецензенти:

О.М. Адаменко - доктор геол.-мінерал. наук, професор, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Ю.М. Лабій – доктор технічних наук, професор, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника

В.І. Парпан – доктор біологічних наук, професор, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака

Друкується за ухвалою:

*Вченої ради Івано-Франківського національного університету нафти і газу
(протокол № 07/492 від 02.09.2010)*

Автор:

доцент кафедри екології

кандидат технічних наук _____ Л.М. Архипова

Завідувач кафедри екології,

доктор технічних наук,

професор _____ Я.О. Адаменко

Член експертно-рецензійної комісії _____ В.А. Старостін

Нормоконтролер _____ Г.Я. Онуфрик

Інженер I категорії _____ Н.В. Мирка

ISBN 978-966-694-138-4

© Архипова Л.М, 2011

© ІФНТУНГ, 2011

УДК 504.61 (477.8)

ББК 20.1

Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: Монографія/
Л.М. Архипова – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. – 355 с.

В монографії обґрунтовані наукові основи природно-техногенної безпеки гідроекосистем, розглянуті фундаментальні властивості гідроекологічного середовища, досліджені просторово-часові закономірності змін кількісної і якісної складової гідроекологічного потенціалу рік Карпатського регіону, запропоновані результати картографічного і математичного моделювання.

Розроблена класифікація антропогенних впливів на гідроекосистеми. Запропонована ієрархічна класифікація природно-техногенних гідроекосистем. Викладені в роботі результати досліджень містять нові теоретичні дані щодо екологічної оцінки гідроекосистем.

Розглянуті концептуальні та методичні засади безпеки гідроекосистем на прикладах реалізації та практичного впровадження для різних інвестиційних проектів господарської діяльності промислових об'єктів.

Для екологів та спеціалістів, які займаються проблемами охорони і раціонального використання природних ресурсів.

Рецензенти:

О.М. Адаменко - доктор геол.-мінерал. наук, професор, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Ю.М. Лабій – доктор технічних наук, професор, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника

В.І. Парпан – доктор біологічних наук, професор, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака

Друкується за ухвалою:

Вченої ради Івано-Франківського національного університету нафти і газу (протокол № 07/492 від 02.09.2010)

ISBN 978-966-694-138-4

© Архипова Л.М, 2011

© ІФНТУНГ, 2011

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОЕКОСИСТЕМ	7
1.1. Поняття «конструктивна гідроекологія»	7
1.2. Гідроекологічне середовище	14
1.3. Гідроекосистеми, їх властивості і типізація.....	25
1.4. Природно-техногенні гідроекосистеми.....	33
1.5. Гідроекологічний потенціал	47
1.6. Наукові основи екологічної безпеки при використанні гідроекологічного потенціалу	51
<i>Висновки до розділу</i>	65
2. АНАЛІЗ КІЛЬКІСНОЇ СКЛАДОВОЇ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ	67
2.1. Визначення і оцінка основних кількісних параметрів гідроекосистем Карпатського регіону	67
2.2. Аналіз закономірностей розподілу в просторі кількісних параметрів гідроекосистем Карпатського регіону	79
2.2.1. Просторовий розподіл річного стоку та гідроекологічне районування	79
2.2.2. Встановлення функціональних залежностей кількісних параметрів гідроекосистем від висоти місцевості	85
2.3. Аналіз закономірностей розподілу в часі кількісних параметрів гідроекосистем Карпатського регіону	97
2.4. Визначення і аналіз кількісної складової гідроекологічного потенціалу	107
2.5. Багаторічна динаміка кількісної характеристики гідроекосистем Карпатського регіону	115
2.6. Використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу і аналіз гідроенергетичних ресурсів малих рік Карпатського регіону	118
2.6.1. Ретроспектива досліджень гідроенергопотенціалу регіону	118

2.6.2	Оцінка гідроенергетичного потенціалу рік басейну Тиси	121
2.6.3.	Оцінка потенціалу гідроенергетичних ресурсів рік басейнів Прута і Сирету.....	130
2.6.4.	Оцінка гідроенергетичного потенціалу рік басейну Дністра в межах Карпатського регіону.....	138
2.6.4.	Перспективи використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу в межах Карпатського регіону	147
	<i>Висновки до розділу</i>	153
3.	АНАЛІЗ ЯКІСНОЇ СКЛАДОВОЇ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ	156
3.1	Світові досягнення у нормативах якості води	156
3.2	Екологічні аспекти оцінки якості природних вод	162
3.3	Методика обчислення індексу гідроекологічного потенціалу	166
3.4	Ємність гідроекологічного потенціалу та оцінка самоочищення гідроекосистем	172
3.5	Гідроекологічне прогнозування та динаміка змін гідроекологічного потенціалу	178
3.6	Закономірності внутрішньо річного розподілу індексу гідроекологічного потенціалу	193
3.7	Залежність рядів ІГЕП різних гідроекосистем	197
	<i>Висновки до розділу</i>	200
4.	ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ НА ГІДРОЕКОСИСТЕМИ	202
4.1.	Екологічна оцінка будівництва малих ГЕС в Карпатському регіоні ..	202
4.1.1	Узагальнена оцінка впливів на навколишнє середовище впровадження програми розвитку малої гідроенергетики	202
4.1.2	Природоохоронні заходи в рамках всієї програми	219
4.1.3	Згальна екологічна оцінка проекту побудови водосховища і міні ГЕС в межах верхньої течії р. Прут (5-й кілометр від с.м.т. Ворохта)	226
4.1.4	Розрахункові показники гідроекологічного потенціалу в створі	

побудови водосховища і міні ГЕС в межах верхньої течії р. Прут	232
4.1.5 Оцінка ризику прориву дамби, сценарії	240
4.1.6 Замулення водосховища і зміна якісної складової гідроекологічного потенціалу	243
4.1.7 Альтернативи будівництва МГЕС і та заходи пом'якшення впливу на навколишнє середовище	250
4.2. Оцінка впливу на гідроекосистеми туристичного комплексу «Чорногори»	256
4.2.1 Загальна характеристика проекту туристичного комплексу	256
4.2.2 Оцінка селенебезпечності території, інших аварійних і катастрофічних ситуацій	261
4.2.3 Водопостачання курорту „Чорногори”	264
4.2.4 Особливості використання гідроекологічного потенціалу для водопостачання туристичного комплексу “Чорногори”	272
4.2.5 Водовідведення курорту „Чорногори”	277
4.2.6 Заходи щодо забезпечення нормативного стану гідроекосистем та екологічної безпеки в районі розташування комплексу «Чорногори».	284
4.3 Оцінка впливу на гідроекосистеми Битківського нафтопромислу	287
4.3.1 Загальна гідрологічна характеристика території Битківського нафтового промислу	287
4.3.2 Якісна складова гідроекологічного потенціалу поверхневих вод Битківського нафтопромислу	294
4.3.3 Якісна складова гідроекологічного потенціалу ґрунтових вод Битківського нафтопромислу	306
4.3.4 Екологічна безпека водопостачання м. Надвірна	325
4.3.5 Екологічна безпека гідроекосистем в межах нафтогазопромислових районів	336
<i>Висновки до розділу</i>	341
ВИСНОВКИ	343
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	347

ВСТУП

Вода є життя. Немає жодного біологічного виду, існування якого не було б пов'язано з водою. Кожна Людина планети Земля, зараз і в майбутньому, повинна мати доступ до безпечної питної води, що відповідає санітарним вимогам, а також достатню кількість води для вирощування й виробництва продуктів харчування, для отримання енергії за розумними цінами. Доступ до безпечної питної води має істотне значення для здоров'я як основне право людини та компонент ефективної політики в галузі охорони довкілля, здоров'я людини та забалансованого природокористування

Забезпечення належною кількістю води відповідної якості для задоволення основних потреб людства повинно відбуватись на основі сталого розвитку, гармонії з природою. В ідеалі діяльність Людини має обмежитись буферною здатністю гідросфери, і впливом, що не виходить за межі гомеостазу гідроекосистем, незмінним залишиться гідрологічний цикл, вода як основа для всіх живих екосистем, місце мешкання гідробіонтів тощо.

Більшість людства не спрямовано на досягнення цих цілей сьогодні, і ми знаходимося на шляху, що веде до кризової ситуації і проблем у майбутньому для великої частини населення Землі і багатьох екосистем планети. Досягнення цих цілей вимагає радикальних змін у порядку управління гідроекосистемами. Цілісний, системний підхід, спираючись на інтегроване управління природно-техногенними гідроекосистемами має замінити нинішню роздробленість в управлінні водними ресурсами.

Значення екологічної безпеки гідроекологічного середовища для людства відображено в результатах ряду міжнародних форумів з питань політики. У їх число входять такі, як: Всесвітня конференція з водопостачання в Мардель-Плата (Аргентина), яка поклала початок десятиріччя водопостачання та санітарії, 1981-1990 рр.; Цілі тисячоліття в галузі розвитку, прийняті Генеральною Асамблеєю Організації Об'єднаних Націй (ООН) в 2000 р. і результати Всесвітньої зустрічі на вищому рівні в

Йоганнесбурзі у 2002. Генеральна Асамблея ООН оголосила період з 2005 р. по 2015 р. Міжнародним десятиріччям дій під гаслом «Вода для життя».

Одним з пріоритетних напрямків національної безпеки України є забезпечення екологічно та техногенно безпечних умов життєдіяльності громадян і суспільства, збереження навколишнього середовища та раціональне використання природних, в тому числі водних ресурсів.

Метою виконаних досліджень є оцінка просторово-часових закономірностей розподілу основних характеристик гідроекосистем, за результатами яких обґрунтування стратегічних напрямків природно-техногенної безпеки гідроекологічного середовища.

1 НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОЕКОСИСТЕМ

1.1 Поняття «конструктивна гідроекологія»

Технологічний розвиток цивілізації по відношенню до водних ресурсів став носити катастрофічно швидкий, а по мірках геологічного часу – вибуховий характер. На величезній акваторії Світового океану, озерах, річках тощо на наших очах відбувається техногенно-обумовлена активізація небезпечних процесів (забруднення, засмічення водних об'єктів, виснаження рік, незворотна зміна якості, зменшення кількості придатної для пиття води, і т. д.), що були викликані чи активізовані нераціональною господарською діяльністю. Глобальною екологічною проблемою залишається руйнування природних екосистем гідросфери. Наукові дослідження, спрямовані на вирішення проблеми техногенної екологічної безпеки водних об'єктів України не втрачають своєї актуальності і в XXI столітті.

О.М. Адаменком [2] запропонований новий – конструктивний напрямок у розвитку екологічної науки і природоохоронної практики «конструктивна екологія» – як основа екологічної безпеки. На думку автора, конструктивна екологія – це частина «Великої екології» М.Ф. Реймерса, яка не тільки діагностує стан навколишнього природного середовища та прогнозує його еволюцію, а й пропонує конкретні шляхи його оптимізації і покращення, конструює такі природно-технічні геоекосистеми, які забезпечать сталий гармонійний розвиток Людини – Природи - Техносфери. Конструктивна екологія - це наука і галузь природоохоронної діяльності, яка обґрунтовує створення стійких природно-техногенних конструкцій геосистем, що є частками біосфери Землі і їх розвиток не повинен деградувати під впливом техногенних навантажень [2].

Потрібно відмітити, що в сучасних науках про Землю та практиці широко застосовується також термін «геоекологія», який запровадив у науку німецький географ К. Тролль (1970). Однак географи і геологи, що користуються цим

терміном на сьогодні, часто вкладають в його зміст не зовсім однакові поняття [61,63,64,65,71,73]. Зокрема, В.І. Осипов визначає геоекологію як міждисциплінарну науку про екологічні проблеми геосфер. На думку відомого соціоеколога Г.О. Бачинського (1991), геоекологія – це галузевий підрозділ соціоекології і географії, який вивчає просторову мінливість географічного середовища з метою соціологічно оптимальної, територіальної організації взаємодії суспільства і природи. Ми погоджуємося з трактуванням геоекології в широкому плані як комплексної науки, що досліджує з екологічних позицій всі оболонки (сфери) Землі. Об'єктом вивчення геоекології є геоекосистеми.

Гідроекологія, згідно формулювання більшості вчених-екологів, - це новий напрямок в системі наук про Землю, який вивчає гідросферу як одну з абіотичних компонент екосистем високого рівня організації. При цьому гідросфера трактується і досліджується як багатоконпонентна динамічна система, що складається з басейнових систем і яка впливає на існування і розвиток біоти і людської спільноти. Звертаємо увагу на те, що все живе нібито виведено за рамки системи, що вивчається. Остання лише зазнає впливу і сама впливає на живу речовину, а досліджується лише взаємодія гідросфери і живого (обов'язково враховуючи людський фактор). Однак багато біологів проти такого розширеного змісту екології і залишають її у розумінні Е.Геккеля.

Для будь-якої зрілої науки притаманні диференціація та інтеграція наукових напрямів. Поява нового об'єкта, а саме – антропогенно змінених водних об'єктів (в тому числі і штучно створених водних об'єктів), існування такого потужного чинника, як техногенне навантаження, дає змогу вважати, що існують підстави для виокремлення нового наукового напрямку за об'єктними, прикладними і навіть суб'єктними ознаками. Цей напрям можна назвати *конструктивною гідроекологією*. Об'єктом вивчення цього напрямку є гідроекологічне середовище і його складові частини - природно-техногенні гідроекосистеми, що перебувають під постійним впливом господарської діяльності людини. До них слід віднести також об'єкти, подібні до природних, що виникли в результаті господарської діяльності. Предметом наукового

напряму можна вважати реакцію водних об'єктів на вплив господарського комплексу з метою техногенно-екологічної безпеки природно-техногенних гідроекосистем.

Звідси випливає визначення «конструктивної гідроекології» як науки, що досліджує гідросферу з позицій техногенно-екологічної безпеки.

Виникнення конструктивної гідроекології викликано об'єктивними труднощами при конструктивних екологічно-безпечних розробках в області цілеспрямованого використання водних ресурсів. Обумовлені ці труднощі, як відомо, не тільки обмеженістю сучасних знань природних процесів у водних об'єктах, закономірностей їх антропогенних модифікацій, але й специфікою інженерного, екологічного, водогосподарського бачення шляхів вирішення проблем, що виникають при вивченні або використанні водних об'єктів.

Комплексна ж розробка наукових основ взаємодії людини з навколишнім середовищем тісно пов'язана з проблемами синтезу наукового знання, що, в свою чергу, призводить до появи і розвитку нових наукових галузей і напрямків, які відображають тенденцію до інтеграції наукових теорій і методологій.

Таким чином, формування конструктивної гідроекології пов'язано як з розвитком методології різних наукових напрямків в екології, гідрології, гідрохімії, гідроекології, геології, так і з необхідністю забезпечення техногенно-екологічної безпеки, попередження і прогнозування небажаних ризиків, прецеденти яких мали і мають місце внаслідок зусиль, спрямованих на використання сировинних, енергетичних, харчових, рекреаційних та інших ресурсів природних екосистем водної оболонки Землі. При цьому природні гідроекосистеми попадають під дію і вплив техногенних гідроекосистем (гідротехнічних, гідроенергетичних, транспортних та ін.). Основним об'єктом вивчення нового наукового напрямку є гідроекологічне середовище, під яким слід *розуміти частину гідросфери як багатокomпонентну динамічну систему, що знаходиться під впливом інженерно-господарської діяльності людини і, в свою чергу, певною мірою визначає цю діяльність.*

Вважаємо за необхідне застосувати до вивчення об'єкту конструктивної гідроекології гідроекологічного середовища біосферно-екологічну концепцію та екосистемно - структурний підхід. Це викликано, насамперед, трактуванням феномену екосфери і біосфери, а також місцем і роллю в них гідроекологічного середовища.

Біосферно-екологічна концепція і екосистемно - структурний підхід передбачають розгляд біосфери як екосистеми планетарного рангу. Та частина біосфери, в якій власне і функціонують сучасні живі організми, включаючи людину як біологічний вид та людство як суспільну соціальну структуру, визначається терміном «екосфера» і відповідним поняттям. Такий підхід дозволяє розглядати атмосферу, гідросферу і літосферу як екологічні підсистеми екосфери. При цьому живі організми, у сукупності жива речовина за В.І. Вернадським [33,47,71], грають роль найважливіших структурних елементів екосфери, які визначають, зокрема, формування особливостей трьох перерахованих сфер-підсистем, їх взаємозв'язки.

Необхідність зміни екологічної парадигми підкреслюється багатьма видатними екологами [33,74,91]. Основою нової парадигми, без сумніву, має бути системний підхід, заснований на відомому загальнонауковому положенні, що йде ще від Платона, про незвідність властивостей цілого до суми властивостей його частин. Цей принцип, на думку Ю.Одума [63], “повинен служити першою робочою заповіддю екологів”.

Окремі науки можна виділяти або за об'єктом дослідження (фізика, хімія, біологія, геологія і т. п.), або за єдиним методологічним підходом (кібернетика, теорія інформації і т. ін.). Робляться серйозні спроби виділити *системологію* як особливу науку, об'єктами вивчення якої служать складні системи, і яка має в своєму розпорядженні специфічні засоби їх вивчення [92].

Центральне поняття системології – поняття *системи*. Існує більше тисячі її визначень, в найширшому сенсі під системою можна розуміти сукупність будь-яким способом виділених з решти світу реальних або уявних об'єктів, але, оскільки таке формулювання мало продуктивне, на практиці зазвичай

використовують вузчі визначення. Наприклад, вважається [1,91], що сукупність виділених елементів - система, якщо: 1) задані зв'язки, що існують між цими елементами, 2) кожен з елементів усередині себе вважається за неподільний, 3) із зовнішнім світом система взаємодіє як ціле. При еволюції в часі сукупність вважатиметься за одну систему, якщо між її елементами в різні моменти часу можна провести однозначну відповідність. Підкреслюється також, що цілісні властивості системи - результат взаємодії її частин, і що відношення між елементами системи повинні відображати сутнісні властивості елементів і бути сильнішими, ніж стосунки з елементами, що не входять в неї.

При дослідженні систем вирішується ряд завдань: опис поведінки системи, пояснення поведінки, управління поведінкою і, нарешті, створення систем із заданою поведінкою [31]. Відмінність завдань системології від завдань інших дисциплін полягає в наступному: замість виявлення причинних залежностей від не багатьох змінних виникає проблема виявлення різноманіття зв'язків і стосунків, що мають місце усередині досліджуваного об'єкту і в його взаєминах з іншими об'єктами. В результаті на передній план висувається проблема багатьох змінних. Уявлення про об'єкт як складений з початкових елементів замінюється його розумінням як цілісного утворення, властивості якого не зводяться і не виводяться з властивостей його елементів.

Особливо важливий системний підхід в екології. Отже, “головною парадигмою екології слід визнати концепцію екосистеми” [91], звідси витікає і визнання необхідності системного підходу [22,31,95].

Вже на перших етапах дослідження гідроекологічного середовища виникає питання про його структуру та розмір, ієрархію рівнів його територіальної розмірності та про методичні підходи до вирішення цих процедур.

Аналіз існуючих підходів до виділення територіальних гідрологічних та гідрохімічних структур показав, що усі вони базуються всього лише на двох основних принципах: зональному (географічному) та басейновому (гідрологічному).

Відкритий ще В.В. Докучаєвим (1898) закон географічної зональності

проявляється також в територіальній структурі гідрологічних та гідрохімічних інформаційних полів (Глушков, 1961).

Ландшафтно-генетичний підхід, що враховує принцип географічної зональності хімічного складу поверхневих вод, успішно застосовувався для виділення елементарних гідрохімічних структур, наприклад, “гідрохімічних полів” (Пелешенко, 1975). В той же час слід взяти до уваги, що географічна зональність простежується у просторовій зміні лише тих хімічних речовин, концентрації яких формуються головним чином за рахунок природних факторів. У просторовому розподілі концентрацій речовин змішаного і антропогенного походження не спостерігається ніяких ознак географічної зональності.

Тому застосування схеми фізико-географічного районування для класифікації гідроекологічного середовища і його складових частин - гідроекосистем, що характеризуються полікомпонентністю зі зростаючим в останні десятиліття переважанням речовин змішаного (природно-антропогенного) та антропогенного походження, виглядає методично необґрунтованим.

Басейновий підхід як метод дослідження цілісно-функціональних геосистем найбільше підходить для вивчення гідроекологічного середовища і, в його межах, природно-техногенних гідроекосистем. При цьому слід віддати перевагу методу інтеграції з урахуванням комплексу ідентифікаційних ознак елементарних природно-техногенних гідроекосистем нижчого рангу в системі вищого рангу.

Автором запропоновано структурний поділ конструктивної гідроекології за об’єктними, предметними, а також прикладними ознаками. Зокрема, за об’єктними ознаками виділено конструктивну гідроекологію морську та конструктивну гідроекологію суходолу, яку можна поділити на конструктивну гідроекологію рік, озер (водосховищ), боліт, підземних вод, льодовиків. За предметними ознаками (окремими сторонами об’єктів) можна виділити конструктивну гідроекофізику, конструктивну гідроекохімію, конструктивну

гідроекобіологію, конструктивну гідроекогеологію. У свою чергу, у зазначених напрямках виділяються більш вузькі та спеціалізовані.

За прикладними ознаками можна виділити: конструктивну гідроекологію виробничої сфери (промисловості, сільського господарства, будівництва) та конструктивну гідроекологію невикористовуваної сфери.

Першочерговими завданнями конструктивної гідроекології є:

1) розробка топологічної класифікації природно-техногенних гідроекосистем (ПТГЕС) для різних регіонів;

2) розробка класифікації різноманітних антропогенних навантажень на гідроекологічне середовище (вивчення природних і змінених антропогенним впливом процесів – їх напрямку, інтенсивності, взаємодії з іншими процесами, впливу на динамічну стійкість і зміни в ПТГЕС; створення комплексних моделей ПТГЕС тощо);

3) визначення гранично допустимих антропогенних навантажень на різні типи гідроекосистем у кількісних одиницях;

4) картографування різноманітних природно-техногенних гідроекосистем та різних антропогенних навантажень на них;

5) прогноз змін ПТГЕС під дією різних антропогенних навантажень;

6) розробка рекомендацій щодо збереження динамічної рівноваги та оптимізація природно-техногенних гідроекосистем.

Конструктивна гідроекологія є міждисциплінарною наукою, яка використовує досягнення і гармонійно поєднує наукові дисципліни: гідрологію, гідрохімію, гідробіологію, гідроекологію, океанологію, метеорологію і кліматологію, загальну екологію та інші з використанням сучасних геоінформаційних технологій.

Отже, конструктивна гідроекологія – це частина конструктивної геоекології, яка не тільки діагностує стан гідроекологічного середовища і

прогнозує його еволюцію, а й пропонує конкретні шляхи оптимізації, конструює такі природно-техногенні гідроекосистеми, які б забезпечити сталий гармонійний розвиток, в центрі уваги якого стоїть людина, яка має право на здорове і продуктивне життя у гармонії з природою [Декларація Ріо-де-Жанейро, 1992].

1.2 Гідроекологічне середовище

Визначень екосистеми багато, з них наведемо два. Одне належить видатному екологіві Ю. Одуму [63]: “Будь-яка єдність, що включає всі організми на даній ділянці і взаємодіє з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює чітко певну трофічну структуру, видову різноманітність і кругообіг речовин (тобто обмін речовинами між біотичною і абіотичною частинами) усередині системи, є екологічною системою, або екосистемою”. За Уїттекером [89], “співтовариство – це система організмів, що живуть спільно і об'єднані взаємними стосунками один з одним і з місцем існування. Співтовариство і його середовище, що розглядаються як функціональна система ... називаються екосистемою”.

Не можна забувати, що екосистема - частина іншої природної системи вищого ієрархічного рівня, вивчення якої проводиться науками географічного циклу.

Постачальником води для людства є гідроекосистеми, що є частиною біосфери і які у своїй сукупності утворюють гідросферу.

Сучасний стан взаємовідносин людини з гідросферою вимагає введення поняття *«гідроекологічне середовище»*, під яким слід *розуміти частину гідросфери як багатокomпонентну динамічну систему, що знаходиться під впливом інженерно-господарської діяльності людини і, в свою чергу, певною мірою визначає цю діяльність*. Тобто гідроекологічне середовище має територіальну приналежність.

Передумовою створення концепції гідроекологічного середовища і природно-техногенних гідроекосистем та теоретико-методологічних засад їх

вивчення став розвиток системних уявлень про водні об'єкти і системного підходу до вивчення природних утворень, розробка концепцій геосистем та функціонально-цілісних геосистем.

Уявлення про системну природу гідроекологічного середовища розвивалося від філософсько-натуралістичних поглядів Фалеса Мілетського (624 р. до н.е.), Аристотеля (322 р. до н.е.), Плінія Молодшого (23 – 79 рр. н.е) до сучасного розуміння системного характеру гідроекологічного середовища, який нерозривно зв'язаний з хімічними, фізичними та біологічними процесами, що протікають у навколишньому середовищі (Альокін, 1970).

В.І. Вернадським [71,91] було запропоноване вчення про єдність води в природі, яке стало поштовхом до розвитку системного підходу у гідроекології.

Узагальнивши вітчизняний та зарубіжний досвід, О.О. Альокін (1948,1953) вперше сформулював системну суть процесів формування хімічного складу природних вод. Невдовзі В.В. Глушков (1961), опираючись на роботи В.В. Докучаєва, А.І. Воейкова та О.О. Альокіна, запропонував географо-гідрологічний метод дослідження природних вод. Під час його обґрунтування він розробив положення про зв'язок природних вод ландшафту з кліматичними умовами, геологічною будовою та рельєфом території, ґрунтами та рослинністю.

Таким чином, вже з початку формування всіх існуючих наук про гідросферу (гідрологія, гідрохімія, гідробіологія тощо) в їх теоретичну основу було покладено принцип системного підходу. Вчення про багатофакторність формування кількісного і якісного складу вод гідросфери сформульовано в працях видатних зарубіжних і вітчизняних вчених (Davis,1963; Garrels,1967; Gibbs,1975; Пелешенко, 1975; Paces, 1976; Stumm, Morgan, 1981; Drever, 1982; Посохов,1981; Перельман,1982; Никаноров, 1985; Meybeck, Chapman, Helmer, 1989, Черногаєва, 1993; Sigg, 1994; Горев, 1995; Яцик,1997), у яких, проводиться ідея про єдність фізичних, хімічних і біологічних процесів, що протікають в усіх природних водах та про їх системну обумовленість складним комплексом природних та антропогенних факторів.

Одночасно відбувався розвиток системного підходу до природних утворень.

Введений В.Б. Сочавою (1963) термін “геосистема” був визначений М.Д. Гродзинським (1993) як множина елементів природного походження, існуючі зв’язки між якими зумовлюють прояв природи в таких якостях та реалізації нею таких функцій, які без взаємодії елементів були б неможливими.

В наш час традиційні об’єкти екологічних досліджень все більше розглядаються з точки зору загальної теорії систем (Ретеюм, 1972; Гродзинський, 1995; Шищенко, 1999; Некос, 1988; Пащенко, 1993; Ковальчук, 1997; Стецюк, Сілецький, 2000).

Дослідження міграції хімічних елементів у ландшафтах (Полинов, 1952; Муравейський, 1960) сприяло розробці методів ідентифікації геосистем за особливостями їх речовинно-енергетичних полів та обґрунтуванню концепції функціонально-цілісних геосистем, у яких системоутворюючою основою є потоки речовини та енергії (Ретеюм, 1971; Гвоздецький, 1982).

М.А. Глазовська (1976) ввела поняття про елементарні ландшафтно-геохімічні системи (ЕЛГС), а Л.Л. Малишева (1998) визначила їх як геосистеми різних рангів, цілісність яких обумовлена певним хімічним складом їх компонентів і міграцією хімічних елементів між ними. Застосовуючи принцип функціональної цілісності геосистем, О.В. Кадацька (1987) запропонувала розглядати річковий водозбір як геосистему, головною функцією якої є генерація односторонньо направленою водного потоку, що формується в результаті сукупного впливу фізико-географічних факторів.

У дослідженні В.М. Самойленка (2000) вперше формалізовано водойму з береговою зоною як складну динамічну природно-технічну систему, стан якої описується екологічними параметрами.

Підводячи підсумок проаналізованих в огляді робіт, слід зробити декілька важливих висновків для подальших досліджень гідроекологічного середовища з позицій геосистемного підходу:

- 1) впровадження теорії систем у природничі дослідження призвело до

розвитку геосистемної методології досліджень природних утворень;

2) поняття “геосистема” пройшло еволюційний шлях розвитку від позначення великих природно-територіальних систем до обмежених за площею ландшафтів, річкових басейнів, водойм з прибережною територією;

3) розроблено концепцію функціонально-цілісних геосистем, основою яких є потоки речовини та енергії, які обумовлюють процеси обміну речовинами між компонентами неживої природи та метаболізму в живих організмах.

Застосування геосистемного підходу дозволяє досліджувати гідроекологічне середовище як систему взаємопов'язаних елементів, що сформувалася під впливом певного комплексу природних і антропогенних факторів і функціонує в певних просторових межах як геосистема.

Верхньою межею гідроекологічного середовища будемо вважати поверхню водних об'єктів, для яких характерна активна взаємодія з атмосферою, біосферою та літосферою. Нижня межа гідроекологічного середовища перебуває у тісному зв'язку з розвитком техногенних систем і визначається глибиною залягання артезіанських вод, що видобуваються, та глибиною проникнення техногенної діяльності в Світовий океан. В кількісному відношенні ресурсний потенціал гідроекологічного середовища співпадає з потенціальним об'ємом водних ресурсів (кількість води, яка може бути використана людством на сучасному етапі розвитку його виробничих сил). Крім того, поняття гідроекологічного середовища передбачає розгляд якісного ресурсного потенціалу з позицій екологічної безпеки.

Одним із завдань даної роботи є обґрунтування властивостей гідроекологічного середовища, дослідження міри антропогенного втручання на рівні басейнових гідроекосистем.

Гідроекологічне середовище має фундаментальні властивості, які потрібно враховувати під час його вивчення та аналізу гідроекологічних процесів.

Важливою властивістю гідроекологічного середовища є його мінливість –

загальна властивість матерії (її здатність змінюватись в просторі і часі), яка відображає тенденцію її розвитку (еволюції і революції). Мінливість гідроекологічного середовища у часі та просторі відповідає формам існування матерії. Зміна гідроекологічного середовища у часі, яка фіксується як зміна елементів середовища, їх відношень (структури) та властивостей, є процесом розвитку Землі як планети. Зміна середовища в часі або його рух є причиною не стаціонарності гідродинамічних, гідрохімічних, гідрофізичних полів. Відповідно не стаціонарність (дисиметрія) названих полів зумовлює розвиток гідроекологічного середовища.

Зміна гідроекологічного середовища у просторі, його просторова структура відображають просторову мінливість гідродинамічних, гідрохімічних, гідрофізичних полів, під впливом яких формується і змінюється гідроекологічне середовище.

Вивчення мінливості будь-якої частини гідроекологічного середовища передбачає аналіз структури його просторово-часових характеристик. Мінливість деякого об'єкту гідроекологічного середовища відображає властивості простору й часу цього об'єкту. Вона формує його неоднорідність, яка виявляється в різноманітності властивостей об'єкту у різних точках.

Отже, неоднорідність гідроекологічного середовища є проявом мінливості, її наслідком. Неоднорідність визначають, зіставляючи елементи множини щодо деяких властивостей. Якщо елементи множини не розрізняють за властивістю (міри подібності високі), то об'єкт за цією властивістю є однорідним. Якщо міри подібності незначні, а характер мір зв'язків елементів різний, то об'єкт неоднорідний.

Неоднорідність гідроекологічного середовища виявляється на різних рівнях організації цього середовища. Кожному рівню організації відповідає свій рівень неоднорідності. Наприклад, можна розглядати неоднорідність гідроекологічного середовища, зумовлену належністю його різних частин (елементів) до різних формацій: генетичну (у широкому значенні) неоднорідність, неоднорідність хімічного складу, гідродинамічних показників,

гідрофізичних властивостей, гідробіологічної складової.

Однією з найхарактерніших властивостей гідроекологічного середовища є його поліструктурність. В межах гідроекологічного середовища можна виділити декілька типів одночасно існуючих структур (речовинно-агрегатна, процесно-функціональна, просторова - горизонтальна та вертикальна, які є проявом самоорганізації компонентів природно-техногенної гідроекосистеми під впливом комплексу зовнішніх та внутрішніх факторів.

Неоднорідність і складність структури гідроекологічного середовища – результат геологічної історії нашої планети, її розвитку, обумовленого матеріальними, енергетичними та інформаційними взаємодіями головних, протилежно спрямованих процесів. Ці процеси слід розглядати як механізми зворотного зв'язку, саморегуляції та еволюції Землі як планети взагалі та її гідросфери як екологічної системи, зокрема.

Відомо, що енергію, яка потрібна на підтримку всіх процесів, що відбуваються в гідроекологічному середовищі, планета Земля, як і всі її системи, отримують головним чином з Космосу через сонячне випромінювання, значну частину – з внутрішніх джерел Землі, а також за рахунок екзотермічних хімічних реакцій, які відбуваються в гідроекологічному середовищі переважно при розпаді та утилізації органічної речовини. Цей енергетичний вклад, за А.П. Лисициним, значно більший, ніж сумарне споживання паливних ресурсів людством. Що стосується необхідної для існування та розвитку гідроекологічного середовища інформації, то частина її поступає з Космосу через різноманітні поля, випромінювання та речовинні потоки. Гідроекологічне середовище безперервно поглинає велику кількість і інформації, і речовини у вигляді газів, розчинів, мінеральних, органічних сполук а також біоти, які попадають з літосфери, атмосфери, біосфери, техносфери тощо. В той же час гідроекологічне середовище безперервно експортує певну кількість речовини, енергії і інформації власного виробництва в навколишнє середовище.

Безперервне поступлення речовини, енергії і інформації в гідроекосистеми,

обмін ними з іншими екосистемами свідчить про нерівноважний речовинний, енергетичний і інформаційний стан гідроекосистем. Прояв нерівноважності гідроекосистем – це перетворення її твердої, рідкої, газової підсистем, рельєфоутворення водного дна, руслоутворюючі процеси, робота селевих потоків і інші явища, але головне – існування живої підсистеми. Саме безперервні процеси масообміну, енергообміну та інформаційного обміну між компонентами структури гідроекологічного середовища та з навколишнім середовищем і являють собою ті механізми, через які реалізується нескінчена кількість його функцій. При цьому функції кожної конкретної екосистеми визначаються речовинним, видовим, хімічним складом і властивостями її компонентів, геологічними, гідрохімічними, гідрфізичними, гідродинамічними, біологічними процесами їх внутрішніх і зовнішніх взаємодій, а також властивостями природних та штучних полів, які при цьому утворюються.

Найважливішою функцією гідроекологічного середовища є створення і постачання специфічної речовини, енергії і інформації. Крім того, гідроекологічне середовище виступає як перетворювач, накопичувач, поглинач та передавач для речовини, енергії і інформації, які поступають в нього з інших джерел. Слід прийняти до уваги, що значна частина речовини, енергії і інформації, пов'язана з гідроекологічним середовищем, раніше чи пізніше витрачається на забезпечення процесів, спрямованих на створення і підтримку умов, придатних для життєдіяльності і розвитку не тільки рослинних і тваринних організмів, що складають підсистему гідроекологічного середовища, але й всіх інших представників біоти, в тому числі людини як біологічного виду і людства зі всією його діяльністю в цілому.

З позицій конструктивної гідроекології під екологічними функціями гідроекологічного середовища розуміємо все процесуальне різноманіття його внутрішніх і зовнішніх взаємодій, які не тільки пов'язані з функціонуванням і розвитком самого гідроекологічного середовища і його компонентів, але й визначають його роль в забезпеченні умов функціонування і розвитку суміжних

екосистем, їх компонентів, в тому числі виду *Homo sapiens* і людської спільноти, як соціальної структури.

З екологічних позицій, головна функція гідроекологічного середовища реалізується через дві основні групи її функцій – ендofункцій (або внутрішніх функцій) і екзофункцій (або зовнішніх функцій).

В групу ендofункцій гідроекологічного середовища входять функції, що відображують спроможність його компонентної і процесуальної підсистем природного, техногенного або комплексного походження, а також створюваних ними гідрохімічних, гідрofізичних і гідробіологічних полів забезпечувати існування і розвиток як самого гідроекологічного середовища, так і його компонентів, зокрема гідробіоти, що входить в його структуру. Група ендofункцій гідроекологічного середовища забезпечує такі його властивості як самоорганізація, самовідновлення, самоочищення, буферність тощо і реалізується через множину більш конкретних спеціалізованих функцій, через внутрішньо системні функціональні зв'язки і взаємодію компонентів гідроекологічного середовища.

Група екзофункцій гідроекологічного середовища відображає взаємодію системи, а також її елементів з екологічними об'єктами, які розташовані за його межами, тобто екзофункції відображають властивість та спроможність гідроекологічного середовища забезпечити підтримку визначених умов існування і розвитку інших екосистем і середовищ, зокрема, людини як біологічного виду і людства як соціальної структури.

Однією з таких самостійних екзофункцій є медико-санітарна, яка відображає властивості і спроможність гідроекологічного середовища впливати на здоров'я людини через природні та (або) антропогенні гідрохімічні, гідродинамічні, гідрofізичні, гідробіологічні і інформаційні ресурси, в тому числі поля, які формуються під дією природних та (або) антропогенних процесів безперервного внутрішнього і зовнішнього обміну речовиною, енергією і інформацією [9,11].

Уявлення про всі функції гідроекологічного середовища ще повинні бути

конкретизовані теоретичною конструктивною гідроекологією. Але вже сьогодні формулюється перелік задач для науки і практики, без вирішення яких важко об'єктивно оцінити вплив природних та (або) антропогенних змін на функціонування і розвиток гідроекологічного середовища, компонентів, які входять в його структуру, особливо людства.

Новий сучасний стан частини гідросфери, що на сьогодні використовується або перебуває під впливом діяльності людини, який ми пропонуємо називати гідроекологічне середовище, пов'язаний з розвитком техногенних гідросистем як наслідок функціонування усього водогосподарського комплексу.

Існує ряд загальних закономірностей розвитку, що дозволяє намітити методологію еколого-гідрологічних досліджень. До неї можна віднести:

1. Оцінку формування техногенного навантаження, які обумовлюють зміну динаміки, кількісних показників, якісного складу гідроекологічного середовища.
2. Вивчення техногенних змін водного балансу, гідрохімічного складу, фізичних показників гідроекологічного середовища.
3. Аналіз динаміки природних та техногенно обумовлених гідрологічних, гідрохімічних та гідрофізичних процесів.
4. Визначення просторово-часових закономірностей розвитку гідроекосистем.

Важливою стороною проблеми взаємодії техногенного фактору з гідроекологічним середовищем в сучасних умовах є зворотний зв'язок, який існує і все більше посилюється, тобто вплив умов гідроекологічного середовища на вибір рішень проектованої діяльності в його межах (приклади наведені в розділі 4).

В той же час екологічна стратегія розвитку господарського комплексу повинна будуватися на основі оптимізації впливу господарства на гідроекологічне середовище.

На різних етапах відтворювального циклу виникає своє коло завдань з

техногенно-екологічної безпеки гідроекосистем. Початковою вимогою при цьому є повнота і достовірність гідроекологічних досліджень і оцінки запасів водних ресурсів з врахуванням їх багатоцільового призначення.

В процесі проектування і будівництва підприємств господарського комплексу охорона водних об'єктів на сьогодні забезпечується застосуванням найбільш раціональних систем водопостачання, оборотних систем промислового циклу, ресурсо(водо) зберігаючих технологій.

На стадії використання і споживання водних ресурсів на перше місце виходить запобігання зміні їх якості, запобігання втрат води, застосування новітніх, більш досконалих систем очистки, застосування заходів щодо відновлення порушеної рівноваги у водному об'єкті.

На стадії скидання відпрацьованих вод у водні об'єкти вимоги охорони спрямовують на розширення використання рециклінгу, повторного використання стічних вод, на повноту вилучення всіх шкідливих компонентів.

Охорона водних об'єктів не обмежується забором чистої води і скиданням відпрацьованих стічних вод у водні об'єкти і охоплює також питання використання водних об'єктів для будівництва і експлуатації гідротехнічних споруд, для водного транспорту і т.д. При цьому передбачаються заходи щодо знешкодження забруднюючих речовин або локалізації їх в точно визначених кордонах з попередженням проникнення в підземні води або Світовий океан.

Оцінка розвитку техніки і технологій у водогосподарському комплексі виконувалась в минулому без достатнього врахування екологічних факторів. Затрати на відтворення навколишнього природного середовища та його покращення при виборі варіантів промислового освоєння водних об'єктів аналізувалися і враховувалися недостатньо. При комплексному підході до аналізу варіантів потрібне глибоке еколого-економічне вивчення всіх аспектів природокористування з тим, щоб повністю врахувати шкоду, яка буде завдаватись навколишньому середовищу в процесі виробничої діяльності.

З точки зору техногенно-екологічної безпеки важливим завданням стає виявлення всіх причинно-наслідкових взаємозв'язків між розвитком

господарського комплексу і станом гідроекосистем в перспективі.

Управляти процесами можна лише у конкретних, виражених за просторовими межами і структурними параметрами, пов'язаних певними функціональними зв'язками, системах. Такими системами є басейни річок і сформовані в їх межах ландшафтні системи. У зв'язку з цим, техногенно-екологічна безпека гідроекологічного середовища повинна базуватися на впровадженні басейнового принципу управління гідроекосистемами.

Застосування басейнового підходу при веденні окремих галузей господарства (аграрного, водного, лісового) розглядається вже з 50-х років ХХ століття, проте басейновий принцип комплексного управління природними ресурсами ще не має достатнього теоретичного обґрунтування. Басейнова концепція управління гідроекосистемами дає можливість враховуючи природні закономірності басейну, як геосистеми, обґрунтовувати розвиток певних галузей економіки, екологічно допустимі обсяги використання ресурсів і форми взаємодії між суб'єктами природокористування.

Таким чином, ресурсно-економічні аспекти використання гідроекосистем України визначають екологічні наслідки водогосподарської діяльності і завдання техногенно-екологічної безпеки гідроекологічного середовища. Перед державою стоять такі завдання в цьому аспекті:

1. Організація екологічно безпечного циклу експлуатації гідроекосистем, який є економічно доцільним.
2. Організація та ведення гідроекологічного моніторингу басейнових систем на засадах техногенно-екологічної безпеки.
3. Відновлення буферної здатності елементарних гідроекосистем.

Отже, проблема техногенно-екологічної безпеки гідроекологічного середовища України є сьогодні актуальною для держави. В першу чергу це – вирішення проблем екологічного менеджменту, оптимізації водокористування і водоспоживання на засадах екологічної безпеки, стратегії природокористування у гідроекологічному середовищі, відновлення потенціалу гідроекосистем.

1.3 Гідроекосистеми, їх властивості і типізація

Термін «гідроекосистема» цілком припустимий і відповідає визначенням і принципам екології.

Екологічна система – це сукупність організмів, які спільно проживають на даній території чи в екологічній ніші, перебувають у взаємозв'язку один з одним і які формують систему взаємообумовлених біотичних і абіотичних явищ і процесів [1,2,17,22,24,31,33,35,39,41,47,57,61,63,71,73,89,91]. Автор терміну «екосистема» А.Тенслі під екосистемою розумів «основні природні одиниці на поверхні землі», в які входять «не тільки комплекс організмів, але і весь комплекс фізичних факторів, які утворюють те, що ми називаємо середовищем біому, - фактору місце існування у самому широкому розумінні». Для екосистеми характерний ряд ознак, основною з яких є сталий обмін речовин і енергією між живою (органічною) і косною (неорганічною) речовиною. В багатьох роботах можна знайти підтвердження відповідності ознак наземних екосистем водним екосистемам [36,88,97,101,102]. З нашої точки зору поняття «гідроекосистема» - це дифузія «басейнової системи» та «водної екосистеми» .

Системний підхід застосовується для вирішення широкого кола завдань. Без структурного, функціонального та динамічного аспектів системного підходу до гідроекологічного середовища неможливо розробляти оптимальні підходи для вирішення низки наукових та методичних проблем у системі взаємодії між людиною та гідроекологічним середовищем.

Гідроекологічне середовище в цілому, як і будь-яку його частину потрібно розглядати як систему. Системи, елементи яких повністю або переважно представлені твердими, рідкими чи газоподібними компонентами гідроекологічного середовища, називають гідроекосистемами.

Гідроекосистеми поділяють на природні і природно-техногенні. Головним конструктором, користувачем та ліквідатором природно-техногенних систем є людина. Виходячи з того, що на планеті Земля практично не залишилося

гідроекосистем, які б не зазнали прямого або опосередкованого впливу антропогенної діяльності, в подальшому будемо розглядати тільки природно-техногенні гідроекосистеми (ПТГЕС). Залежно від мети дослідження гідроекосистему завжди поділяють на елементи-підсистеми та вивчають її структуру.

Гідроекосистема в нашому розумінні – це об'єкт (басейнова система: річкова, болотна, артезіанська, льодовикова, морська і т. ін.), який складається з інших об'єктів (підсистем-елементів: біологічних, гідрохімічних, гідродинамічних, антропогенних і т. ін.), що перебувають у заданих відношеннях між собою і мають фіксовані властивості. Сукупність відношень і зв'язків елементів-підсистем є структурою гідроекосистеми. Структура гідроекосистеми залежить від вибору об'єкта і прийнятого поділу його на елементи – підсистеми.

Елементи найближчого структурного рівня називають атрибутивними. Одну й ту ж гідроекосистему можна поділити на різні елементи-підсистеми, використовуючи різні критерії виділення атрибутивних елементів, й одержати для неї декілька структур.

Якщо, наприклад, розчленування або декомпозиція гідроекосистеми передбачає використання речовинного чинника, то залежно від масштабу гідроекосистеми можна виділити гідробіологічну складову, гідрохімічну, гідрогіологічну, водогосподарську та ін.

Декомпозиція гідроекосистем за структурно-гідрологічним підходом потребує в якості атрибутивних елементів виділення структурних блоків того чи іншого порядку (малі, середні, великі річкові басейни, малі, середні, великі озерні басейни, басейни морів, океанів і т. ін.).

Декомпозиція гідроекосистеми за структурно-гідрохімічним підходом потребує в якості атрибутивних елементів виділення структурних блоків прісних, солонуватих, солоних вод та розсолів.

Декомпозиція гідроекосистеми за структурно-гідродинамічним підходом потребує в якості атрибутивних елементів виділення структурних блоків

океанів, морів, озер, боліт, рік, підземних вод, льодовиків та штучних водойм.

Можна розглядати гідроекосистеми за структурно-геологічним підходом, ландшафтно-геохімічним підходом, структурно-геоморфологічним, антропогенного перетворення та ін.

Сукупність системотворних чинників (біотичних, абіотичних, антропогенних елементів, відношень, властивостей), які забезпечують цілісність гідроекосистеми, взаємозумовленість її елементів, їх структурно-функціональну єдність називають організацією гідроекосистеми.

Структура гідроекосистеми, тобто відношення її елементів, є просторово-часовою. Просторовий аспект відображає порядок розташування елементів у гідроекосистеми, часовий – зміну стану гідроекосистеми з часом і як наслідок – безперервний рух гідроекосистеми. Зміна структури гідроекосистеми зумовлена зміною її взаємодії з іншими системами (кліматичною, техногенною та ін.), які перебувають у різних умовах.

Зовнішні щодо гідроекосистеми взаємодії називають динамічними, а взаємодії елементів гідроекосистеми – внутрішніми (іманентними), або функціональними. Зовнішні взаємодії, які суттєво впливають на стан гідроекосистеми, є вхідними взаємодіями, а елементи гідроекосистеми, до яких прикладені вхідні взаємодії, - входами гідроекосистеми. Структура всіх гідроекосистем під впливом зовнішніх (динамічних) або внутрішніх взаємодій змінюється в часі. Тому гідроекосистеми є динамічними, тобто такими системами, у яких стан не може змінюватись миттєво, а відбувається в результаті перехідного процесу. Всі гідроекосистеми є динамічними – їх елементи, відношення та властивості, а отже, й структура, з тою чи іншою швидкістю змінюються в часі.

За типом поведінки в часі (режимом) гідроекосистеми належать до систем з періодичним режимом (часові періоди переважно сезонні, річні, багаторічні - останні найменш вивчені).

За характером взаємодії з іншими системами гідроекосистеми є відкритими системами, тобто їм властивий масоенергообмін із зовнішнім щодо

неї середовищем. Всі гідроекосистеми є відкритими, оскільки будь-який об'єм гідроекологічного середовища (навіть, викопні, реліктові підземні води) обмінюється речовинами та енергією з геологічним середовищем, біотою, атмосферою тощо.

За теорією систем, гідроекосистеми є організованими системами, тобто такими, що зберігають свою організованість в часі. Гідроекосистеми є ієрархічними системами, організація і структура яких є не тільки стабільною, а й простежується тенденція до ускладнення. Гідроекосистеми мають властивість адаптації, яка є процесом зміни характеристик гідроекосистеми, що дають змогу досягти найліпшого або принаймні узгодженого функціонування в змінних умовах.

За здатністю до адаптації можна виділити стабільні, ультрастабільні та мультистабільні гідроекосистеми. Мультистабільною можна вважати гідросферу планети Земля. Мультистабільна гідроекосистема складена з ультрастабільних підсистем (океанічних басейнових гідроекосистем), вона забезпечує стабілізацію внаслідок стійкості кожної ультрастабільної гідроекосистеми. Ультрастабільні гідроекосистеми є самоорганізованими. Для них характерні:

- функціональні взаємодії таких елементів, у яких стан і структура кожного елемента підсистеми залежить від стану інших;

- механізм гомеостазу – механізм внутрішньої саморегуляції процесів, які відбуваються в гідроекосистемі, що забезпечує незалежність або збереження в допустимих межах структури рівня організації гідроекосистеми;

- здатність підвищувати рівень своєї організації шляхом перебудови системи.

У сучасній екології виділено 13 пар евристик, тобто таких пізнавальних установок, які самі не вирішують проблеми пізнання світу, а дають тільки рекомендації про те, як його пізнавати [73]. У кожній парі евристик одна (Н – евристика) тяжіє до номіналізму (реальні тільки об'єкти), а інша (Р – евристика) – до реалізму (вищою реальністю володіють тільки загальні поняття і категорії).

Схильність (зазвичай навіть неусвідомлена) учених до того або іншого методологічного принципу – часта причина наукових дискусій. Використання Р – евристик служить обґрунтуванням системного підходу. Наприклад, Р - евристика № 2 рекомендує “шукай в частинах прояв цілого”, а № 11 – “шукай сенс явищ, що виявляється в їх цілях”.

Зрозуміло, гідроекосистема не усвідомлює і не має “мети”, але термін зручно використовувати при її дослідженні, тому він широко застосовується в системології при вивченні як живих, так і неживих систем. Пошук мети може бути заснований на принципі екстремальності [57]: у реальному явищі все відбувається так, щоб певна величина виявлялася екстремальною. Гіпотеза автора – гідроекосистема прагне до екстремуму своєї буферної здатності – до максимуму свого гідроекологічного потенціалу, який є зональною характеристикою (так само як всі живі істоти у процесі пристосування прагнуть до якнайкращої адаптації). В ході еволюції і індивідуального розвитку гідроекосистема прагне екстремізувати (максимізувати або мінімізувати) свої деякі принципово важливі характеристики, звані критеріями ефективності. Мета системи - досягнення екстремуму свого критерію ефективності. Значення інших параметрів вона прагне встановити такими, щоб мета була досягнута. Значення параметрів системи, відповідні екстремуму критерію ефективності, називаються оптимальними. Ю. Одум [63] відзначає, що кульмінація розвитку екосистеми - стабілізована екосистема, в якій на одиницю наявного потоку енергії припадає максимальна біомаса (або високий вміст інформації) і максимальна кількість симбіотичних зв'язків між організмами.

Якщо поглянути на об'єкт конструктивної гідроекології з позицій І.А. Огильві (1974), то будь-яка гідроекосистема може бути представлена сукупністю взаємодіючих геологічних, геохімічних, геофізичних та біологічних полів, тобто це – інформаційна система. Враховуючи системність об'єкту, можна вважати його діалектичною єдністю визначених внутрішніх речовинної, процесуальної та функціональної підсистем.

Повторюваність процесів у гідроекосистемі обумовлюється циклічністю

природних факторів, інтегральною характеристикою впливу яких на параметри гідроекосистеми можна вважати водний стік (Snishko, 2000). Довгий час, аж до досягнення суттєвого впливу господарської діяльності людини на навколишнє середовище, водний стік залишався домінуючим фактором, який визначав стан гідроекосистем, його коротко - і довготривалі зміни. Проте, протягом останніх 150 років, вплив водного стоку як і природних факторів у цілому почав зменшуватись, а антропогенних – збільшуватись. З'явилися цілі групи хімічних речовин антропогенного походження, режим яких не відповідає циклічності природних процесів. Тому в сучасності гідроекосистеми неможна розглядати суто як природні утворення, має зміст вивчати динаміку фізичних, хімічних, біологічних і динамічних процесів в призмі природно-техногенної гідроекосистеми.

Одним з етапів вирішення задачі оцінки антропогенних змін гідроекологічного середовища є розробка класифікацій антропогенних впливів на гідроекосистеми, яка представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Класифікація техногенних впливів на гідроекосистеми

Тип	Агенти впливу, зміни умов функціонування та структури гідроекосистем
І клас Технохімічний	
Сільськогосподарський	Хімічні речовини, що застосовують в сільськогосподарському виробництві (змив з полів)
Промисловий	Хімічні речовини, що використовують або виробляють в промисловості
Комунальний	Хімічні засоби, що використовуються чи виробляються в процесі функціонування комунального господарства
Транспортний	Хімічні засоби, що використовуються чи виробляються при роботі транспорту

Продовження таблиці 1.1

Будівельний	Хімічні речовини, що використовуються при гідротехнічному будівництві
Гірськопромисловий	Хімічні речовини, які застосовують при видобутку та переробці корисних копалин
Природорегулюючий	Хімічні засоби, що застосовують для регулювання природних процесів (закріплення ґрунтів, попередження ерозії тощо).
Нейтралізуючий	Хімічні засоби, які використовують для дезактивації, нейтралізації та захоронення екологічно небезпечних відходів різного роду
Медичний	Хімічні речовини, що застосовують в галузі охорони здоров'я
Консервуючий	Хімічні засоби, що застосовують для консервування та зберігання різного роду продукції
Комплексний	Різні поєднання техногенних хімічних екзогенних та ендогенних впливів
II клас Техногеологічний	
Диз'юнктивний	Який порушує цілісність гідроекосистеми (підводні вибухи, руслові кар'єри і т.д.)
Блокуючий	Впливи, які зменшують відтік (дегазацію, фільтрацію та ін.) або притік речовини і енергії в гідроекосистему
Активізуючий	Впливи, які стимулюють абразію, ерозію, зсуви та ін., а також постачання речовини і енергії
Комплексний	Різні поєднання антропогенних геологічних екзогенних і ендогенних впливів
III Технофізичний	
Випромінюючий	Вплив на гідроекосистему різними джерелами випромінювання (теповими, радіоактивними, електромагнітними та ін.)

Продовження таблиці 1.1

Гідродинамічний	Впливи на гідроекосистеми шляхом підвищення тиску водної товщі (хвилі, течії та ін.)
Звуковий	Звуковий (в тому числі ультразвуковий) вплив на гідроекосистему
Світовий	Зміна властивостей світлового потоку на гідроекосистему
Комплексний	Різні поєднання техногенних фізичних властивостей екзогенних і ендегенних впливів
IV Технобіологічний	
Метаболічний	Вплив на гідроекосистему продуктів метаболізму організмів, не характерних для даної гідроекосистеми.
Ділінговий	Вплив відбувається внаслідок життєдіяльності живих організмів, не характерних для даної гідроекосистеми
Трофічний	Вплив відбувається шляхом порушення трофічних ланцюгів живого компоненту гідроекосистеми
Комплексний	Різні поєднання техногенних біологічних екзогенних і ендегенних впливів

Таким чином, знання фундаментальних властивостей гідроекологічного середовища дає змогу розробляти філософські концепції в гідроекології, такі, як місце гідроекологічного середовища у Всесвіті та його зв'язок з іншими середовищами, властивості гідроекологічного середовища в просторі і в часі. Це сприятиме пізнанню законів, які керують еволюцією гідроекологічного середовища, створюють методологічні передумови для подальшого вивчення гідроекологічного середовища та його властивостей. Розуміння часового й просторового характеру мінливості є ключем для різних напрямів дослідження гідроекологічного середовища: регіонального (просторова мінливість), динамічного (який враховує мінливість у фізичному часі), ретроспективного (зміни гідроекологічного середовища у геологічному часі).

1.4 Природно-техногенні гідроекосистеми

“Наука будується шляхом виділення природних тіл, які утворилися в результаті закономірних природних процесів”, - говорив В.І. Вернадський [71,91]. Розширення наукових уявлень про басейнові системи, гідроекосистеми, склад природних вод, процеси формування стоку, про гідрохімічний режим водних об’єктів а також розвиток геосистемних досліджень, створило передумови для вирізнення за функціональними ознаками специфічного “природного тіла” – природно-техногенної гідроекосистеми.

Гідроекосистеми є структурними складовими гідроекологічного середовища. Однак, характер циркуляції речовини і енергії в непорушеній гідроекосистемі значно відрізняється від схеми циркуляції речовини і енергії в порушеній гідроекосистемі [35,37]. Враховуючи, що за матеріалами паспортизації малих річок на території України немає річкових басейнів з непорушеними ландшафтами [97], доречним є введення поняття «природно-техногенної гідроекосистеми». Поряд з природними гідроекосистемами конструктивна гідроекологія вивчає й природно-техногенні гідроекосистеми.

Під природно-техногенною гідроекосистемою (ПТГЕС) слід розуміти динамічний просторово-часовий комплекс речовин і процесів, завдяки яким здійснюється обмін речовиною та енергією у природних водах. Крім природних тіл, їх елементами є антропогенні тіла (наземні та підземні гідроспори, водосховища, ставки, канали, водозабори та ін.) або елементи гідроекологічного середовища, стан, склад і властивості яких значно змінені під впливом діяльності людини, наприклад, у результаті скидів стічних вод. У таких системах відбуваються взаємодії між природними і штучними елементами (спорудами), наслідком яких є зміна стану природно-техногенної гідроекосистеми. ПТГЕС – динамічні, відкриті та квазірівноважні системи.

Суттєва різниця між природно-техногенними і природними гідроекосистемами полягає в тому, що змінюючи структуру гідроекологічного середовища та створюючи штучні елементи системи, Людина заздалегідь, спираючись на дані досліджень і розрахунків, реалізовує управління системою;

може передбачити режим поведінки створеної природно-техногенної гідроекосистеми, інтенсивність і характер змін відношень між її елементами, зміну її структури. Отже, головна відмінність природно-техногенної гідроекосистеми від природної та, що ПТГЕС є керованою системою і належить до класу систем, які досліджує конструктивна гідроекологія.

При вивченні ПТГЕС необхідно мати на увазі деякі найважливіші їх особливості. Згідно першому принципу загальної теорії систем, будь-яка система гетерогенна, тобто складається з різних підсистем, блоків, їх комбінацій і, кінець кінцем, з елементів. Згідно другому принципу, в будь-якій системі має місце породження композицій зі всіх або частини первинних елементів одним або декількома способами, згідно одному або безлічі законів композиції. При вивченні природно-техногенних гідроекосистем важливо уміти виділяти їх складові частини. Особливості ділення гідроекосистем залежать від того, яке значення надається абіотичній, біотичній і антропогенній складовій, звідси виникають “топогенний” і “ценогенний” принципи. Часто крупніші одиниці виділяють, виходячи з топогенних, а дрібніші – з ценогенних чинників. У наших дослідженнях застосовуємо топогенний принцип виділення природно-техногенних гідросистем, надаючи перевагу абіотичній і антропогенній складовій гідросистем, що визначає існування та зміни біотичної складової. Важлива особливість природно-техногенних гідроекосистем – ієрархічність їх будови.

Природно-техногенні гідроекосистеми відносяться до складних систем, для яких характерний акт рішення при їх оцінці, тобто вибору альтернатив [92], унаслідок чого динаміка гідроекологічних систем часто виявляється непередбачуваною. Виходячи з даного стану системи, неможливо точно передбачити її наступний стан. Можна лише вказати область, в якій знаходитиметься система, але не крапку в даній області. Сформульований принцип контрінтуїтивної поведінки, що полягає в тому, що складна система реагує на дії зовсім іншим чином, ніж інтуїтивно очікувалося [74], цим, зокрема, пояснюється трудність складання екологічних прогнозів.

Що ж можна вважати за неподільну одиницю, елемент екосистеми, вивченням структури якого згідно системному підходу можна нехтувати? В.Д. Федоров і Т.Г. Гильманов [91] відзначали, що поняття функціонального угруповання важливіше для розуміння цілісних властивостей екосистеми, чим поняття популяції, яке може бути достатньо гетерогенним. Екосистема – біокосна система, складна композиція з живих і неживих (косних) тіл. Виділяти будь-який один біокосний об'єкт як “основну одиницю” або елементарний осередок не прийнято [95], тому можна виділяти елементарні одиниці окремо для живого і неживого компонентів. За таку одиницю абіотичної складової гідроекосистеми можна прийняти чинник середовища, наприклад температуру води, характер ґрунту, і т.п. За таку одиницю біотичної складової гідроекосистеми можна прийняти біологічний вид. Але саме чинники вимірюються при екологічних дослідженнях, і їх кількісний вираз входить потім у всі розрахунки і моделі. Системолог А.А. Маліновський вважав, що основне в системі – не тотожність елементів, а наявність певних зв'язків. У системі може відбуватися повна заміна елементів, але вона зберігається за умови збереження спадкоємності між елементами і типами зв'язку. То ж можна сказати і про гідроекосистеми: види можуть мінятися, а екосистема при цьому зберігатися. А.М. Гиляров [33] підкреслює принципову невірність тверджень, ніби то в екосистемах всі компоненти між собою так тісно зв'язані, що варто тільки торкнутися одного з них, як це неминуче відіб'ється на всіх інших. На нашу думку, це абсолютно вірно для гідроекосистем.

Конструктивна гідроекологія вивчає природно-техногенні гідроекосистеми, з якими через їх розміри, складність і унікальність прямих експеримент, як правило, неможливий, тому специфічний метод екології – математичне моделювання. В.Д. Федоров [91] відносить екосистеми до систем “рендом – типу” (r – типу), в яких істотну роль грають стохастичні ефекти, і відзначає, що такими системами управляє тільки випадок.

Екологічні системи відносяться до омнікаузальних систем [61], їх структура визначається не елементами, а цілісними властивостями системи, тому цілісний

опис такої системи містить інформацію, що не виводиться з скільки завгодно докладного опису її на рівні елементів. Незвідність властивостей цілого до суми властивостей його елементів називають “эмерджентністю”. Далі, екосистеми відносяться до класу інтеркаузальних систем, структура яких не задається ззовні, а визначається внутрішніми властивостями системи. У таких системах структура завжди визначається функцією, а не навпаки. Таким чином, адекватними підходами при вивченні екосистем будуть: стохастичний, а не детерміністський; структурний, а не функціональний; холістичний, а не редукціоністський. Причому другі члени вказаних пар не заперечуються, а розглядаються як додаткові [61].

Вивчення гідроекосистем базується також на деяких, встановлених в процесі тривалого розвитку науки екологічних концепціях [63]: концепція екосистеми, концепція рівнів організації, концепція “ключових” чинників, концепція трофічних ланцюгів і мереж, концепція стабільності, концепція толерантності, концепція екологічного домінування, концепція екологічної різноманітності та ін.

При вивченні гідроекосистем потрібно звертати увагу на їх склад, структуру і функції (поведінку). Втім, деякі вчені включають склад в поняття структури. Крім того, виділяють три напрями в трактуванні структури: структура як синонім складу, структура як синонім будови і структура як сукупність зв'язків.

Найчастіше структуру визначають як сукупність зв'язків між компонентами [22,91]. В.І. Миколаїв і В.М. Брук вважають, що структура – сукупність тих властивостей системи, які істотні з погляду дослідження, що проводиться, і володіють інваріантністю на всьому інтервалі функціонування, що цікавить дослідника, або на кожній непересічній підмножині, на які розбитий інтервал функціонування. Останнє уточнення дозволяє розглядати “системи із змінною структурою”, до яких відносяться і гідроекосистеми в процесі їх розвитку. Статистичний словник визначає структуру як “розподіл в певних співвідношеннях різних частин у складі об'єкту, що вивчається”.

Виходячи не стільки з філософських міркувань, скільки з практики, що

склалася в гідроекологічних дослідженнях, автор визначила структуру як сукупність характеристик неоднорідності об'єкту, що вивчався, які відносяться до трьох аспектів: співвідношенню окремих складових частин, взаємозв'язку між частинами, зміні частин і об'єкту в цілому. Одна з головних особливостей структурних характеристик - їх інформативність. Так, наприклад, видова структура несе в собі інформацію про тип водоймища, якість води тощо. На думку ряду дослідників для оцінки стану екосистем їх структура дає більше інформації, чим біомаса і потік енергії.

Природно-техногенні гідроекосистеми є системами відкритого типу; їх властивості та структура формуються як під впливом факторів зовнішнього по відношенню до них середовища (екзосистемних процесів) так і за рахунок внутрішніх (ендосистемних) процесів.

Для гідроекосистем корисно відокремлювати зовнішню і внутрішню структуру системи. Внутрішню структуру складають співвідношення між елементами системи, зовнішню утворюють зовнішні зв'язки системи з навколишнім середовищем. Для гідроекосистеми навколишнє середовище є сукупність всіх об'єктів, зміна властивостей яких впливає на систему, а також тих об'єктів, чії властивості міняються в результаті поведінки системи. Вивчення зовнішньої структури важливе ще і тому, що, виходячи з теореми Геделя, можна вважати, що кожна гідроекосистема володіє властивостями, які не можуть бути пояснені шляхом вивчення тільки даної системи [18].

Структури виділяються за різними ознаками. Для гідроекосистем вважаємо за доцільне виділити наступні структури: таксономічну, розмірну, генетичну, часову, просторову, інформаційну, трофічну, енергетичну, екологічну тощо. Вказаний список не вичерпний і не є класифікацією структур, оскільки вони виділені на різних підставах, деякі структури можна розглядати як окремий випадок інших, але в практиці гідроекологічних досліджень вивчаються саме структури з такого списку.

Не зупиняючись на особливостях вивчення всіх вище перелічених структур, торкнемося тільки декількох аспектів. При вивченні часової і просторової

структур потрібно звертати увагу на поняття масштабу. Дійсно, абсолютно всі висновки щодо гідроекосистем залежать від масштабу, в якому їх вивчають. Гідроекологічне середовище є “матрьошкою” величезного числа масштабів, в кожному з яких гідроекосистема має особливу масштабоспецифічну гетерогенність. Співіснуючі в деякому масштабі елементи в іншому масштабі можуть виявитися розділеними або такими, що зовсім не існують один для одного. Більш того, в деяких випадках “звичайний” фізичний простір екологічних систем має не звичайну, а фрактальну розмірність.

Природно-техногенні гідроекосистеми виділяються за принципом функціонально-цілісної геосистеми як об’єм простору; системоутворюючою основою її є басейнова система.

Речовинно-агрегатну структуру природно-техногенної гідроекосистеми утворюють хімічні речовини, які у різних формах і агрегатних станах знаходяться у воді і забезпечують перебіг фізико-хімічних процесів як у самій воді так і речовинно-енергетичний обмін між водою та суміжними з нею середовищами (атмосферою, літосферою, біосферою)

Сукупність фізико-хімічних процесів у гідроекологічному середовищі, в результаті яких відбувається трансформація та транспорт речовин і енергії і складає процесно – функціональну структуру природно-техногенної гідроекосистеми.

Таким чином, поєднання теоретико-методологічних основ вчення про функціонально-цілісні геосистеми з концепцією багатофакторності формування гідроекологічного середовища, дозволило вирізнити та обґрунтувати природно-техногенну гідроекосистему, яка функціонує в певних просторових межах.

Виявлення ПТГЕС за умови використання запропонованого підходу, в основі якого лежить інтегрування елементарних однорідних цілісно функціональних ПТГЕС, можливе в межах будь-якої території, яку можна представити як макросистему, що складена якою завгодно великою кількістю елементарних річкових басейнів. Сказане означає, що ієрархічно структуровані

ПТГЕС можна виділити як в межах басейну річки вищого порядку, так і в межах території будь-якої одиниці географічного районування, аж до топічного рівня.

Враховуючи досвід класифікацій річкових басейнів (Сочава, 1974; Ісаченко, 1979; Кінг, 1980; Аурада, 1986; Гродзинський, 1993), пропонується наступна ієрархічна класифікація ПТГЕС за їх розміром:

мікрорівень: субтопічна ПТГЕС I порядку (до 100 м^2);

субтопічна ПТГЕС II порядку ($>100 \text{ м}^2 - 1 \text{ км}^2$);

мезорівень: локальна ПТГЕС I порядку ($>1 \text{ км}^2 - 100 \text{ км}^2$);

локальна ПТГЕС II порядку ($>100 \text{ км}^2 - 5 \text{ тис. км}^2$);

макрорівень: регіональна ПТГЕС I порядку ($>5 \text{ тис. км}^2 - 100 \text{ тис. км}^2$);

регіональна ПТГЕС II порядку ($>100 \text{ тис. км}^2 - 1 \text{ млн. км}^2$);

субглобальна ПТГЕС ($>1 - 100 \text{ млн. км}^2$);

глобальна ПТГЕС ($> 100 \text{ млн. км}^2$).

ПТГЕС є своєрідною формою існування і руху матерії в певних просторово-часових рамках, тому динамічний стан системи в різних його проявах є її природною властивістю. Основною причиною динамічності ПТГЕС як системи відкритого типу є нестабільність зовнішніх факторів, які її формують. Будь-який зовнішній вплив на ПТГЕС є поштовхом до протікання процесів перетворення речовин, хімічних і динамічних процесів у водному середовищі. ПТГЕС має здатність швидко реагувати на зміни навколишнього середовища більш або менш масштабними динамічними, фізико-хімічними, біологічними перетвореннями, зміною своєї речовинно-енергетичної структури. Тому, якщо в навколишньому середовищі відбувається декілька специфічних подій (наприклад, скид забруднених стічних вод, зміна температури, тощо), то ПТГЕС, в принципі, відображає кожну із цих подій у специфічних перебудовах своєї структури як у часі, так і у просторі, якщо тільки ці події досягають певного (суттєвого) порогу впливу. Якщо результуюча подій не досягає порогу впливу, то перебудова структури є тимчасовою, перебуває в межах гомеостазу, система через певний час повертається в стабільне положення. Якщо

результуюча подій перевищує поріг впливу, то перебудова структури є незворотною, знаходиться за межами гомеостазу. Цей поріг впливу може бути змодельований за допомогою індексу техногенного впливу, який включає як кількісні так і якісні показники природно-техногенних змін.

Стійкість ПТГЕС полягає в збереженні її рівноважного стану протягом певного часу за умови стабільності факторів, які на неї впливають. Рівноважним станом, згідно другого закону термодинаміки, є найбільш імовірний стан, до якого прямує будь-яка термодинамічна система (Горєв,1996). З точки зору термодинаміки, ПТГЕС можна розглядати як геобіотермодинамічну систему з врахуванням зовнішніх джерел та стоків маси і енергії, включаючи роботу, яка виконується під дією зовнішніх впливів.

У випадку впливу на ПТГЕС того, чи іншого фактора вона відреагує на нього у відповідності до фізико-хімічного закону Ле-Шательє, тобто у ній будуть розвиватися процеси нейтралізації наслідків антропогенного впливу та відновлення стану рівноваги, у якому система перебувала до моменту впливу. Стійкість ПТГЕС безпосередньо залежить від її буферної здатності (Лаврик та ін., 1991; Израэль, 1989).

Таким чином, під природно-техногенними гідроекосистемами, що є об'єктом наукового дослідження, слід розуміти динамічну сукупність техногенних об'єктів та процесів в межах басейнових систем, діяльність яких постійно впливає на довкілля, змінює кількісні і якісні параметри водних об'єктів, і перебуває під дією техногенних змін.

Опираючись на результати попередніх досліджень систем взагалі (Месарович, 1966; Берталанфі, 1969; Холл, Фейджин, 1969; Churchman, 1979; Athey, 1982) і, особливо, природних систем (Domenico, 1972; Джефферс, 1981; Egelen,1984; Struckmeier, 1986; Лаврик,1998), нами виконана математична формалізація ПТГЕС.

Природно-техногенну гідроекосистему можна описати співвідношенням:

$$S = \{X, Q\}, \quad (1.1)$$

де $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ - множина елементів x_i системи S . Через Q позначена

множина закономірностей змін елементів x_i , їх взаємодія між собою і з навколишнім середовищем, тобто вона представляє собою сукупність залежностей, які зв'язують елементи x_i системи S .

Елементи системи S – компоненти гідроекосистеми у вигляді певного набору фізичних, хімічних, біологічних параметрів позначаються символами $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, де n – число компонентів. Тоді множину цих елементів $X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$ назвемо складом гідроекосистеми.

Елементи $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ об'єднуються в систему певними відношеннями і зв'язками, які називаються системоутворюючими, або, як уже було названо вище, ендосистемними. Таким чином формується структура природної гідроекосистеми.

Елементи системи взаємозв'язані і одночасно зазнають впливу зовнішніх техногенних факторів. Таким чином утворюються екзосистемні зв'язки, що характеризують зовнішні фактори формування гідроекосистеми, які формують структуру техногенної гідроекосистеми. Зовнішні фактори можуть одночасно обумовлювати також основні речовинно-енергетичні потоки в геосистемі вищого порядку, до якої належить дана ПТГЕС.

Таким чином, можна умовно розділити природно-техногенну гідроекосистему S на природну Z і техногенну W підсистеми із своїми підсистемами, елементами і зв'язками:

$$S=Z \cdot Q \cdot W. \quad (1.2)$$

Під природною гідроекосистемою розуміють сукупність водних ресурсів та процесів, що їх поєднують з атмосферою, біосферою, літосферою, а також показників, що описують стан водних ресурсів та процесів.

Під техногенною гідроекосистемою в даному випадку розуміють весь водогосподарський комплекс в межах басейнової системи зі всіма його об'єктами і елементами. При цьому елементи як в природних, так і в техногенних гідроекосистемах пов'язані певними залежностями, процесами, які змінюються в часі і просторі.

Назва гідроекосистеми з *природно-техногенної* на *техноприродну*

змінюється у випадку, якщо водний об'єкт або його басейн більше ніж на 50% змінений антропогенною діяльністю. І в одному і в другому випадках водні системи слід називати гідроекосистемами у зв'язку з пріоритетом екологічних чинників в питаннях користування, безпеки, управління та охорони водних ресурсів.

Тому варто позначити символом F множину зовнішніх факторів природно-техногенної гідроекосистеми, які формують екзосистемні зв'язки ПТГЕС і є по відношенню до неї зовнішнім (навколишнім) гідроекологічним середовищем. Множину цих факторів представимо вектором: $F = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_m\}$.

Множина відношень (зв'язків) між елементами всередині ПТГЕС та елементами ПТГЕС і навколишнім середовищем називається структурою даної природно-техногенної гідроекосистеми S , позначимо яку як: $R = \{R_1, R_2, R_3, \dots, R_l\}$, де l – число зв'язків, що утворюють структуру системи S .

У результаті такої взаємодії формується процесно-функціональна структура природно-техногенної гідроекосистеми.

Склад ПТГЕС X , фактори навколишнього середовища F та структура R можуть змінюватись у часі t . Цю зміну у загальній формі можна позначити наступним чином: $X = X(t) = \{X_1(t), X_2(t), X_3(t), \dots, X_n(t)\}$; $F = F(t) = \{F_1(t), F_2(t), F_3(t), \dots, F_m(t)\}$; $R = R(t) = \{R_1(t), R_2(t), R_3(t), \dots, R_l(t)\}$.

Зміна у часі елементів $X(t)$ та структури $R(t)$ ПТГЕС в залежності від впливу зовнішніх факторів $F(t)$ відбувається за певною функцією $M(t)$.

Враховуючи виконану математичну формалізацію ПТГЕС, можна подати її визначення в такому варіанті: природно-техногенною гідроекосистемою $S(t)$, що функціонує у гідроекологічному середовищі, яке по відношенню до системи є навколишнім середовищем $F(t)$, називається множина об'єктів $S(t) = S(X, F, R, M)$, що утворена із сукупності внутрішніх елементів $X(t)$, які зв'язані між собою і з навколишнім середовищем $F(t)$ сукупністю зв'язків $R(t)$, які змінюються у часі відповідно до множини функцій $M(t)$.

ПТГЕС як процесно-функціональні речовинно-енергетичні структури гідросфери можуть бути розділені перш за все за їх основними двома типами:

а) ПТГЕС морські; б) ПТГЕС континентальні. Останні в свою чергу можуть бути поділені на ПТГЕС текучих вод, ПТГЕС водойм з уповільненим водообміном, ПТГЕС підземних вод.

Басейнова ПТГЕС текучих вод є класичною повнокомпонентною системою, що функціонує у об'ємі простору, створеному генетично зв'язаними категоріями природних вод, які утворюють цілісний водний потік з параметрами, що варіюють у просторі і часі.

ПТГЕС водойм функціонують у межах водозбору озера, болота чи водосховища. Для них характерна також вертикальна структура, що відрізняє їх від басейнових ПТГЕС. Тому вони можуть бути додатково розділені, враховуючи неоднорідність умов формування фізико-хімічно-біологічного складу води, як у горизонтальній так і у вертикальній площинах, на ряд локальних ПТГЕС мікро - і мезорівня в залежності від розміру області їх поширення. Ідентифікація та диференціація цих систем можлива за умови детального дослідження водного об'єкта в межах усієї акваторії та глибини.

Залежно від мети дослідження природно-техногенну гідроекосистему завжди поділяють на елементи – підсистеми та вивчають її структуру. З найбільшим ефектом дослідження можна вести в системі людина – гідроекологічне середовище, межі якої різні – від глобальних, національних, регіональних до окремого технічного об'єкту, який взаємодіє з водним об'єктом. Кожна з розглянутих природно-техногенних гідроекосистем має комплекс показників, які характеризують, з одного боку, природні елементи і умови їх взаємодії в системі, а з іншого – інтенсивність і характер техногенної діяльності, що визначають напрями та головні параметри функціонування системи.

Система людина – гідроекологічне середовище є природно-техногенною відкритою гідроекосистемою. Керування системою контролює низка цілеспрямованих дій, які дають змогу забезпечити достатню надійність для функціонування створених і проєктованих природно-техногенних об'єктів. У методичному аспекті системний підхід забезпечує вибір проблеми в

просторових рамках системи її конструювання.

Спеціальна ПТГЕС людина – гідроекологічне середовище (масштаб 1:100 000 – 1: 50000) досліджується з метою вирішення проблем технології управління станом гідроекосистеми як частини гідроекологічного середовища, яка є в межах зон впливу крупних промислових комплексів (хімічних, гідротехнічних, гірничопромислових тощо). У територіально-адміністративному плані це лінійні або площинні зони, розміщені в одній або різних адміністративно-територіальних одиницях (районах). Потреба конструювання спеціальних ПТГЕС зумовлена цілеспрямованістю техногенної дії та її масштабу, що в деяких випадках спричиняє радикальну зміну стану гідроекологічного середовища, визначаючи розвиток або різку активацію небезпечних гідроекологічних процесів.

При цьому теоретичні аспекти проблеми базуються на розгляді природно-техногенної гідроекосистеми з точки зору компонентної, ієрархічної та функціональної структур.

Для розробки технології управління в межах зон впливу окремих великих господарських об'єктів передбачено конструювання спеціальних природно-техногенних гідроекосистем. Спеціальна природно-техногенна гідроекосистема має визначену специфіку еволюції гідроекологічного середовища в залежності від виду господарської діяльності. Як приклад, можна розглянути спеціальні природно-техногенні гідроекосистеми зони впливу гідротехнічного комплексу (масштаб 1:50000), зони впливу урбанізованої території (міста) (масштаб 1:25000), потенційної зони впливу лінійних об'єктів (масштаб 1:5000).

Для кожної з спеціальних природно-техногенних гідроекосистем створюють комплексну матрицю, яка визначає взаємовідносини між природними й техногенними елементами гідроекосистеми, що дає змогу за умов виконання додаткових процедур (моделювання, прогнозування) визначити технологію управління системою.

Системна організація гідроекологічного середовища за умов функціонування різномасштабних природно-техногенних гідроекосистем дає

змогу реалізувати різні рівні управління. Вона відображає факт необхідності оптимізації взаємовідносин людини з гідроекологічним середовищем шляхом раціональної просторової організації техногенної діяльності.

Взаємодія людини з гідроекологічним середовищем відбувається в двох напрямках. З одного боку, людина пізнає це середовище і змушена будувати свою поведінку відповідно до його структури. З іншого, - вона впливає на гідроекологічне середовище з метою адаптації його до своїх потреб.

У процесі такої взаємодії розвиваються нові потреби, які змінюються внаслідок економічного та соціального розвитку людства. Використання гідроекологічного середовища є значною частиною суспільного виробництва для забезпечення людства гідроенергоресурсами, ресурсами для водоспоживання і водокористування, питною водою, продуктами харчування, рекреаційним простором. Оскільки функціональні особливості системи «людина - гідроекологічне середовище» визначають можливість прогнозування гідроекологічних процесів і прийняття управлінських рішень, то головною процедурою в системних дослідженнях є побудова моделі, яка відображає головні чинники та взаємозв'язки реальної ситуації. Вивчення проблеми формування гідроекологічного середовища як систем різного рівня потребує аналізу значної кількості елементів і оцінки взаємовідносин між ними.

Моделювання може наблизити ступінь адекватності між конструйованою моделлю та реальним об'єктом, оскільки створити повну модель природного об'єкту наука не в змозі. На думку В.М. Садовського, в таких випадках «...вихід... полягає в поступових наближеннях шляхом оперування свідомо обмеженими й неадекватними уявленнями з тим, щоб моделювання поступово ставало все більш повним і правильним» [76].

Комплекс еколого-гідрологічних досліджень визначає розробку не однієї універсальної моделі розвитку гідроекологічного середовища, придатної для вирішення всього кола питань управління, а реалізації цілої низки ієрархічно взаємопов'язаних моделей за різними системотворними ознаками (регіональними, спеціальними, детальними, локальними). Метою їх створення є

поступове, максимально можливе зменшення невизначеності досліджуваної системи шляхом вивчення та виявлення загальних і окремих закономірностей її розвитку. Моделювання гідроекологічних систем покликане забезпечити вирішення завдань управління.

Отже, розглянута методика системних досліджень відображає можливість конструювання природно-техногенних гідроекосистем, які дають змогу для окремої гідроекологічної ситуації створити її модель, оцінити її стан у прогностичному аспекті та прийняти управлінське рішення. Головні позитивні аспекти природно-техногенних гідроекосистем – гнучкість, різномасштабність, різноманітна діяльність і достатня адекватність досліджуваному об'єктові. При цьому аспект був зроблений на наступних рівнях природно-техногенних систем з точки зору конструювання, оптимального функціонування гідроекосистем:

- регіональний – при якому в межах систем відповідно до масштабу 1:200000 розраховується гідроекологічний потенціал, та виконується стратегічна оцінка залучення водних ресурсів у народне господарство;

- спеціальний – при якому в межах системи, відповідно до масштабів 1:50000, 1:1000 розраховується технологічна схема використання водних ресурсів на різних стадіях функціонування гідроекосистеми.

На сьогоднішній день Україна перебуває на такому етапі свого розвитку, коли значна частина водогосподарського комплексу потребує технологічної реконструкції. При цьому загальним для всіх існуючих науково-технічних рішень щодо вирішення завдань охорони довкілля та оптимізації техніко-технологічних чинників є або їх вузька направленість (по галузевим інтересам, по окремих напрямках впливу на природне середовище), або відсутність єдиної наукової основи при більш широкому підході. Головним і загальним недоліком є недостатня реалізація системного підходу в науковому вирішенні гідроекологічних завдань.

Розширення масштабів порушення навколишнього середовища надалі випереджає ріст обсягів та ефективності природоохоронних робіт. В такій ситуації, очевидно, необхідним є нетрадиційний підхід для оцінки ефективності

водогосподарського комплексу, враховуючи пряме і опосередковане залучення багатьох природних ресурсів. Іншими словами, необхідно проектувати, оцінювати ефективність і створювати не окремий, наприклад, гідротехнічний комплекс, а природно-техногенну гідроекосистему, в якій взаємодіють технологічні, техногенні, природні елементи і процеси.

1.5 Гідроекологічний потенціал

Під гідроекологічним потенціалом ми розуміємо ту частину гідроресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику, який підлягає управлінню (тобто техногенна діяльність забезпечує економічний ефект при мінімізації порушень гідроекосистем до меж гомеостазу).

Природні гідроекосистеми складаються з величезного числа різноманітних елементів, об'єднаних безліччю зв'язків і стосунків, повністю вивчити які практично неможливо. Звідси встає питання про критерії відбору того, що необхідно досліджувати для вирішення певного завдання, і того, що можна відкинути. Потрібно встановити деякі порогові значення характеристик, що вивчаються. До таких критеріїв можуть бути віднесені, наприклад, сила кореляційного зв'язку, вірогідність появи феномену, порівнянність частки певних елементів у функціонуванні угруповань і тому подібне. До цього запрошує Р – евристика № 9 “не розрізняй те, що не істотно в даній ситуації” [73,74].

При вивченні гідроекосистеми спочатку потрібно охарактеризувати її типологічну приналежність (наприклад, екосистема ріки, озера, водосховища, болота), далі можна вказати поширеність і різноманітність. Потім характеризується ступінь вирізнення екосистеми, тобто чіткість і характер меж, що відокремлюють її від інших екосистем. Представляє інтерес розмір екосистеми, який може бути виражений через займану нею площу, об'єм або ж масу живої речовини, що входить в неї. Після кількісного вивчення окремих структур екосистеми необхідно оцінити її стан в цілому. Під станом розуміють

сукупність характеристик всіх тих параметрів гідроекосистеми, які в даний момент і при даних граничних умовах однозначно визначають характеристики системи з часом.

Для кількісної характеристики явища, об'єкта або процесу треба побудувати поняття особливого роду – показник. Він повинен давати кількісну характеристику явища в єдності з його якісною визначеністю. Показник складається з моделі якісної сторони явища, що встановлює, що, де, коли і яким чином підлягає вимірюванню (якісний реквізит), і чисельного виразу явища в конкретних умовах місця і часу (кількісний реквізит). Як правило, кожному екологічному поняттю повинен відповідати певний показник, бо вводити в екологію поняття, які не можна охарактеризувати кількісно, навряд чи доцільно. Відомо, що всяке явище або процес можуть мати багато різних сторін або аспектів. Лише порівняльне просте явище можна охарактеризувати одним показником, складні явища характеризуються цілою системою показників, кожен з яких вимірює один аспект явища. На підставі їх можна будувати комплексні показники.

Побудова задовільного показника (системи показників) може бути проведена на достатньо високому рівні вивчення явища, що стосується екологічних показників, то тут доводиться кількісно характеризувати поняття, які чітко не визначені, що вводяться інтуїтивно і що неоднозначно розуміються (наприклад, якість води і т. п.). Так, вивчення організованості системи проводиться шляхом порівняння її з деякими канонічними стандартами “порядку”, тут дуже велика роль суб'єктивності.

Одне з перспективних завдань гідроекології - отримання більшого числа показників, що всебічно характеризують водну екосистему. Для опису наземних екосистем запропонований набір, що включає понад 80 різних показників [27,36,100], але і він неповний і не завжди застосовний до водних екосистем, для яких потрібно розробляти свою систему показників. Різні показники можна класифікувати за різними ознаками, наприклад:

- показники вимірювані (витрата води, вміст хімічних речовин, біомаса) і

розрахункові (продукція, модуль стоку, індекси забруднення);

- показники прості (що характеризують об'єкт з одного боку), комбіновані (що характеризують об'єкт з різних сторін) і комплексні (включаючи відповідні характеристики декількох компонентів екосистеми);

- показники окремих компонентів і системні показники, що відображають цілісні властивості екосистеми;

- показники структурні і функціональні;

- показники статичні і динамічні;

- показники, які можуть бути виражені похідною за часом (характеризують швидкість змін), і показники, що виражаються інтегралом в часі (характеризують підсумок процесу) [67,86].

Не маючи можливості навести список всіх показників, що використовуються в екології, перелічимо ті з них, які характеризують в основному цілісні властивості екосистем:

- ступінь автономності (включність в систему вищого рангу);

- цілісність (автономність елементів системи), сюди ж примикають: організованість, впорядкованість, жорсткість, ступінь централізації, емерджентність, суммативність;

- неідентичність (важливо при прогнозуванні за аналогами);

- насиченість (пов'язана з екологічною ємкістю);

- структурна (кількість підсистем, рівнів, блоків ...);

- різноманітність і варіабельність елементів;

- просторова різноманітність;

- складність;

- стабільність, стійкість, живучість, надійність;

- чутливість;

- ступінь речової, енергетичної і інформаційної відкритості;

- пропускна спроможність;

- тимчасові характеристики - наявність тренда, період і амплітуда коливань, час затримки, ступінь консервативності, власний період коливань,

час повернення в початковий стан, швидкість і прискорення сукцесії, зрілість, швидкодія;

- лабільність (співвідношення стійкості структури і рухливості функцій);
- керованість;
- прогнозованість;
- ступінь оптимальності (ефективності) функціонування, зокрема для конкретних видів використання;
- ступінь адаптованості;
- ступінь “нормальності” або “патологічності”;
- показники, що характеризують взаємодію екосистеми і людського суспільства (антропогенне навантаження, рекреаційні можливості і т. д.).

Фактично для всіх характеристик гідроекосистеми немає одного загальноприйнятого, всіх задовольняючого показника.

Окрім розробки кількісних показників необхідно вказати можливість їх змістовної інтерпретації, сферу застосування, методику оцінки систематичних і випадкових помилок, охарактеризувати стійкість показників до помилок в початкових даних і т. ін.

Одним з таких показників, на нашу думку може стати гідроекологічний потенціал, який оцінює буферну здатність гідроекосистем. Доречним вважаємо введення поняття кількісної і якісної складової гідроекологічного потенціалу, які будуть детально розглянути на прикладі гідроекосистем Карпатського регіону в наступних двох розділах.

Проблемам регіональної оцінки гідроекологічного середовища останнього часу приділялось недостатньо уваги. Особливо це стосується малих і середніх водотоків, які найбільш яскраво відображають зміни природних умов. Разом з тим вони є особливими водними об'єктами, які найбільш піддаються антропогенному впливу, що проявляється як на водозборах, так і в руслах річок.

Нераціональне і надмірне розорювання території водозборів, зменшення їх залісеності призвели до того, що активізувалися процеси зниження

гідроекологічного потенціалу річок. “Створення” каналізованих русел (їх спрямлення та поглиблення), проведення меліоративних робіт на заплавах, розробки руслових і заплавних кар’єрів посилюють глибинну руслову ерозію і, таким чином, відбуваються зміни гідрологічного режиму заплав. Внаслідок цього трансформуються пріоритети і роль чинників, які обумовлюють характер прояву та інтенсивність гідроекологічних процесів, спостерігаються суттєві зміни в стійкості басейнових систем, відбувається деградація і відмирання малих водотоків, погіршується загальна екологічна ситуація в басейнах річок.

Перераховані явища можуть бути досліджені і в значній мірі прогнозовані, як і розробка методів боротьби з ними, за допомогою оцінки нульового гідроекологічного потенціалу (екологічно допустимих витрат), які виступають у ролі чи не головних індикаторів гідролого-екологічного стану басейнової системи. Узагальнюючим показником якісної складової гідроекологічного потенціалу є запропонований індекс гідроекологічного потенціалу, обґрунтування якого приведено в третьому розділі.

В даній роботі поряд з теоретичними і методичними напрацюваннями стосовно аналізу гідроекологічного потенціалу в межах Карпатського регіону, значна увага приділяється практичній реалізації результатів досліджень шляхом розробки рекомендацій і заходів щодо запобігання і ліквідації негативної антропогенної дії в басейнових системах (розділ №4).

1.6 Наукові основи екологічної безпеки при використанні гідроекологічного потенціалу

Використання гідроресурсів передбачає техногенне навантаження на гідроекологічне середовище. Шлях до вирішення проблеми екологічної безпеки гідроекосистем повинен ґрунтуватись на концепції стійкого розвитку, яка передбачає економічне зростання за рахунок впровадження комплексних екологічно чистих технологій, формування природно-техногенних гідроекосистем, в яких не виникає складних екологічних проблем пов'язаних з

інгредієнтним та тепловим забрудненням. Однак і в цьому випадку необхідна розробка критеріїв та методів оцінки екологічної безпеки гідроекосистем, які дозволяють своєчасно прогнозувати та попереджати негативний вплив на гідроекологічне середовище.

В минулому екологічна безпека гідроекосистем орієнтувалась на забезпечення норм ГДК, ГДС тощо. Сьогодні все більшу популярність отримує концепція "ризиків", яка на сучасному етапі реалізується у вигляді вирішення задачі керування "ризиком", пошуку шляхів зниження "ризиків" як головного елементу політики забезпечення екологічної безпеки.

Принцип техногенної екологічної безпеки гідроекосистем заснований на формуванні і управлінні нових систем "людина-природа", коли технічний об'єкт, наприклад мала гідроелектростанція, є елементом природно-техногенної гідроекосистеми (ПТГЕС). Така система може бути визначена як форма взаємодії гідроекосистеми і технічного об'єкту в інтересах використання та збереження гідроекологічного середовища. В природно-техногенній гідроекосистемі екологічний фактор набуває значення критерію на відміну від ролі обмеження при лімітному принципі. Ліміти на використання природних ресурсів існують в цьому випадку тільки як спосіб регулювання, тому що система екологічних обмежень володіє консервативністю і може бути прийнята як тимчасова міра збереження природного середовища. Основний принцип управління ПТГЕС може бути сформульований як "розвиток без руйнування" [11,14,77].

Природно-техногенна гідроекосистема керується за рахунок запасу та обміну інформацією, яка надходить від екологічного моніторингу. Стосовно саме таких систем може бути сформульований **принцип техногенної екологічної безпеки - стан, при якому забезпечується стійка взаємодія людини і природи.** Термін "стійка взаємодія" визначає умови збереження структури та функціонального призначення ПТГЕС під дією природних та антропогенних факторів.

На нашу думку техногенна екологічна безпека використання гідроресурсів

і гідроекосистем в цілому повинна базуватись на гідроекосистемній концепції збалансованого природокористування.

Концепція ґрунтується на таких вихідних принципах:

- 1) довікільню притаманна гідроекосистемна ієрархія;
- 2) гідроекосистеми є частиною гідроекологічного середовища;
- 3) гідроекосистеми характеризуються "організаційністю";
- 4) в межах гідроекосистем нерозривно взаємопов'язані природні умови та господарська діяльність;
- 5) гідроекосистеми - оптимальні територіальні одиниці моніторингу природного середовища;
- 6) використання картографічного та імітаційного математичного моделювання гідроекосистем - основа прогнозування та оптимізації стану гідроекосистем.

Нижчою ланкою гідроекосистемної ієрархії є малі водозбори. Важливо відмітити, що останні мають локальний масштаб, але більшу поширеність.

Гідроекосистеми характеризуються організаційністю. Вони є парадинамічними і парагенетичними природними системами. Використання гідроресурсів пов'язане з урахуванням організації і умов функціонування басейнових гідроекосистем. В межах досліджуваного регіону їх доцільно розподілити на гірські, передгірські і рівнинні. Річкові гідроекосистеми цілісно розглядають як природно-техногенні гідроекосистеми, про що йшлося вище.

Функціональна цілісність гідроекосистем визначається наявністю вертикальних і горизонтальних зв'язків, в основі яких лежать потоки вологи і пов'язаних з ними хімічних елементів, твердих речовин. Зміна потоків вологи і речовин внаслідок антропогенної дії на комплекс в якій-небудь частині басейну відображається на природних умовах всієї системи, що в свою чергу впливає на господарську діяльність, вимагаючи її редагування.

Без сумніву будь-яке прогнозоване техногенне навантаження на гідроекосистеми повинно передбачати детальні розрахунки економічної доцільності в порівнянні з екологічним ризиком. Достовірність прогнозу

останнього ґрунтується на достатній кількості даних спостережень.

Достатню кількість коректних даних натурних спостережень в межах досліджуваного регіону можна отримати, якщо дотримуватись твердження, що гідроекосистеми - оптимальні територіальні одиниці моніторингу природного середовища. Це дозволить раціонально розмістити мережу спостережень, а також посприє комплексності спостережень. Використовуючи функціональну цілісність басейнових гідроекосистем, мережу спостережень розміщують на шляху потоків вологи і речовини (особливо антропогенного походження) як між типовими елементарними гідроекосистемами, так і в замикаючих створах басейнів кожної сходинки ієрархії. Практика природокористування вимагає використання інтегральних показників стану природного середовища. До таких комплексних показників, на думку автора, належать кількісні та якісні характеристики гідроекологічного потенціалу.

Подібність структури та функцій гідроекосистем, комплексні спостереження, єдина мережа спостережень, наявність великих масивів ретроспективної інформації спрощують створення банку даних станів природного середовища. Інформаційне забезпечення - одна з важливих умов побудови моделей ПТГЕС.

Кінцевою метою моделювання ПТГЕС є управління технологічними і екологічними процесами в інтересах її стабілізації або розвитку. Відповідно до цієї мети можна виділити три етапи моделювання (інформаційне забезпечення, імітаційне моделювання, прогнозування з управлінням), які показані на рис.1.1.

Перший етап моделювання пов'язаний з формуванням банку інформації за трьома напрямками:

- збір та аналіз результатів натурних спостережень, інженерних вишукувань, вивчення архівних матеріалів з метою накопичення первинної інформації;
- використання традиційних моделей з визначення розрахункової інформації, наприклад, моделі швидкостей течії, стратифікації у водоймах;
- генерування інформації, якої недостатньо як вихідної, наприклад, за

аналогічними басейновими гідроекосистемами або природними умовами. Метод аналогій доцільно використовувати для прогнозу природних передумов і екологічних наслідків антропогенного навантаження (наприклад, розташування МГЕС) в межах басейнових екосистем досліджуваного регіону.

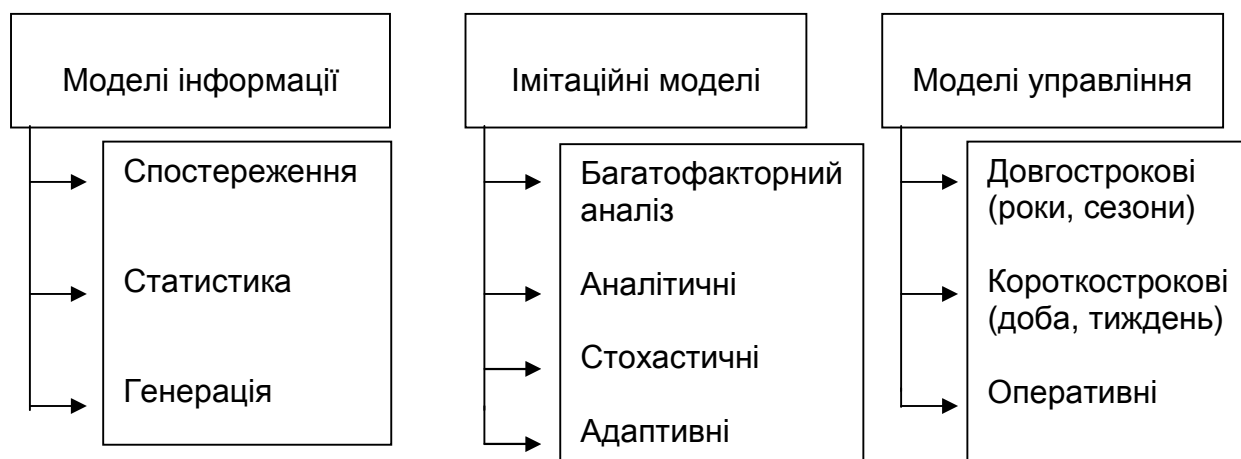


Рисунок 1.1 - Етапи моделювання природно-технічної системи МГЕС

Другий етап моделювання ставить собі за мету розробку імітаційних моделей для формалізації взаємодії техногенних і екологічних процесів. Найбільш загальною формою моделі природно-техногенного процесу є багатофакторні моделі у вигляді регресійних залежностей. Імітаційні моделі є вихідними для визначення прогнозних ситуацій, які оцінюють вірогідні екологічні ситуації. Така оцінка проводиться на третьому етапі модельних досліджень. Залежно від результату, що прогнозується, приймаються рішення щодо управління системою на основі багатокритеріального аналізу (3 етап).

Під гідроекологічними ситуаціями (проблемами) розуміють різноманітний стан водного середовища, важливий з точки зору здоров'я, умов життя і діяльності людей, як наслідок небезпечного функціонування ПТГЕС.

Першим етапом гідроекологічних досліджень є визначення причин виникнення негативних гідроекологічних ситуацій. Важливо підкреслити, що причиною багатьох проблем є недостатність знань ряду аспектів взаємодії інженерних споруд з оточуючим середовищем [26,46,76,97].

При виборі операційних одиниць, які характеризують гідроекологічні

ситуації, необхідно виходити з принципу найбільшої інформативності при обмеженій кількості вибраних параметрів. В межах вирішення проблеми екологічно безпечного функціонування ПТГЕС в Карпатському регіоні необхідними і найбільш інформативними параметрами для визначення гідроекологічних ситуацій, що можуть виникнути внаслідок функціонування ПТГЕС, є: 1) динаміка кількісної складової гідроекологічного потенціалу; 2) динаміка якісної складової гідроекологічного потенціалу; 3) динаміка небезпечних геодинамічних процесів в межах ПТГЕС; 4) динаміка гідробіологічних показників.

За часом виникнення можна виділити успадковані гідроекологічні ситуації, що виникли в минулому і зберегли своє значення до теперішнього часу або на прогнозну перспективу, а також ті, що сформувались на сучасному етапі чи прогнозовані. В територіальному аспекті, за пропозицією автора, можна виділити субтопічні (в межах гідроекосистем, що охоплюють площу до 1 км^2), локальні (в межах гідроекосистеми малої чи середньої ріки до 5 тис. км^2), регіональні (в межах басейну великої ріки по типу р. Дністер, що охоплюють площу до 1 млн. км^2), субглобальні (площею $>1-100$ млн. км^2), і глобальні (понад 100 млн. км^2). За гостротою гідроекологічні ситуації поділяють на задовільні, напружені, конфліктні, важкі і катастрофічні.

Причини вирішення або не вирішення гідроекологічних проблем різноманітні, так само як і методи їх ліквідації або послаблення. За цією ознакою можна виділити організаційно-правові, економічні, технологічні заходи.

Серед завдань наукових досліджень конструктивної гідроекології найбільш невідкладними є: створення гідроекологічного банку даних, здійснення гідроекологічного районування різних територій; створення серії карт (атласу) гідроекологічних ситуацій для різних регіонів тощо.

Для вирішення цих задач на території Карпатського регіону необхідно виявити властивості природно-техногенних гідроекосистем, які в принципі можуть призвести до виникнення несприятливих екологічних ситуацій,

передбачити або послабити останні. Мова йде і про виявлення природних передумов виникнення тих чи інших гідроекологічних ситуацій. Головною проблемою є недостатня інформація про закономірності функціонування гідроекосистем. Відповіді на різноманітні запитання переважно знаходяться на шляху організації експериментальних досліджень. Вирішенню проблеми допомогла б наявність матеріалів по гідроекологічній експертизі території. Назріла необхідність в створенні моделей, які б відображали найбільш характерні реакції водних систем на типові антропогенні дії з несприятливими екологічними наслідками.

Окрім того, в комплексі досліджень техногенної екологічної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону необхідно створення картографічних моделей у вигляді комплекту карт, що характеризують стан гідроекосистем на регіональному, локальному та субтопічному рівнях [11,79,81].

Регіональний рівень (масштаб 1:200 000 - 1:500 000) характеризує загальні параметри гідроекологічного середовища, на основі яких виконується процедура загальної оцінки стану гідроекосистем та умови їх використання.

Локальний рівень (масштаб 1:50 000 - 1:100 000) характеризує задані параметри гідроекосистем, в межах яких може виконуватись процедура оптимізації взаємовідносин природно-техногенної гідроекосистеми.

Субтопічний рівень (масштаб 1:5 000 - 1:10 000) базується на інформації з певної ділянки вивчення з метою розташування в конкретних створах гідроекосистеми господарського об'єкту. На цьому рівні умови взаємовідносин ПТГЕС досліджуються як комплекс показників, що характеризують механізм і динаміку гідрологічних, геологічних, біологічних тощо процесів в межах конкретного об'єму гідроекосистем, який знаходиться під впливом техногенного навантаження.

Оцінкою екологічної безпеки є вірогідність ПТГЕС зберегти стійкість під впливом антропогенних факторів (залишити позитивним гідроекологічний потенціал). Першим наближенням в цій оцінці є вірогідність природних коливань екологічних факторів, яка визначається по ряду спостережень або

моделюється за аналогами. Для маловивчених систем нормований рівень вірогідності збереження стійкого стану повинен не виходити за межі природних коливань (гомеостазу).

В межах вирішуваної задачі максимальний рівень води, що спостерігався на ріках Карпатського регіону та рівень, при якому настає стихійне лихо, по постах спостережень мережі Гідрометеослужби України в Івано-Франківській області наведені в таблиці 1.2. Поповнення інформаційної бази за умов тривалого моніторингу, створення умов підтримки екосистем дає можливість переглянути нормовані показники в бік підвищення навантаження. Додатковим показником безпеки є оцінка ризику втрати стійкості ПТГЕС внаслідок техногенних катастроф або аварій.

Таблиця 1.2

Рівні екологічної небезпеки на ріках Івано-Франківської області

№ поста	Ріка	Місце розташування	Абсолютна відмітка Б.С., м	Середній рівень, см	Найбільший рівень, см	Рівень екологічної небезпеки, см
1	2	3	4	5	6	7
70	Прут	с.м.т.Ворохта	894,33	208	269	н/в
71	Прут	с.Кремінці	636,57	204	619	350
72	Прут	м.Яремча	499,89	235	760	500
73	Прут	м.Коломия	274,74	319	688	220
77	Черемош	с.Устеріки	474,09	31	140	240
78	Черемош	с.м.т.Кути	329,16	31	140	319
79	Білий Черемош	с.Яблониця	692,11	185	447	200
80	Чорний Черемош	с.м.т.Верховина	593,48	66	420	380
89	Дністер	с.м.т.Журавно	231,52	407	1024	н/в
90	Дністер	м.Галич	211,26	294	990	180; 275-300; 500-550

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
91	Дністер	с.Нижнів	190,36	314	1029	270-300; 480-500; 680-700
92	Дністер	с.Заліщики	140,69	364	1264	н/в
119	Свіча	х.Мислівка	643,30	73	413	н/в
122	Сукель	с.Тисів	420,38	177	413	н/в
125	Лімниця	с.Осмолода	712,79	71	353	150-200
126	Лімниця	с.Перевозець	236,03	337	691	320-360
127	Чечва	с.Спас	420,38	140	530	250-334
128	Луква	с.Бондарів	282,02	96	451	н/в
129	Гнила Липа	м.Рогатин	236,63	120	397	н/в
130	Гнила Липа	с.Більшівці	215,45	212	439	н/в
131	Бистриця	с.Ямниця	221,39	110	551	300; 380- 400; 550
132	Б.Надвірнянська	с.Пасічна	531,81	178	400	190
133	Б.Надвірнянська	с.Черніїв	272,60	369	429	н/в
134	Ворона	с.м.т.Тисмениця	238,74	201	629	250; 350- 500
135	Б.Солотвинська	с.Гута	635,70	350	681	425
136	Бистриця- Солотвинська	м.Івано- Франківськ	239,15	66	346	475

Принципи розрахунку екологічного ризику ПТГЕС засновані на ідеї взаємозалежності динаміки змін стану об'єктів - джерел можливої небезпеки, регіональної екологічної обстановки та інформаційних процесів в системі контролю з оптимізацією розробки рішень в системах управління [15,20,77].

Таким чином, залежно від мети в різних режимах, і відповідно, з різними інформаційними і оперативними показниками передбачають: оперативний

контроль аварійних та катастрофічних явищ (джерел); безперервні або періодичні спостереження заданих регіонів з метою оцінки, уточнення та оперативного прогнозу екологічної безпеки; спостереження регіонального та глобального характеру з метою виявлення та прогнозування зон, районів і, можливо, періодичності екологічного ризику.

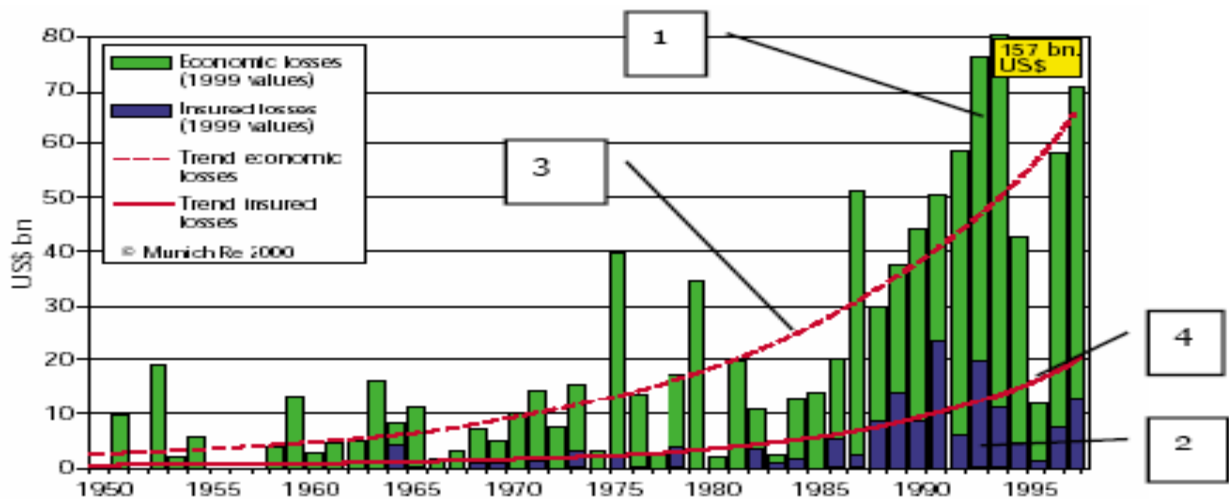
В цілому створення системи контролю та прогнозу техногенної екологічної небезпеки як підсистеми керування повинно забезпечити нові можливості або підвищення ефективності реалізації задач: 1) прийняття рішень по попередженню або локалізації кризисних гідроекологічних ситуацій; 2) оцінки регіональних наслідків функціонування ПТГЕС; 3) здійснювання обґрунтованої технічної та економічної політики з вибором екологічно максимально ефективних програм [82,90,97].

Для прикладу розглянемо деякі аспекти керування паводками.

Основними чинниками фізичного походження, що призводили до виникнення природних надзвичайних ситуацій протягом останніх п'яти років були стихійні гідрометеорологічні явища. Зафіксоване невелике (до 1 °С) підвищення середньорічної температури повітря над Європою у XXI столітті супроводжується не тільки зростанням водоспоживання, визначеним (особливо в майбутньому) зниженням кількості водних ресурсів, але й різким збільшенням екстремальних явищ. Останні п'ятнадцять років ознаменувались двома глобальними повеннями та трьома роками світових паводків.

Загальна тенденція економічного впливу стихійних лих, зокрема пов'язаних із водою, зростала як у другій половині XX століття, так і на початку XXI. Причому, за оцінками експертів, 89 % стихійних лих мають гідрологічну і кліматичну основу, і вони є найбільш розповсюдженими в світі в останнє десятиріччя. Кількість жертв гідрометеорологічних лих складає 71 % всіх загиблих від надзвичайних ситуацій (близько 80 тис. в рік). Потрібно зауважити, що кількість людей, що знаходяться під впливом стихійних лих, пов'язаних із водою, щороку збільшується, як і кількість економічних збитків, завданих природою (рис.1.2). Рисунок демонструє світові збитки від

гідрометеорологічних стихійних лих. Останні вісім років підтверджують подальшу позитивну динаміку показників. На Прикарпатті паводок 2008 року майже досяг історичних відміток 1969 року, а вже у липні 2010р. у басейні р. Дунай перевищені максимальні відмітки рівнів води за останні понад сто років.



1- економічні збитки, 2 – застраховані збитки, 3 – зміна економічних збитків, 4 – зміна застрахованих збитків.

Рисунок 1.2 – Динаміка змін економічних та застрахованих збитків до 2002 р. (Munich Re Group, F&F/Geo).

Більшість науковців передбачає, що зміни клімату значно вплинуть на водні ресурси. Це пов'язують з тим, що глобальне підвищення температури діє на випаровування, яке в свою чергу змінює запаси атмосферної вологи і тим самим впливає на величину, частоту та інтенсивність випадіння опадів, а також сезонний та територіальний розподіл опадів і їх мінливість з роками. В цілому зберігається висока ступінь невизначеності у зв'язку із змінами клімату, особливо у відношенні очікуваних змін в характеристиках атмосферних опадів, але фахівці (IPCC, 2006) вважають вірогідним у багатьох районах середніх та високих широт північної півкулі більш інтенсивне випадіння опадів, і, як наслідок – більш часті і сильні паводки (повені). Яскравий тому приклад – катастрофічні паводки в басейні р. Дністер улітку 2008 та 2010 рр.

Безумовно, людство сьогодні не може контролювати сили природи. Ми не можемо попередити формування катастрофічних паводків. Оскільки стихійні

лиха будуть продовжуватись, не оминати зіткнення з проблемами, які вони із собою приносять – через *попередження, пом'якшення та підготовленість*. Робоча гіпотеза полягає в тому, що заходи з протипаводкового захисту територій повинні бути комплексними і виходити з ризику паводків забезпеченістю 1%.

Невід'ємним елементом є попередження, починаючи від визначення стихійного лиха і оцінки загрози життю та майну до прийняття мір по зменшенню цих загроз і прийняття вірних рішень з планування землекористування. Наприклад, відповідні будівельні норми і правила для діяльності на територіях, що підлягають дії стихійних лих, можуть суттєво зменшити ризик і гарантувати екологічну безпеку. Хоча заходи з упередження стихійних лих складні: вони стосуються не тільки самого лиха, а й відображають взаємодію між розвитком та навколишнім середовищем, з одного боку, та соціально-економічними інтересами, з другого боку.

Закликом для зниження ризику пов'язаних із водою лих є «бути інформованими та підготовленими». Інформація повинна вільно перетікати між глобальним та місцевими рівнями, традиційним і сучасним, між селами і столицею, вченими і службовцями, що приймають рішення. Заходи з ослаблення впливу стихійного лиха є ключовими. Організовані дії по інформуванню населення, інструкції про те, як боротися з лихом, будівництво дамб і гребель для зменшення впливу паводку – всі ці дії спроможні скоротити як соціальні так і фінансові затрати.

Таблиця 1.3

Стратегії та можливі варіанти керування паводками

Стратегія	Можливі варіанти
Зниження впливу паводків, повені	<ul style="list-style-type: none"> - Будівництво гребель, водосховищ для регулювання стоку; - Будівництво дамб, насипів, обвалування русла рік; - Відхилення паводкового стоку, застосування польдерів; - Керування водозбором, в т.ч. збереження природної лісистості; - Покращення русла, його пропускної здатності.

Продовження таблиці 1.3

<p>Зниження схильності до пошкоджень</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Розробка і перегляд політики щодо екологічної безпеки; - Прогнозування і попередження про паводки (повені); - Створення центру обробки даних дистанційного зондування земної поверхні для попередження паводків і повеней; - Готовність до стихійних лих, оперативне реагування; - Інформація і освіта населення, керівників всіх рівнів; - Будівельні норми і правила для районів стихійних лих; - Регулювання заплави та землекористування заплавних територій; - Перехід лісових підприємств на застосування новітніх технологій і машин; - Проектування і розташування обладнання; - Захист від паводків (повеней); протипаводкові споруди.
<p>Пом'якшення впливу паводків</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Страхування від паводків (повеней); - Відновлювальні заходи після паводків; - Заборона вирубки лісу на схилах крутизною понад 20 град.; - Удосконалення методів та засобів проектування, будівництва і експлуатації водогосподарських об'єктів, систем протипаводкового захисту.
<p>Охорона природних ресурсів</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Районування і регулювання заплав; - Збільшенні площі букових лісів підняттям верхньої їх границі та розповсюдженням на еродовані землі; - Підвищення водо-, лісо- та ґрунтозахисної здатності басейнів окремих річок; - Планування всіх заходів за басейновим принципом.

Прогнозування і раннє оповіщення, засновані на науковому моніторингу метеорологічних та гідрологічних небезпек – це крок до планування готовності

до небезпеки. Розповсюдженість та ефективність раннього оповіщення визначає успіх механізму реагування на стихійні лиха гідрометеорологічного характеру.

Стратегічні заходи щодо регулювання стокового процесу на водозбірній площі, особливо в верхів'ях річок, забезпечуються впровадженням комплексу лісомеліоративних, агротехнічних, гідротехнічних заходів, збільшенням пропускної спроможності гідрологічної мережі, інженерними системами каналізування територій, стокорегулюючими та протиерозійними заходами на водозборі.

Важливо зазначити, що офіційного довгострокового прогнозування погодних умов для територій або конкретних місць не існує. Тому прогноз виникнення надзвичайних ситуацій на рік, внаслідок гідрометеорологічних явищ, робиться на основі аналізу минулих надзвичайних ситуацій або ускладнень в роботі господарського комплексу країни. Аналіз дозволяє зробити висновок, що їх виникнення і надалі може бути як наслідком комплексу гідрометеорологічних явищ, так і локальних короткотермінових дуже інтенсивних явищ. При цьому територія поширення надзвичайних ситуацій характерна для районів з найбільш сприятливими для цього географічними характеристиками (передгірських та гірських районів Карпатського регіону).

Таким чином, в основу оцінки ризиків паводків і керування ними доцільно покласти відповідну *Директиву європейського парламенту і ради Європи* від 23 жовтня 2007 року з урахуванням регіональних (Карпатських) особливостей природного і антропогенного характеру.

Разом з країнами, що входять до Карпатського регіону, розробити, затвердити і послідовно запроваджувати Міждержавну програму раціонального використання, охорони та відтворення природних ресурсів Карпатського регіону та попередження можливих катастрофічних явищ.

Удосконалити систему управління охороною, використанням, відтворенням водних ресурсів, захисту населення і територій від шкідливої дії вод відповідно до європейської водної директиви, яка передбачає переведення

водного господарства на басейнову систему на основі еколого-економічної моделі.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ:

1. Обґрунтовано новий науковий напрям «конструктивна гідроекологія» - наука, що досліджує гідросферу з позицій природно-техногенної безпеки, базуючись на геосистемному підході. Запропоновано структурний поділ конструктивної гідроекології за об'єктними, предметними, а також прикладними ознаками.

2. Основним об'єктом вивчення нового наукового напрямку є гідроекологічне середовище, під яким слід розуміти частину гідросфери як багатокomпонентну динамічну систему, що знаходиться під впливом інженерно-господарської діяльності людини і, в свою чергу, певною мірою визначає цю діяльність. Обґрунтовані властивості гідроекологічного середовища.

3. Складовими частинами гідроекологічного середовища є гідроекосистеми. Досліджені їх властивості, типізація. Розроблена класифікація антропогенних впливів на гідроекосистеми. Гіпотеза автора – гідроекосистема прагне до екстремуму своєї буферної здатності – до максимуму свого гідроекологічного потенціалу, який є зональною характеристикою.

4. Пропонується розрізняти природно-техногенні (ПТГЕС) і природні гідроекосистеми. Відмінність ПТГЕС полягає в тому, що створюючи штучні елементи системи, Людина прагне реалізувати управління системою з метою природно-техногенної безпеки. Введена ієрархічна класифікація ПТГЕС за їх розміром, за типами.

5. Під гідроекологічним потенціалом ми розуміємо ту частину гідроресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику, який підлягає управлінню (тобто техногенна діяльність забезпечує економічний ефект при мінімізації порушень гідроекосистем до меж гомеостазу). Доречним вважаємо введення поняття кількісної і якісної

складової гідроекологічного потенціалу.

6. Принцип природно-техногенної безпеки гідроекосистем заснований на формуванні і управлінні нових систем “людина-природа”, коли технічний об’єкт є елементом природно-техногенної гідроекосистеми (ПТГЕС). Така система може бути визначена як форма взаємодії гідроекосистеми і технічного об’єкту в інтересах використання та збереження гідроекологічного середовища. Для прикладу розглянуті деякі аспекти керування паводками. Оцінкою екологічної безпеки є вірогідність ПТГЕС зберегти стійкість під впливом антропогенних факторів (залишити позитивним гідроекологічний потенціал).

2 АНАЛІЗ КІЛЬКІСНОЇ СКЛАДОВОЇ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

2.1 Визначення і оцінка основних кількісних параметрів гідроекосистем Карпатського регіону

Об'єкт наших досліджень – гідроекосистеми Карпатського регіону. Карпатський регіон включає в себе басейни чотирьох основних рік: Дністра (правобережні притоки на території Львівської, Івано-Франківської областей), Прута в межах Івано-Франківської та Чернівецької областей, Сірету в межах Чернівецької області та Тиси в межах Закарпаття.

Водні ресурси Карпат охоплюють близько 28 000 річок, загальна довжина яких 50 000 км. Густина річкової мережі в середньому складає 1-1,5 км/км². Малих річок (довжиною до 10 км), налічується переважна більшість (майже 98 % всіх водотоків). Річок довжиною понад 10 км, які безпосередньо стали об'єктом наших досліджень в Карпатському регіоні, налічується 457 [30,32].

Головний вододіл Карпат розділяє два орографічні схили (гідрографічні райони): північно-східний і південно-західний. Виділяють також два передгірські райони: Передкарпаття і Закарпатську низовину. Внаслідок зрізаності хребтів Карпат площі басейнів рік незначні, тому в басейні р. Прут крім основної ріки, всі решта ріки відносяться до категорії малих. В басейнах рр. Дністра, Тиси і Сірету сім річок довжиною від 100 до 300 км. Загальна площа водозборів рік Карпат перевищує 37,5 тис.км² [58].

Карпатським рікам притаманний типово гірський характер. Долини їх прямі або слабо звивисті, біля витоків являють собою глибокі каньйони з вузьким дном (1-3 м), нижче (в межах гір) - долини як правило V-подібні, інколи ящикоподібної форми. Ширина від 50-80 м до 0,8-2 км, схили круті.

Ріки течуть в кам'янистих, вузьких, порожистих, нешироких (1-10 м) річищах, є водоспади. Швидкість течії від 1 до 4,5 м/с і більше. Глибина потоків 5-30 см, інколи досягає 1 м. У розвитку річища гірських рік основна

роль належить процесам глибинної ерозії. Для гірських рік, що течуть уздовж гірських хребтів, характерні ширші долини й менші швидкості течії порівняно з річками, що перетинають хребти проти вісі.

При виході з гір характер рік змінюється: долини набувають форми трапеції, розширюючись до 1,5-2,5 км. Ширина рік збільшується до 40-80 м, місцями 100-250 м, глибина порядку 0,5-1,5 м, схили стають низькими, течія спокійною, добре розвинені заплави, звивисті, розгалужені русла, які легко піддаються деформації [55,68,70].

В режимі рік простежується висотна та широтна зональність. Велика мінливість водного режиму рік Карпатського регіону пов'язана як із особливостями синоптичних процесів, які розвиваються над цією територією, так і з особливостями підстелаючої поверхні (великі нахили місцевості, нерозвинений ґрунтовий покрив і мала водопроникність гірських порід), що зумовлює швидкий і зосереджений стік води в ріки під час опадів і сніготанення.

Снігові води живлять ріки з березня по травень, коли танення снігу поступово охоплює всю територію. У теплий період року, коли випадає близько 80 % річної суми опадів, ріки одержують дощове живлення, однак в цей час більша кількість вологи витрачається на випаровування. Гідрологічний режим Карпатських рік дуже складний. Річний хід стоку і рівнів характеризується різкими коливаннями, частими паводками, які спостерігаються у всі пори року. Стік Карпатських рік за порами року розподіляється в середньому так: навесні (березень-травень) – 44,4 %, червень - серпень – 22,4 %, вересень-жовтень – 17,1 %, грудень-лютий -16,1 %.

Водність річок істотно змінюється протягом року. Характерна особливість внутрішньорічного розподілу стоку є наявність нестійкої літньо-осінньої та зимової межени та нечітко вираженого весняного водопілля, сформованого талими і дощовими водами. Весь теплий період року характеризується частим випаданням зливових опадів, внаслідок чого на річках Карпат щорічно утворюються дощові паводки. У середньому за рік спостерігається 8-10

паводків, в тому числі 1-4 з виходом на заплаву. Характерна особливість карпатських річок полягає в тому, що найбільш катастрофічні паводки повторюються протягом року, у переважній більшості років максимальні витрати води весняного водопілля поступаються максимальним витратам дощових паводків. Тривалість стояння високих рівнів незначна і не перевищує звичайно чотирьох - восьми діб [59,69].

Середній багаторічний модуль стоку для рік Карпатської зони коливається у межах 18-38 л/с з 1 км², а для Передкарпаття і Закарпатської низовини він зменшується до 10-12 л/с з км². Тривалість льодоставу на ріках в середньому становить близько 50-60 днів в горах, і 35-40 днів у Передкарпатті і Закарпатті [81,83,87].

Руслові процеси в гірських річках головним чином пов'язані з глибинною ерозією, на передгірських рівнинних ділянках переважають форми бічної водної ерозії. Найбільше насичення твердими наносами набувають ріки під час дощів і весняного сніготанення, коли водні потоки досягають максимальної енергії і здатні розмивати не тільки береги, а й переміщати кам'яні брили.

При відповідних умовах насиченість гірських потоків зростає до такої величини, що вони перетворюються на селі. В Карпатах переважають водно-кам'яні та грязьові - кам'яні селі. Селі утворюються у більшості випадків в результаті інтенсивної зливової діяльності в період з червня по вересень. Селеві паводки спостерігаються в басейнах Тиси, Прута і Дністра, але особливо часто проявляються в гірській частині басейну Прута (включаючи ріки басейну Черемошу) і Бистриці - Надвірнянської. Вони спостерігаються на південних і південно-західних схилах Верховинського, Полонинського, Свидовецького та Чорногорського хребтів [8,96].

Характеристика гідроекосистем в цілому не дає уяви про особливості кожного з трьох основних басейнів Дністра, Прута і Тиси. Тому стислий опис морфологічно - морфометричних показників водозборів перерахованих рік, що наведений нижче, надасть змогу логічно перейти надалі до аналізу стоку малих рік, які є складовою частиною цих басейнів і розрахунку їх гідроекологічного

потенціалу.

Загальна схема річкової мережі басейну Дністра має вигляд пташиного пір'я з різко вираженою головною артерією - Дністром, який приймає з обох берегів велику кількість дрібних приток. Відсутність крупних приток є головною особливістю гідрографічної мережі Дністра. У витоків Дністер має вигляд струмка шириною 0.5-1 м, який поступово розширюється до 50-100 м. Долина на перших 45 км глибока (80-100 м), V-подібна, в ряді місць має вигляд ущелини, нижче м. Старий Самбір розширюється, сягаючи 13 км. Тут ріка перетинає великі болота Сано-Дністровської низини. Нижче м. Розвадів долина звужується до 3-6 км, має ящикоподібну форму і круті схили висотою 40-80 м. Швидкість течії тут 2-2,5 м/с. На більшості свого простягання характеризується кам'янистим та галечниковим ґрунтом [53,56].

Група рік (праві притоки Дністра) - Свіча, Лімниця, Бистриця та інші своїми сильно розгалуженими верхів'ями починається на північних схилах Карпат на абсолютній висоті 700-1800 м, де річна сума атмосферних опадів становить 900-1500 мм. Середні і нижні їх течії перетинають Передкарпаття, де також випадає багато атмосферних опадів (понад 700 мм). Русла вкрити галькою і величезних розмірів валунами.

Швидкість течії рік зумовлена нахилом поверхні. В верхів'ях вона сягає 1-2 м/с, а під час сильних паводків і більше. На виході з Карпат на Передкарпатську височину нахил рік різко зменшується, швидкість течії також уповільнюється від 0,7 м/с біля виходу з гір до 0,1 м/с біля гирла. Долини рік звичайно широкі, дно і русла вкрити галечником, пісками та іншими крихкими наносами, причому чим ближче до гирла, тим розміри гальки і потужність галечника зменшуються, поступаючись місцем піскам і річковому мулу [23,30,32,34].

Джерела Прута починаються на північних схилах Чорногірського хребта на висоті понад 1750 м над рівнем моря. Долина ріки у верхів'ях глибока, вона то розширюється біля виходів м'яких сланцевих порід, утворюючи досить великі улоговини (Ворохтянська, Делятинська), то звужується при перетині зон

пісковиків. Схили долини звичайно круті, переважно вкриті лісом. Нахили на цій ділянці дуже великі і ріка тече зі швидкістю 1,5-3 м/с. Після Делятина Прут протікає у широкий терасованій долині, дно її плоске і широке, русло розбивається на густу мережу рукавів. Є багато староріч. Швидкість зменшується до 1 м/с.

Режим Прута характерний частими паводками в усі пори року. В середньому багаторічний стік розподіляється так: навесні і влітку він становить 55-70 %, взимку - найменший і становить 10-15 % річного стоку. Стік Прута досить великий; біля м. Яремче середня багаторічна витрата становить близько 13,7 м³/с, найбільша 22,9 м³/с. В окремі роки бувають різкі коливання стоку. Льодовий режим надто нестійкий [25,29,42,78].

Вся річкова система Закарпаття належить до басейну р. Тиса. Річкова мережа басейну Тиси має деревовидний характер. Басейни її приток (до Ріки включно) як правило, подовженої форми; чітко виражені їх вододіли проходять по гірським хребтам. Середня висота водозборів 800-1200 м, середні нахили їх близько 200-400 ‰, ширина коливається від 10-15 км (ріки Косівська, Шопурка, Тересва, Ріка) до 20-30 км (ріки Тересва, Ріка). Басейни рік, які впадають в Тису нижче Ріки (ріки Боржава, Латориця), грушовидної форми, ширина їх сягає 35-45 км, середня висота водозборів 300-700 м [32,34,43].

Площа водозбору гірських рік становить 75 % території області, з якої взагалі у середній за водністю рік стікає 8 км³ води, що становить 16 % річного стоку України. Великі також питомі показники стоку. Наприклад, з 1 км² за рік стікає 625 тис.м³ води (по Україні 83 тис.м³). З території області в середньому щосекунди з 1 км² стікає 19,8 л води [48,51,53].

Тиса утворюється від злиття Чорної та Білої Тиси. До с.м.т. Великий Бичків зберігає гірський характер. Далі - русло звивисте, розгалужене, з численними островами. Річний стік утворюється за рахунок значного зволоження атмосферними опадами. Їхнє середнє багаторічне значення по території області сягає 939 мм. Більша частина (549 мм) опадів іде на формування річкового стоку, а решта (390 мм) випаровується [48,68].

Живлення Тиси відбувається за рахунок дощових, талих і ґрунтових вод (як і всіх карпатських рік). Найбільша частка в живленні припадає на дощові води (40 % річного стоку), снігове та ґрунтове живлення становлять відповідно по 30 %. Характерною для річок басейну Тиси є відсутність стійкого льодоставу. На цих ріках в звичайні зими льодові явища в 50-80 % випадків взагалі відсутні.

В середньому за рік ріки виносять з території Закарпаття близько 1 800 000 т твердих наносів. Хоч найвища енергія річок в гірських районах, проте максимальна насиченість вод твердими наносами спостерігається на передгірських ділянках [8,43,96].

Українські Карпати здавна приваблювали погляд багатьох дослідників. Однак обмеженість матеріалів стаціонарних спостережень, які проводились переважно в рівнинних та передгірських районах, розосередженість даних про гідрологічний режим не дозволяли зробити які-небудь територіальні узагальнення. З часом стало можливим організувати спостереження за єдиними програмами та перейти до узагальнення характеристик стоку. По мірі накопичення матеріалів по стоку, з'явилися роботи, присвячені дослідженню самих різних його характеристик.

Задача наших досліджень у цьому розділі – обґрунтувати і провести аналіз кількісної складової гідроекологічного потенціалу рік (для цього необхідний аналіз розподілу та динаміки стоку в часі і по території) Карпатського регіону.

Для цього була використана база даних по середньомісячних витратах води за багаторіччя (період від початку спостережень до 2009 року) по всіх постах державної мережі (Гідрометеослужби України) гідрологічних спостережень Карпатського регіону. Були використані дані спостережень Управління гідрометеослужби України, вихідні дані, які опубліковані в водному кадастрі, довідниках по ресурсах поверхневих вод, гідрологічних щорічниках і інших виданнях.

Необхідно відмітити, що гідрологічними дослідженнями території Українських Карпат в різні часи займались М.М. Айзенберг,

П.Ф. Вишневський, Ю.А. Деєв, Г.П. Кубишкін, М.І. Кирилюк, П.М. Лютик, С.М. Перехрест, М.Н. Соседко і багато інших дослідників. Але більшість постійних пунктів спостережень була відкрита на початку 50-х років, тому ґрунтовні дослідження, які проводились в 70-х роках базувались на недостатньому об'ємі використаних матеріалів. Саме дослідження закономірностей розподілу стоку, змін стоку в цілому для регіону були проведені в 1976-77 роках Українським науково-дослідним гідрометеорологічним інститутом під керівництвом П.М.Лютика.

Зрозуміло, що зміст статистичних параметрів, які характеризують просторово - часовий розподіл кількісної складової гідроекологічного потенціалу при збільшенні об'єму вихідного матеріалу втричі втрачає істинність і обумовлює необхідність проведених нижче розрахунків в межах поставленої задачі.

Обробка даних спостережень передбачала використання методів математичної статистики. Розрахунок норми стоку (середньобагаторічна витрата води) проводився за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (2.1)$$

де n - кількість років спостережень;

x_i - значення витрат води за окремі роки.

Змінність досліджуваних явищ характеризувалась величинами середньоквадратичного відхилення окремих значень від середньо багаторічного, а також коефіцієнта варіації, які розраховувались за загально прийнятими формулами [25,84,85]. Крім того було визначено відносне відхилення знайдених величин норми стоку від розрахованих в 1977 р.

Отримані результати розрахунків та основні морфометричні характеристики водозборів для понад 80 пунктів спостережень Карпатського регіону наведені в табл. 2.1 .

Таблиця 2.1

Основні кількісні характеристики гідроекосистем Карпатського регіону

Ріка - пункт спостережень моніторингової мережі Гідрометеослужби України	Площа водозбору, км ²	Середня висота водозбору, м	Середній нахил водозбору, ‰	Базис ерозії, м абс. Б.С.	Залісненість, %	Норма стоку, м ³ /с(до 1975р.)	Qср-розрахована до 2009 р., м ³ /с	Коефіцієнт варіації, Cv	Коефіцієнт асиметрії, Cs	Гарантований стік	Норма річного стоку, л/с км ²	% зміни норми 1975р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.Тиса- м.Рахів	1070	1100	-	427	68	24,3	24,34	0,22	0,3	4,67	22,7	0
2.Тиса - с.Ділове	1190	1000	-	358	69	32,3	31,98	0,24	0,2	4,20	27,1	-0,7
3.Чорна Тиса-с.м.т. Ясиня	194	1000	283	647	75	4,59	4,77	0,23	0	4,90	23,7	+3,8
4.Чорна Тиса - с.Белін	540	1000	298	480	65	12,3	13,1	0,28	0,8	5,52	22,8	+6,6
5.Біла Тиса - с.Луги	189	1200	344	608	77	4,83	4,94	0,22	0,1	5,29	25,6	+1,95
6.Біла Тиса - с.Ростоки	473	1100	369	490	72	13,6	14,44	0,23	0,1	6,34	28,8	+5,9
7.Косівська-с.Косівська Поляна	122	1060	380	420	83	4,14	4,42	0,27	0,2	-	37,2	-
8.Шопурка - с.Коб. Поляна	240	1000	383	390	81	8,19	8,57	0,25	0,1	8,96	34,1	+4,7
9.Тересва -с.м.т.Усть-Чорна	572	1100	374	554	77	16,8	17,82	0,25	0	8,30	29,4	+5,8
10.Тересва - с.м.т.Дубове	757	1000	387	380	76	24	27,32	0,24	0	7,82	31,7	+13,9
11.Тересва - с.Нересниця	1100	930	-	306	72	30,6	31,3	0,33	0,6	5,45	27,8	-
12.Мокранка - с. Руська Мокра	214	1100	422	591	80	8,17	8,33	0,23	0	7,01	38,2	+1,8
13.Брустуранка - с.Лопухів	257	1100	335	492	77	8,4	8,65	0,26	0,4	6,50	32,7	+2,9
14.Красна - с.Красна	50,7	880	452	419	89	1,87	1,87	0,34	0,5	6,90	36,9	0
15.Лужанка - с.Нересниця	149	770	393	308	65	4,63	4,51	0,35	0,6	6,36	31,1	-2,6
16.Теребля - місц.Острика	208	1100	346	690	79	6,27	6,45	0,37	0,9	10,4	30,1	-

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17.Теребля – с.Колочава	369	1000	338	545	67	12,8	13,7	0,27	1,1	6,61	34,7	+6,9
18.Ріка – с.Верхній Бистрий	165	920	333	519	64	4,23	4,45	0,28	0,4	5,03	25,6	+5,3
19.Ріка – с.м.т.Міжгір'я	550	800	308	440	41	13	13,68	0,27	0,2	3,13	23,6	+5,5
20.Ріка – Нижній Бистрий	781	780	-	-	-	25,7	22,51	0,41	-	-	28,8	-
21.Ріка – м.Хуст	1130	680	-	161	52	-	38,5	0,53	-	-	34,1	-
22.Голятинка – с.Голятин	59,0	800	255	548	35	1,56	1,51	0,28	0,2	2,37	26,4	-3,0
23.Голятинка – с.Майдан	86,0	790	316	510	40	2,13	2,23	0,28	0,3	1,74	24,8	+4,4
24.Репінка – с.Репіно	203	780	238	470	22	5,29	5,53	0,29	0	1,72	26,1	+4,2
25.Пилипець – с.Пилипець	44,2	820	270	570	29	1,56	1,62	0,24	0,5	6,79	35,3	+3,97
26.Студений-с.Н.Студений	25,4	800	400	613	18	0,62	0,65	0,24	0,1	3,15	24,4	+4,9
27.Боржава – с.Довге	408	620	326	170	71	10,5	11,18	0,34	0,6	3,72	25,7	+6,6
28.Боржава – с.Шаланки	1100	470	-	120	54	20,4	21,43	0,34	0,5	1,54	18,5	+5,4
29.Іршава – с.м.т. Іршава	230	500	171	140	59	5,18	5,11	0,3	0,7	2,17	22,5	-1,3
30.Латориця – с.Підполоззя	324	720	275	372	50	9,07	9,58	0,29	0,6	3,74	27,99	+5,75
31.Латориця – м.Свалява	680	700	317	195	61	14,5	15,62	0,3	0,7	1,88	21,3	+7,5
32.Латориця – м.Мукачево	1360	570	-	117	63	23,6	24,55	0,34	0,6	3,10	17,4	+3,4
33.Латориця – м.Чоп	2870	310	141	100	41	33,8	35,1	0,33	0,8	1,08	11,8	+3,4
34.Жденявка – с.Верхня Грабовниця	150	770	315	380	66	4,63	4,68	0,21	0,1	4,60	30,9	+0,9
35.Веча – с.Нелипино	241	760	289	226	72	6,14	6,58	0,24	0,7	4,81	25,5	+7,1
36.Пініє – с.Поляна	166	530	248	240	79	3,06	-	0,42	0,4	2,17	18,4	-
37.Стара – с.Зняцево	224	300	131	106	42	2,03	-	0,5	0,8	0,42	9,06	-
38.Уж – с.Жорнава	286	670	280	329	45	6,7	6,65	0,39	0,3	2,45	23,4	-

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
39.Уж – смт. Великий Березний	653	620	274	202	55	12,6	12,4	0,34	0,6	0,98	19,3	-
40.Уж – с.Заречеве	1280	560	-	162	54	20,1	20,1	0,36	0,5	1,12	15,7	-
41.Уж – м.Ужгород	1970	530	220	115	57	29,5	29,05	0,31	0,5	0,35	15,0	-2,0
42.Люта – с.Чорноголова	169	700	328	265	80	4,12	4,04	0,31	0,9	1,01	24,4	-
43.Тур'я – с.Симер	464	540	257	151	61	9,13	9,35	0,44	1,1	1,25	19,7	-
44.Сирет – с.Лопушне	152	910	150	572	76	2,04	1,92	0,35	0,5	1,64	13,4	-
45.Сирет – м.Сторожинець	672	590	144	350	51	5,59	5,51	0,41	0,8	0,82	8,32	-
46.Малий Сирет – с.В.Петрівці	488	550	80	335	47	3,62	3,62	0,45	1,7	0,68	7,42	-
47.Михидра – с.Липовани	144	480	57	395	35	1,08	1,1	0,42	1,4	-	7,5	-
48.Прут – с.Кремінці	366	1000	285	647	85	6,43	8,28	0,5	0,9	1,39	17,6	+28,4
49.Прут – м.Яремча	597	990	281	525	87	11,6	12,3	0,31	1,1	4,19	19,4	+5,2
50.Прут – м.Чернівці	6890	450	-	144	42	74,4	76,02	0,42	1,2	-	10,8	+2,7
51.Каменка – с.Дора	18,1	870	446	482	76	0,3	0,33	0,36	1,5	2,76	16,6	+8,2
52.Черемош – с.Устеріки	1500	1100	-	454	51	26	27,85	0,29	1,6	5,13	17,3	+7,5
53.Білий Черемош – с.Яблониця	552	1200	334	579	56	8,47	9,33	0,41	1,8	5,96	15,3	+9,8
54.Чорний Черемош- с.м.т.Верховина	657	1200	321	595	57	14,2	14,06	0,2	1,1	3,04	21,6	+0,5
55.Ільця – с.Ільці	86,1	1100	303	622	52	1,62	1,7	0,33	0,9	5,57	18,8	+4,8
56.Путила – с.м.т.Путила	181	950	325	640	50	2,23	2,2	0,4	1,9	-	12,3	-
57.Дерелуй – с.Молодія	289	300	114	158	21	1,24	1,17	0,69	1,7	-	4,29	-
58.Дністер – с.Стрелки	384	620	180	405	40	5,29	5,37	0,32	0,9	1,48	13,8	+1,3
59.Дністер – м.Самбір	850	570	171	287	51	9,14	10,15	0,46	0,6	0,93	10,75	+10,7
60.Дністер – Роздол	5700	-	-	-	-	-	44,5	0,3	-	-	7,8	-

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
61.Дністер – Журавне	9900	-	-	-	-	-	110,68	0,39	-	-	11,2	-
62.Дністер – Галич	14700	-	-	-	-	-	156,1	0,3	-	-	10,6	-
63.Дністер – Заліщики	24600	-	-	-	-	-	223,2	0,32	-	-	9,07	-
64.Стрвяж – Хиров	355	500	-	-	-	5,02	4,67	0,26	0,5	-	14,1	-6,4
65.Стрвяж – с.Луки	910	400	85	266	23	8,62	8,39	0,32	0,4	1,64	9,47	-2,6
66.Верещиця – Комарне	812	-	-	-	-	-	4,02	-	-	-	4,95	-
67.Бистриця – с.Озимина	206	520	152	274	37	2,31	2,35	0,42	0,6	0,63	11,2	+1,8
68.Тисмениця – м.Дрогобич	250	390	85	270	36	2,85	2,94	0,44	1	1,76	11,4	-
69.Стрий – с.Матків	106	860	161	656	56	3,01	2,99	0,3	0,1	1,89	28,4	-0,4
70.Стрий – с.Завадівка	740	800	143	551	35	15,9	13,8	0,43	0,5	-	21,5	0,94
71.Стрий – с.Новий Кропивник	1140	760	-	472	36	19,5	24,95	0,54	0,3	1,21	17,1	+28,1
72.Стрий – с.м.т.В. Синевидне	2400	760	-	370	25	41,4	42,65	0,29	0,5	2,47	17,1	+4,1
73.Яблонька – м.Турка	136	690	122	550	21	2,49	2,44	0,4	0,1	2,28	18,3	-
74.Рибник – с.Рибник	159	830	223	464	79	3,68	3,62	0,32	0,7	3,21	23,1	-1,3
75.Опір – с.Сколе	733	820	294	446	50	14,5	14,38	0,26	1,1	2,18	19,8	-1,0
76.Славська-с.м.т.Славське	76,3	860	285	593	24	1,84	1,83	0,3	0,1	3,41	24,1	-
77.Рожанка – с.Ружанка	88,6	880	289	564	55	1,99	2,1	0,25	0,6	3,39	22,5	+5,3
78.Головчанка – с.Тухля	130	810	250	539	28	2,68	2,72	0,25	0,6	4,38	20,6	+1,5
79.Орава – х.Святослав	204	860	314	476	68	3,77	3,64	0,32	0,6	4,12	18,5	-3,8
80.Свіча – х.Мисловка	201	1000	322	643	95	5,53	5,38	0,34	1	4,48	27,5	-
81.Свіча – с.Зарічне	1280	730	-	279	64	21,7	20,5	0,43	0,9	3,62	16,95	-
82.Лужанка – с.Гошев	146	660	240	376	55	2,26	2,31	0,33	1,1	2,33	15,5	+1,9
83.Сукель – с.Тисів	138	770	297	420	80	2,66	2,87	0,27	1	3,55	19,3	+7,8

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
84.Болохівка - с.Томашевці	268	350	39	255	48	2,04	2,03	0,39	0,6	0,24	7,61	-
85.Лімниця - с.Осмолода	203	1200	322	713	83	6,72	6,96	0,22	0	3,94	33,1	+3,6
86.Лімниця - с.Перевозець	1490	760	-	239	55	22,7	23,23	0,3	0,8	3,09	15,2	+2,6
87.Чечва - с.Спас	269	820	270	420	72	4,86	4,99	0,3	0,6	3,20	18,1	+2,2
88.Дуба-Дуба	35,1	610	-	-	-	0,51	0,45	0,37	0,6	-	12,8	-
89.Луква - с.Бондарів	185	480	46	282	62	2,24	2,26	0,37	0,4	0,81	12,1	+0,8
90.Бистриця - с.Ямниця	2450	850	-	221	40	29	28,26	0,34	1	1,36	11,8	-2,5
91.Бистриця - Надвірнянська - с.Пасічна	482	1000	336	532	72	9,72	10,4	0,21	0,5	3,11	20,2	+6,9
92.Ворона - м.Тисмениця	657	350	38	239	24	4,17	-	-	-	1,81	6,35	-
93.Бистриця-Солотвинська - с.Гута	112	1100	330	634	92	2,71	2,73	0,35	1	8,21	24,2	-

2.2 Аналіз закономірностей розподілу в просторі кількісних параметрів гідроекосистем Карпатського регіону

2.2.1 Просторовий розподіл річного стоку та гідроекологічне районування

Українські Карпати характеризуються великою різноманітністю фізико-географічних і, в першу чергу, орографічних та кліматичних умов. У зв'язку з цим процес формування стоку на гірських схилах та в різних водозборах досить складний, що обумовлює істотні відмінності у водному режимі рік.

Перші регіональні карти річного стоку рік Українських Карпат складені Е.П. Матвеевою в 1957 році для рік Передкарпаття та Г.П. Кубишкіним в 1958 році для рік Закарпаття. Ці карти побудовані за різними методиками і на обмеженій кількості даних по пунктах і з короткими рядами спостережень [55,56].

В 1962 році К.П. Воскресенський видав карту норми річного стоку рік Радянського Союзу. Карта складена в дуже дрібному масштабі, Карпати виглядають на ній схематично, проведені ізолінії для регіону мають більше ілюстративний характер.

Разом з К.П. Воскресенським в 1966 році Л.Г. Онуфрієнко склав карту природного стоку для території України і Молдавії. При складанні використані матеріали спостережень по 1962 рік включно. В наступні роки вона корегувалась і в серії "Ресурси поверхневих вод СРСР" том 6 , вип. 1, 1969 р., по району Карпат представлена в уточненому варіанті. Необхідно відмітити, що карти 1966 р. і 1969 р. складались в масштабі 1:1 500 000 [72].

В 1975 році Н.Е. Литвин видав карту стоку для рік Закарпаття в зв'язку з виконанням в рамках міжнародного співробітництва теми "Водний баланс басейна р. Дунай". Карта складена по матеріалах спостережень за період 1941-1970 рр. в масштабі 1:1 000 000. В 1977 р. Українським науково-дослідним гідрометеорологічним інститутом виконані комплексні дослідження стоку території Карпатського регіону. Робота проводилась під керівництвом

П.М. Лютика. При складанні карти річного стоку були використані матеріали спостережень по 1975 р. включно. На карті проведені такі ізолінії річного стоку (в л/с км²): 5,10,15,20,30,40. При складанні оби-двох карт враховані рельєф місцевості та залежність стоку від середньої висоти водозбору, тому вони більш повно відображають висотну зональність змін стоку [52,78,79].

Як зазначалось вище, кількісні характеристики стоку прямо пропорційно відбиваються на величині гідроекологічного потенціалу рік. Для аналізу територіального розподілу гідроекологічного потенціалу необхідні дані про кількісні показники гідроекосистем невивчених рік. Такі дані можна отримати з карт стоку. За умов відомої середньої висоти водозбірного басейну, норму стоку зазначених рік слід визначати за графіками зв'язку модуля середньобогаторічного стоку з середньою висотою басейнів рік. Коли ж значення середньої висоти водозбору відсутнє, норму стоку для розрахунків першого наближення з прийнятною точністю можна визначити за картою.

Для вирішення поставленої задачі з огляду на те, що попередні карти стоку будувались в дрібному масштабі (менше 1:1000000) і використовували ряд спостережень, який сьогодні продовжений, нами була побудована карта просторового розподілу норми (модулів) річного стоку (рис. 2.1).

Карта побудована в масштабі 1:500 000 на основі фактичних даних за період 1950-2009 рр. При її побудові ізолінії стоку проводились по ізогіпсах або паралельно до них, а величина стоку для тої чи іншої горизонталі визначалась по районних зв'язках $M=f(H_{ср.})$. При переході від району до району використовувалась графічна інтерполяція між величинами стоку, крім того враховувалась та обставина, що на деяких малих водозборах ($F \leq 100$ км²) істотний вплив на величину середнього річкового стоку створюють місцеві фактори, наприклад, розбіжність площ поверхневого та підземного водозборів, особливості геологічної будови, ґрунтового та рослинного покривів і т.д. З цього приводу значення норми стоку малих рік, які суттєво відрізняються від районного стоку, при побудові графіків до уваги не приймались. На карті (рис. 2.1) ізолінії річного стоку проводились через 1 л/с км².

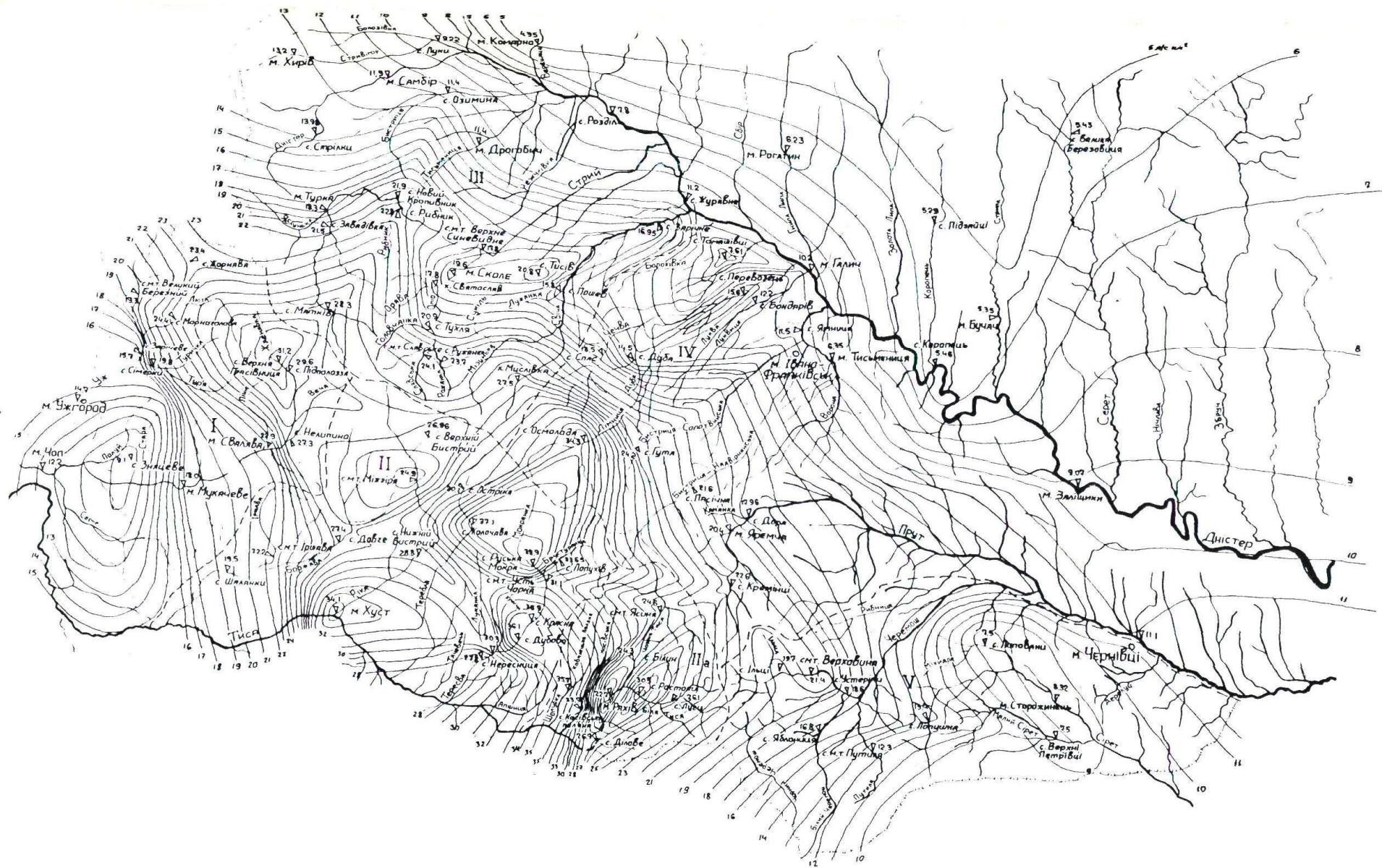


Рисунок 2.1 – Просторовий розподіл модулів річного стоку та гідроекологічне районування

Оцінка точності карти, виконана шляхом співставлення показників стоку, знятих з карти, з фактичними даними, показала задовільні результати. Розбіжність величин, які порівнювались, в переважній більшості випадків не перевищувала $\pm 10-15$ %. Найбільша помилка - до 25 % характерна для водозборів рік з азональними умовами формування стоку. Картування просторового розподілу річного стоку виявило наступні особливості територіальних змін в межах Карпатського регіону.

1. Найбільш високою питомою водністю відрізняються високогірні хребти Горган, де середньорічний стік складає 35-40 л/с км².

2. На південно-західному схилі на розподіл стоку сильно впливає Вигорлат-Гутинський хребет, внаслідок чого ізолінії модулів стоку в ряді місць мають замкнений концентричний характер, описуючи вулканічні вершини.

3. На північно-східному схилі ізолінії стоку розміщені переважно паралельно, відображаючи збільшення стоку з висотою.

4. З просуванням на південний схід погіршуються умови зволоження атмосферними опадами, завдяки чому в цьому напрямку знижується питома водність та збільшується відстань між ізолініями стоку.

Таким чином, аналіз просторово-часових кількісних характеристик стоку виявив нові особливості зв'язку річного стоку з висотою місцевості. За умовами формування стоку в Карпатському регіоні виділено 5 (п'ять) гідроекологічних районів, відокремлених пунктиром на рис. 2.1 (позначені римськими цифрами), для яких встановлені залежності $M=f(H_{ср})$ та запропоновані нові значення параметрів формул для визначення змін стоку невивчених рік.

Норму стоку, як основну характеристику гідроекологічних розрахунків для рік, на яких не проводяться спостереження можна визначати за картою, що побудована, але перевагу слід віддавати районним графікам зв'язку.

За умов відомої середньої висоти водозбірного басейну (яку можна визначити за топографічною картою), норму стоку невивчених рік більш точно можна визначати за графіками зв'язку модуля середньобагаторічного стоку з середньою висотою басейнів рік. До того як приступити до їх побудови,

окреслимо основні закономірності територіального розподілу стоку Карпатського регіону, виходячи з надбань дослідників Карпатського регіону та ґрунтуючись на власне отриманих даних розрахунків (табл. 2.1).

Більша частка в живленні рік належить опадам, отож зрозуміла пропорційна залежність кількості стоку від кількості опадів. Найбільш зволеним є південно-західний схил Українських Карпат, який територіально співпадає з басейном р. Тиси. Це пояснюється тим, що високі гірські хребти перешкоджають вторгненню в цей район холодних арктичних мас з півночі зимою, що приводить до віддачі вологи теплих повітряних мас Середземного моря. Таким чином створюються сприятливі умови для формування поверхневого стоку. Протягом року випадає багато опадів (місцями більше 2 000 мм), які викликають паводки не лише в літньо-осінній період, але й взимку. У зв'язку з цим ріки південно-західного схилу характеризуються більш підвищеною водністю, ніж північно-східного. Найбільш багатоводними ріками є Мокранка, Косівська, Шопурка і Брустуриянка. Середні річні модулі стоку цих рік протягом 1951-2009 років складають: Мокранка у с. Руська Мокра-38,9 л/с·км² зі змінами від 21,6 до 51,4 л/с·км²; Шопурка у с. Кобилецька Поляна – 35,7 л/с·км² з відхиленнями від 18,4 до 50,9 л/с·км²; Косівська у с. Косівська Поляна 33,9 л/с·км² зі зміною від 24,5 до 47,5 л/с·км², Брустуриянка біля с. Лопухів - 33,7 л/с·км². Високими модулями стоку відрізняються р. Тересва біля с. Дубове (36,1 л/с·км²), р. Тересва біля с. Колочава (37,1 л/с·км²), р. Пилипець біля с. Пилипець (36,7 л/с·км²).

Ріки міжгірських долин, завдяки меншому доступу вологих повітряних мас через гірські хребти, що облямовують їх зі всіх сторін, характеризуються дещо пониженим стоком. Наприклад, середній річний модуль стоку р. Тиси біля м. Рахова за досліджуваний період складає лише 22,7 л/с·км², р. Ріки біля с.м.т. Міжгір'я – 24,9 л/с·км².

При виході рік з гір їх модуль стоку суттєво зменшується. Найменшою водністю характеризуються рівнинні ріки Закарпатської низовини. Наприклад, норма стоку р. Стара у с. Зняцево складає 9,1 л/с·км² при коливаннях від 3,09 до

19,2 л/с·км², р. Латориця в межах м. Чоп - 12,2 л/с·км², р. Уж біля м. Ужгород - 14,7 л/с·км².

Північно-східний схил вирізняється більш суворими зимами, тут менше випадає опадів, а паводки спостерігаються переважно у весняно-літній період, рідше восени. У зв'язку з цим ріки північно-східного схилу характеризуються досить нестабільними показниками величин стоку. Однак в цілому норма стоку збільшується з підняттям в гори, хоча і не досягає величин, характерних для південно-західного схилу. Найбільш багатоводною є р. Лімниця до с. Осмолода. Норма стоку її складає 34,3 л/с·км². Середньобаторічне значення модуля стоку р. Стрий біля с. Маткова – 28,3 л/с·км² з відхиленнями в окремі роки від 10,5 до 44,9 л/с·км², Пруту біля м. Яремча - 20,4 л/с·км², Черемошу - 18,6 л/с·км². В Передкарпатті середній багаторічний стік поступово зменшується і складає для р. Бистриці у с. Ямниця 11,5 л/с·км², р. Сірету біля с. Лопушні 12,6 л/с·км² з відхиленнями від 5,5 до 19,9 л/с·км², р. Болохівка у с. Томашивці - 7,61 л/с·км².

Територія Карпатського регіону за гідрологічним районуванням України [32] належить до гідрологічної країни Українських Карпат, в межах якої виділяють: Тисо-Латорицьку область значної водності, Центральнокарпатську область високої водності та Дністровсько - Прутську область підвищеної водності. Ці території відрізняються особливістю гідрологічного режиму та величиною основних показників.

Якщо розглянути внутрішні особливості водності території Карпатського регіону без порівняння їх з рештою території України, то можна провести більш дрібне районування і виділити зони пониженого, середнього та підвищеного зволоження [68,69]. Наприклад, басейни річок Шопурки, Мокрянки, Боржави, які мають завищений порівняно з рештою басейнів середній багаторічний стік, перетинають найвищі гірські хребти, які розташовані перпендикулярно до основних напрямків зволжених вітрів. Унаслідок цього тут утворюються найсприятливіші умови для випадіння опадів. Басейн річки Тиси вище с. Ділового закритий з усіх сторін високими хребтами, які утруднюють доступ

зволоженим масам повітря. Це відображується у зменшенні величини середнього багаторічного стоку порівняно з іншими басейнами, які мають таку ж середню зважену висоту басейну.

Таким чином, аналіз розрахованих основних характеристик (витрата і модуль) річкового стоку і наведені дані дозволяють зробити висновок, що водність рік Українських Карпат збільшується з висотою місцевості і зменшується з північного заходу на південний схід. Тобто на північному заході на одних і тих самих висотах ріки характеризуються більш високим стоком, ніж на південному сході. Ця особливість яскраво помітна на північно-східному схилі, що пов'язано з загальною зміною кліматичних умов та особливостями формування поверхневого і підземного стоку.

2.2.2 Встановлення функціональних залежностей кількісних параметрів гідроекосистем від висоти місцевості

З вище наведених прикладів видно, що зміна по території середнього річкового стоку підпорядковується тим же закономірностям, що й кліматичні фактори. Це дає основу для побудови карт річкового стоку, по яких можна визначити стік невивчених рік методом інтерполяції. Але в ряді випадків визначення річкового стоку невивчених рік можна точніше перевірити по графіках зв'язку річкового стоку з середньою висотою водозбору.

Очевидно, що найбільш тісні зв'язки, а звідси і хороші результати, можуть бути отримані при рівній орієнтації схилів по відношенню до вологих повітряних мас і ідентичності орографічних умов. Поміж цим умови формування стоку у висотних зонах і на різних схилах досить різноманітні. У зв'язку з цим раніше (П. Лютик, 1977) вважалось, що загального зв'язку $M = f(H_{сер.})$ для Українських Карпат одержати неможливо.

Обробивши базу даних по середньомісячних витратах води за весь час спостережень для всіх водпостів Карпатського регіону, ми отримали власні дані щодо норми стоку для 87 створів (див. табл. 2.1). Дані щодо середньої висоти водозборів до замикаючих створів приймалися кадастрові. Одна з задач

дослідження - отримати функціональний зв'язок між нормою стоку, яка виражена середньобагаторічним модулем стоку, та середньою висотою водозборів з метою визначення кількісної складової гідроекологічного потенціалу для рік регіону, на яких не проводяться спостереження.

Дослідження в даному випадку проводились від загального до конкретного з метою отримання більш тісного функціонального зв'язку. За допомогою пакету прикладних програм для статистичної обробки інформації була зроблена спроба отримати кореляційний зв'язок в цілому для регіону, яка мала успіх (рис. 2.2).

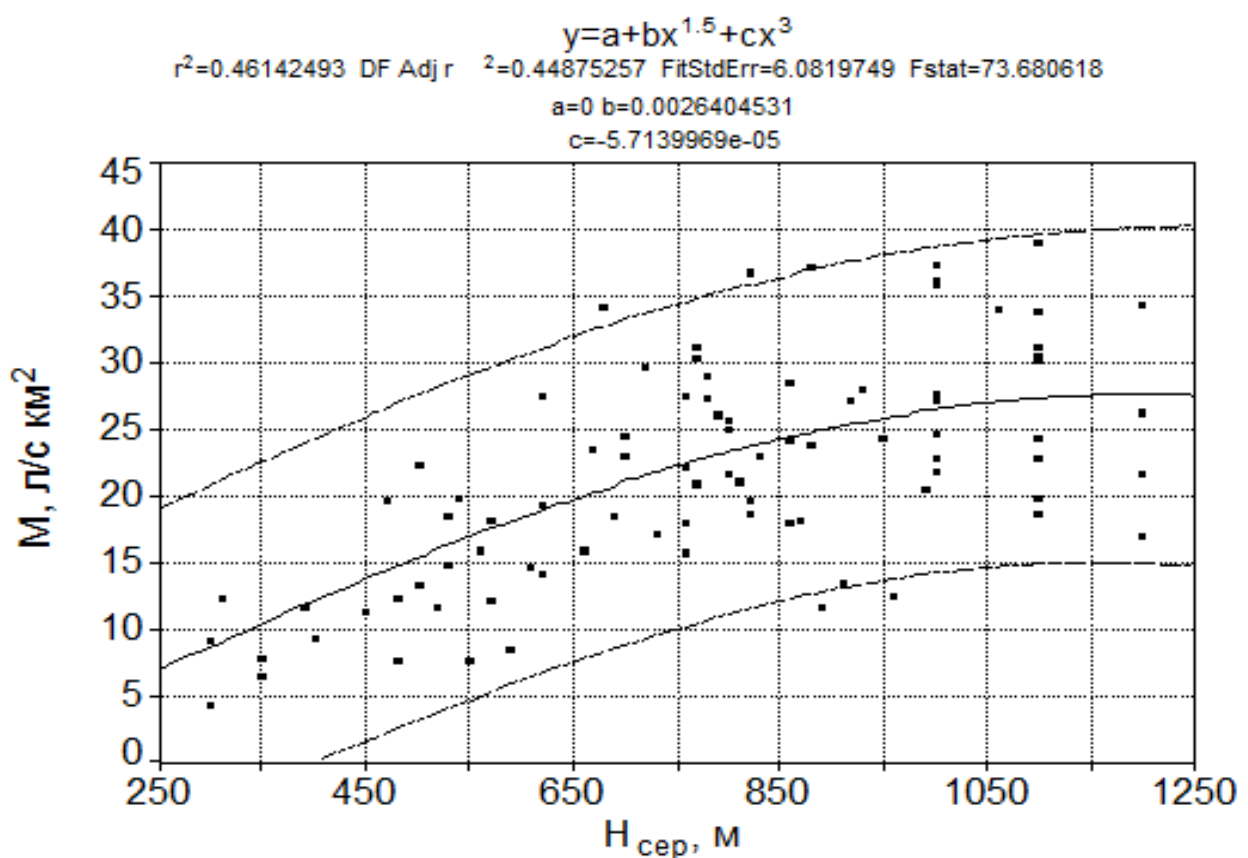


Рисунок 2.2 - Залежність модуля стоку від середньої висоти водозборів для рік Карпатського регіону

Коефіцієнт парної кореляції для Карпатського регіону дорівнює 0,461, він є значимим і підкреслює наявність зв'язку між модулем стоку Карпатських рік і середньою висотою їх басейнів. Рівняння, за яким описується зв'язок, наступне:
 $y = a + bx^{1.5} + cx^3$.

Значимість коефіцієнта кореляції оцінювалась за допомогою таблиць квантилей F-розподілу та таблиць значимості коефіцієнта кореляції. Останні

мають два входи - число ступенів свободи, яке дорівнює кількості спостережень, зменшений на 2. Рівень значимості прийнятий 5 %. Задав рівень значимості та визначив кількість ступенів свободи, знаходили відповідне критичне значення коефіцієнта кореляції. У всіх випадках знайдене значення коефіцієнта кореляції було більше критичного.

Критерій Фішера, або значення F-статистики, яке відповідає фактичному коефіцієнту кореляції, вираховувався програмою. Аналогічно за попереднім визначенням значимості коефіцієнта кореляції, критичні значення критерію Фішера знаходились за стандартними таблицями. Нульова гіпотеза $H_0: \rho=0$ відхиляється, якщо знайдене $F_{st} > F(\alpha, \nu)$, і приймається як та, що підтвердилась, якщо $F_{st} \leq F(\alpha, \nu)$. У всіх восьми випадках, що нами розглядалися, нульова гіпотеза була відхилена, за умов, коли рівень значимості приймався 5 %, 1 % і навіть 0,1 %.

Надалі була зроблена спроба отримати більш тісні залежності модуля стоку від середньої висоти водозборів, поділивши Карпатський регіон на два схили, що, як було показано вище, суттєво відрізняються за орографічно-кліматичними умовами. Цікаво, що загальна залежність і для південно-західного і для північно-східного схилів (рис. 2.3, 2.4) має однаковий параболічний нахил і тісний зв'язок; в обох випадках коефіцієнт парної кореляції дорівнює 0,61. ($F_{st}=67,32 > F(0,1 \%)=12,61$).

Однак для визначення норми стоку невивчених рік з мінімальною помилкою необхідно було отримати максимально можливо тісні зв'язки при збереженні рівня їх значимості. З цією метою було проведено районування. Враховуючи групування водозборів за ознакою приблизно однакової орієнтації і доступності вологих повітряних мас і за характером рельєфу, виділено 5 районів, для яких побудовані залежності модуля річкового стоку від середньої висоти водозборів (рис. 2.1).

На південно-західному схилі (Закарпаття) виділено два райони і один підрайон. *Перший район* включає водозбори правих приток Тиси: Латориці і Ужа. Він являє собою чергування низькогір'я, високих і середніх передгір'їв та

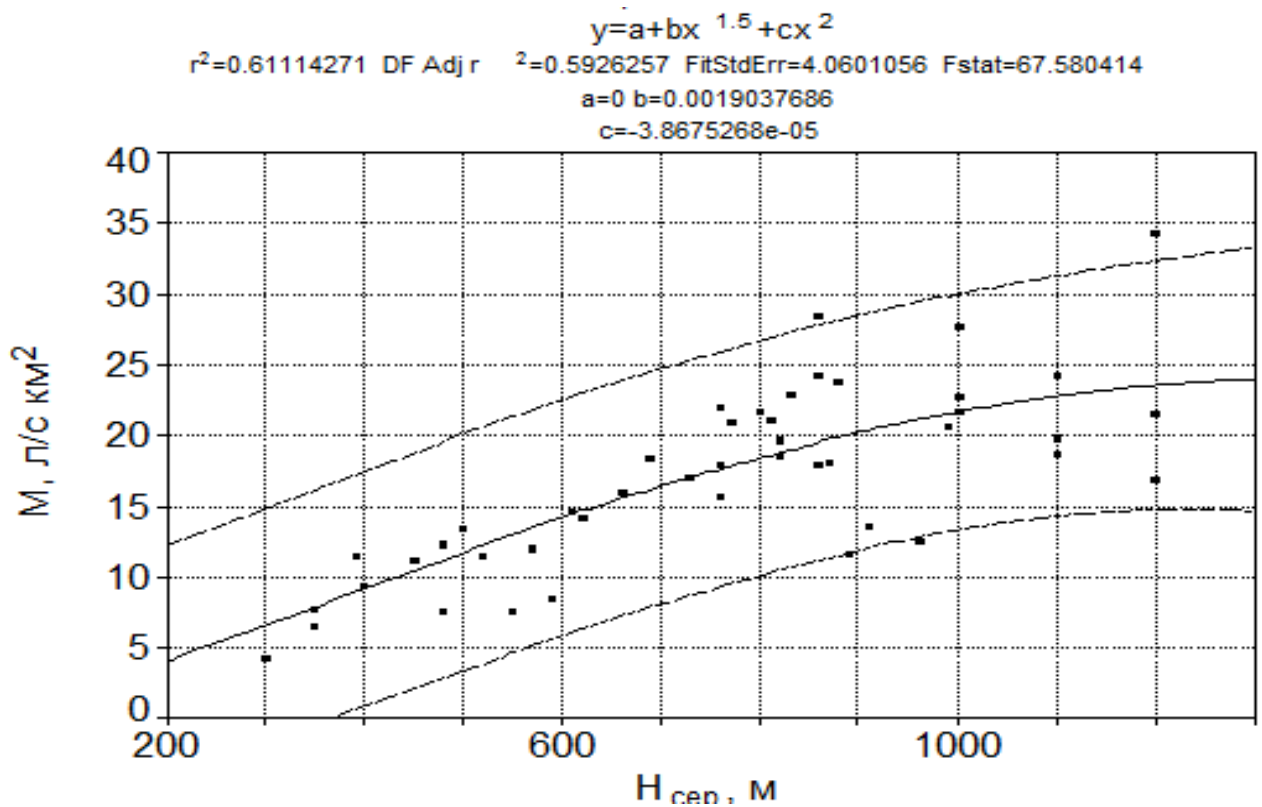


Рисунок 2.3 - Залежність модуля стоку від середньої висоти водозборів для рік північно-східного схилу Карпат (басейни рік Дністра та Пруту)

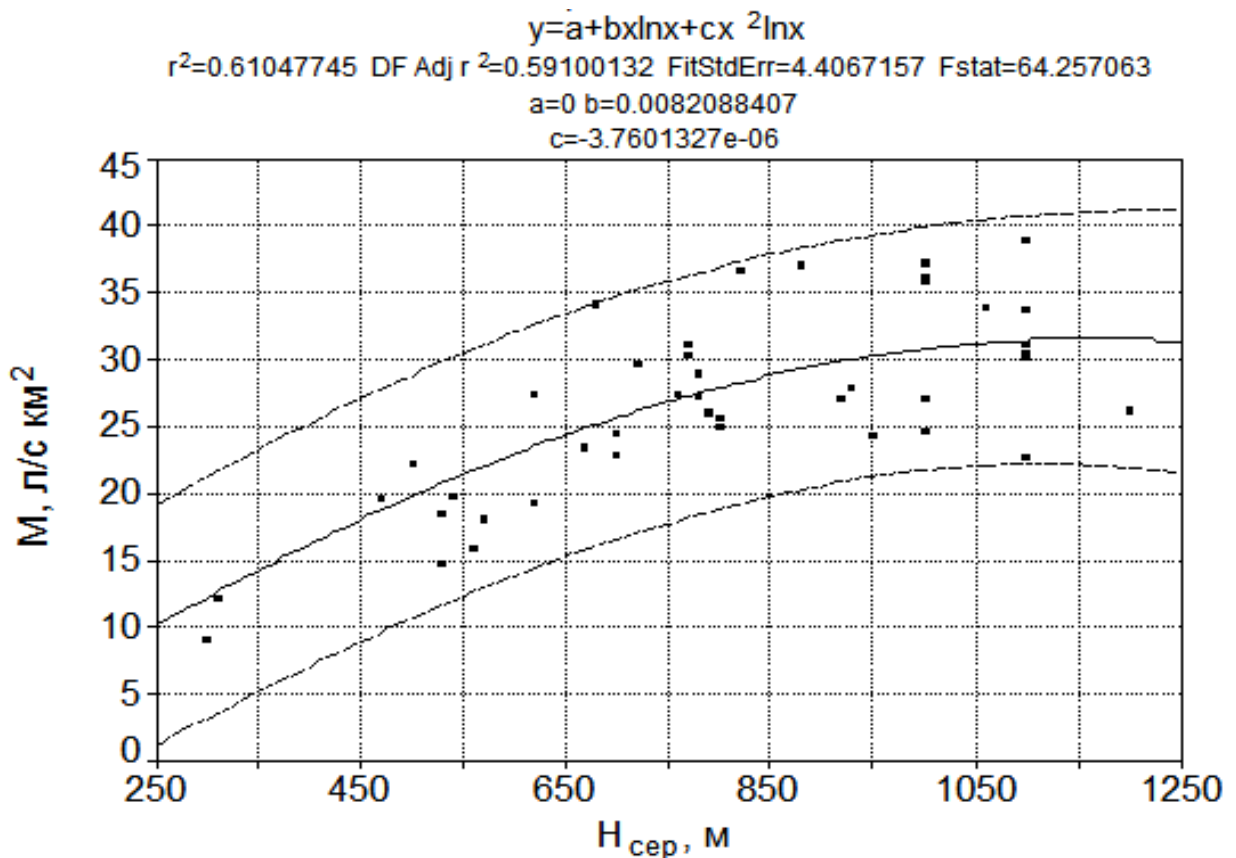


Рисунок 2.4- Залежність модуля стоку від середньої висоти водозборів для рік південно-західного схилу Карпат (басейн р.Тиса)

низовини, які простягаються з північного заходу на південний схід. Ріки з їх багаточисельними притоками починаються на вершинах Полонинського хребта, далі, спрямовуючи свою течію на південний захід, перетинають Вигорлат-Гутинський хребет і при виході на Притисянську низовину змінюють напрям течії на західний. В цілому район підлягає дії північно-західних вітрів влітку та південно-східних взимку, характеризується великою кількістю опадів, яка пропорційно збільшується при піднятті в гори. Тут спостерігаються досить великі модулі стоку на порівняно невеликих середньозважених висотах водозборів.

Відмінною особливістю формування стоку цього району є проходження паводків на протязі всього теплого періоду, лише в грудні-лютому паводки спостерігаються рідше. Однак і взимку відмічаються високі паводки змішаного типу, внаслідок поступлення в ріки талих вод та одночасно випавших опадів. Коефіцієнт парної кореляції зв'язку модуля стоку і середньої висоти водозборів для описуваного району дорівнює 0,915. ($F_{st}=128,87 > F(0,1\%)=18,64$).

Зв'язок досить тісний, крива має параболічний нахил, описується рівнянням $y=bx^3 + \ln x$, та відповідає умові: при однакових змінах середньої висоти басейнів більше зростання модулів стоку спостерігається на вищих абсолютних відмітках (рис. 2.5).

Другий район охоплює басейни решти рік південно-західного схилу, які є правими притоками Тиси: водозбір Боржави, Ріки, Терєблі й Терєсви. В окремий підрайон (Па) виділена частина басейну Тиси, яка об'єднує водозбори рік Біла Тиса, Чорна Тиса і безпосередньо частину Тиси до с.Ділового.

Виділений підрайон включає високогірну частину басейну Тиси з середніми висотами водозборів 1000-1200 м, що обумовлює дещо інші умови формування стоку, ніж в першому і другому районах.

Знаходячись в тіні хребтів Красна і Свидовець відносно переміщення вологих повітряних мас, цей район одержує меншу кількість опадів, ніж навітрені схили, тому модулі річного стоку тут коливаються в межах від 22,7 до 30,5 л/с·км². В першому і другому районі такі модулі стоку спостерігаються на

значно менших висотах (700-900 м). Друга причина виділення підрайону - неможливість отримання зв'язку, який був би значимим, між модулем стоку та середньою висотою водозбору. Спроба приєднати підрайон до другого району викликала зменшення коефіцієнта парної кореляції останнього на 30 %.

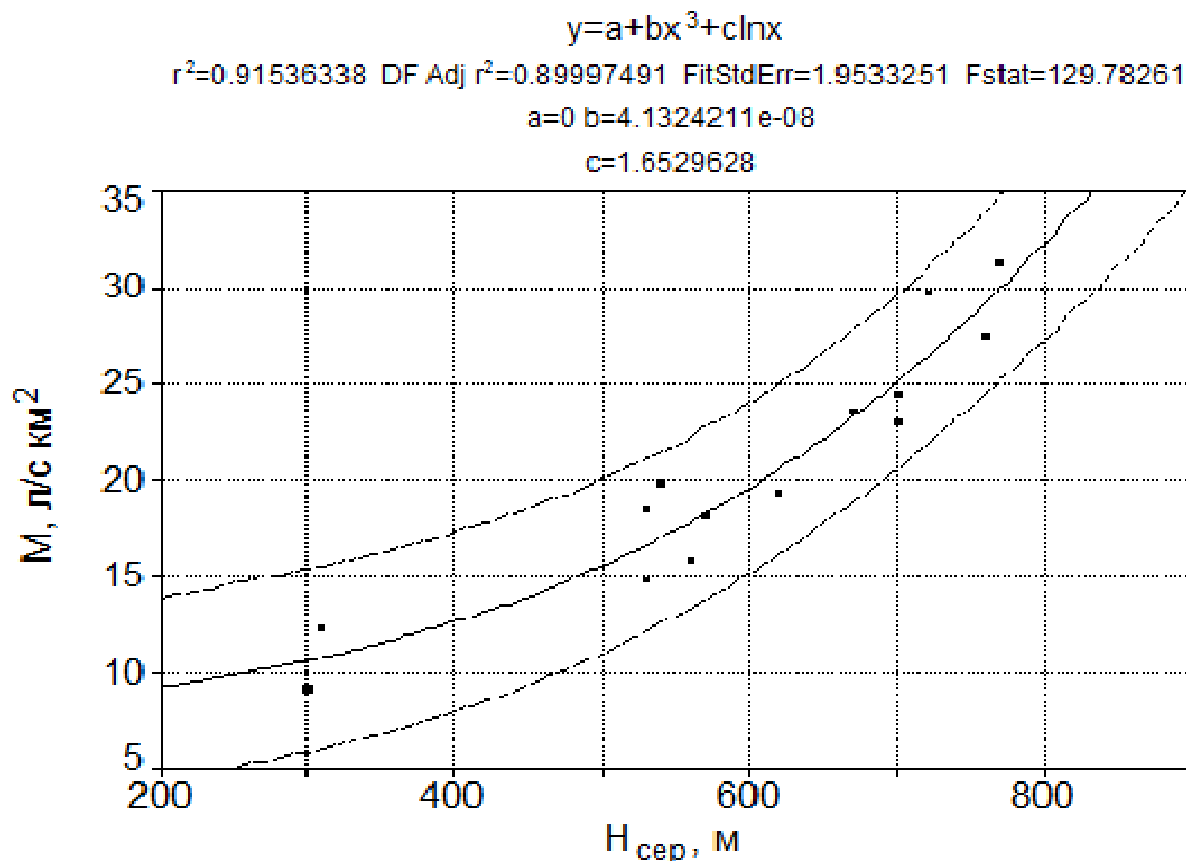


Рисунок 2.5 - Залежність модуля стоку від середньої висоти водозборів для рік першого гідроекологічного району

Таким чином, відсутність залежності модуля стоку від середньої висоти водозбору у виділеному ІІа підрайоні пояснюється клімато-орографічними особливостями території.

Найнижчий коефіцієнт парної кореляції серед усіх виділених гідроекологічних районів притаманний другому - 0,54 (рис. 2.6), причому методом підбору це є найкраще угруповання. Крива залежності повторює форму кривої всього південно-західного схилу. Хоча коефіцієнт кореляції є значимим ($F_{st} = 24,68 > F(0,1\%) = 14,82$) більш тісний зв'язок має залежність для всієї території Закарпаття. Можливо в цьому випадку необхідне більш дрібне районування, але на сьогодні кількість пунктів спостережень обмежена, а

зв'язок, який ґрунтується менше ніж на 10 точках, викликає сумнів.

В описуваному районі Боржава вирізняється досить високим стоком внаслідок того, що збирає свої води в найбільш високій частині Полонинського хребта, а її приток Іршава - з масиву Великий Діл Вигорлат-Гутинського вулканічного хребта, які є першою перешкодою на шляху вологих повітряних мас. Водність цих рік в 1,2-1,4 рази більше водності інших рік району на одних і тих же відмітках висот водозборів. На відміну від першого району стік зимового сезону тут понижується, а значна частина нерозталих весною твердих опадів переходить на літній період чим і пояснюється більш інтенсивне зростання стоку в літній сезон.

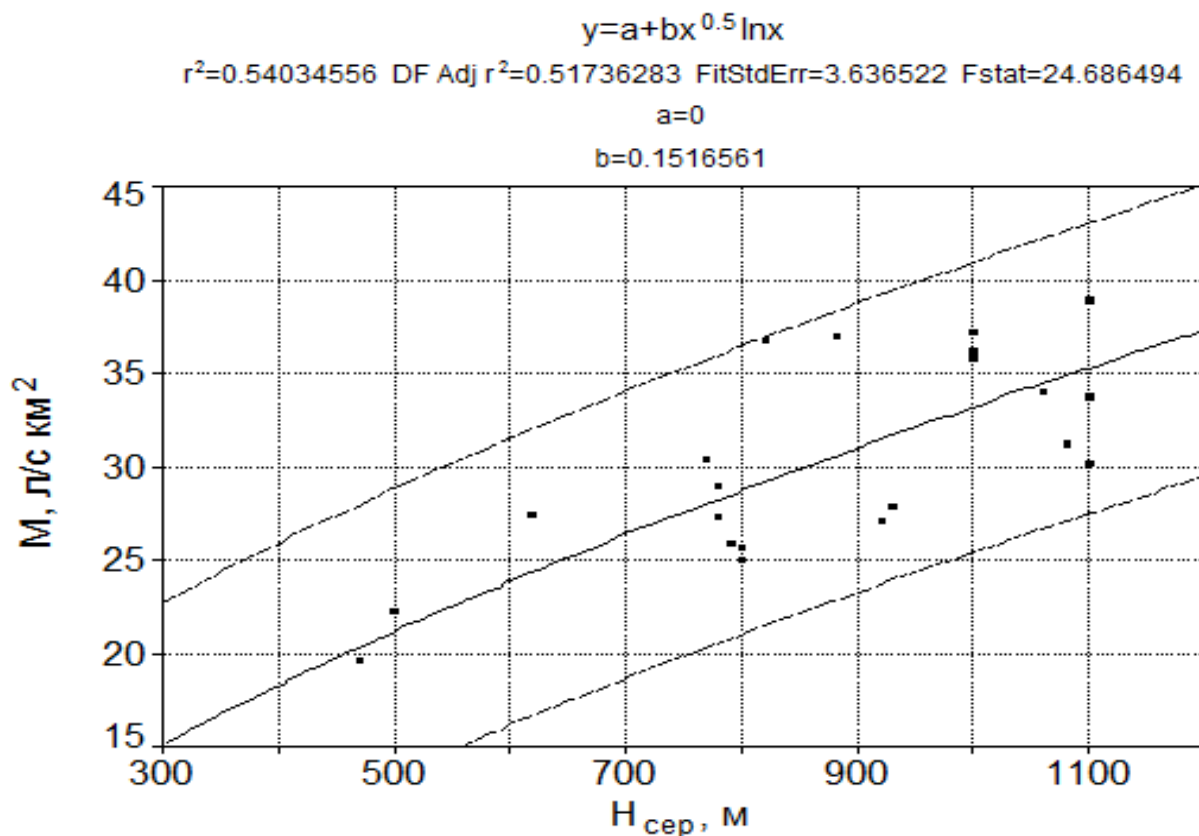


Рисунок 2.6 - Залежність модуля стоку від середньої висоти водозборів для рік другого гідрологічного району

На північно-східному (в Передкарпатті) схилі по положенню вододільних хребтів відносно переважаючих напрямків постійних вітрів виділено три райони.

До району підвищеного стоку (III) відносяться водозбори верхів'їв рік між р.Стрвяхем і р.Свічою включно (рис. 2.1). Він охоплює частину східних

Бескид, які характеризуються низькогірними хребтами, що мають м'які риси і куполоподібні вершини; переважаючий напрямок вітру тут - північно-західний. Досягаючи хребтів, повітряні маси втрачають вологу. Вирізняючись невеликим діапазоном середніх висот (400-1000 м), третій район характеризується значним діапазоном модулів річного стоку від 9,22 л/с·км² (р. Стрвяж - с. Луки) до 28,3 л/с·км² (р. Стрий - с. Матков). Залежність модуля стоку цього району від середньої висоти водозбору представлена на рис. 2.7. Коефіцієнт парної кореляції дорівнює 0,85 ($F_{st}=108,06 > F(0,1 \%)=14,82$). Режим стоку рік цього району аналогічний до режиму рік першого району південно-західного схилу, відміна лише в меншій кількості опадів і меншій величині стоку на одних і тих самих висотах.

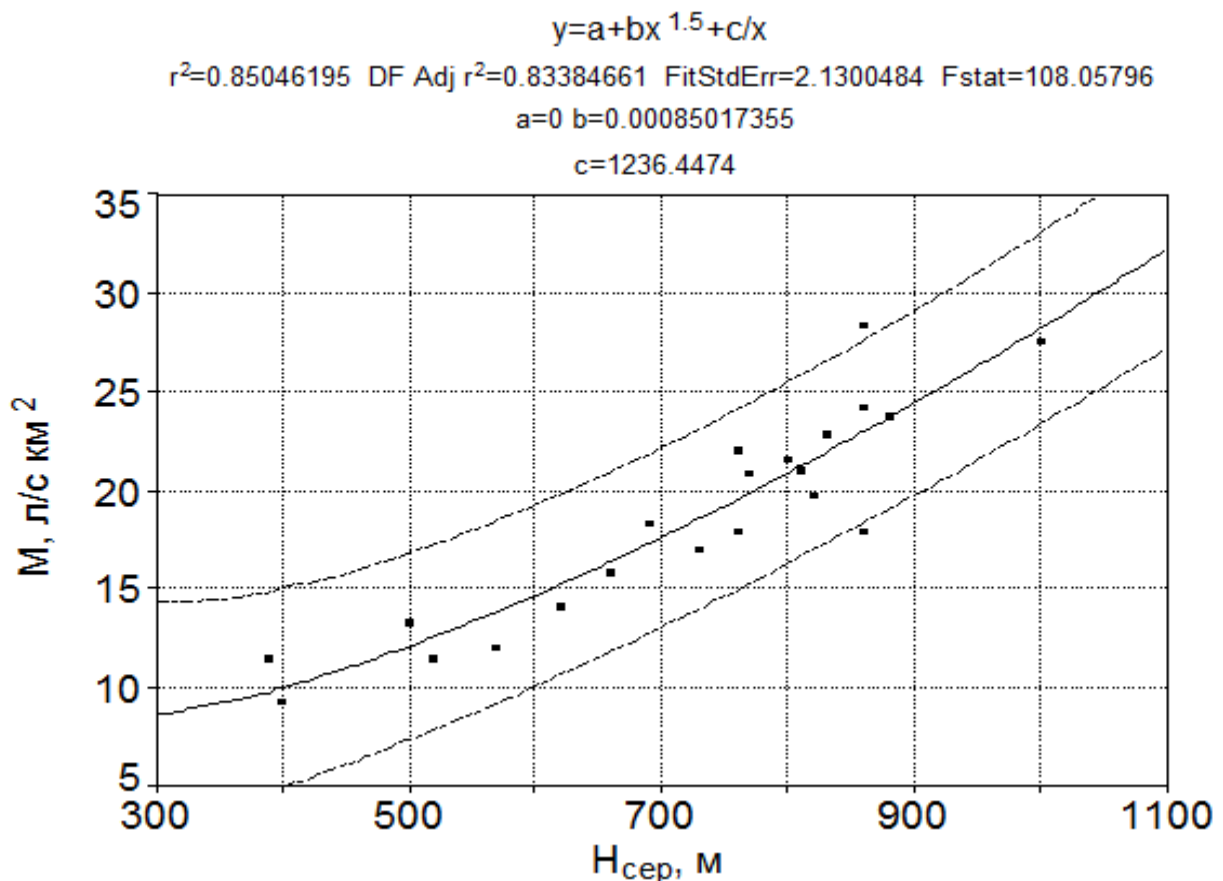


Рисунок 2.7 - Залежність модуля стоку від середньої висоти водозборів для рік третього гідроекологічного району

Далі на південний схід розташований обширний по протяжності території четвертий гідроекологічний район, який включає басейни рік Лімниці, Бистриці і Прута до впадіння в нього Черемошу. Район характеризується значною

різноманітністю природних умов та більш різкими формами рельєфу, де хребти мають кам'яністі гребні з осипами пісковикових глиб. Це найбільш висока частина Карпат, абсолютні висоти перевищують 2000 м. З великим діапазоном середніх висот водозборів пов'язане значне коливання річного стоку від 7,61 л/с км² на р. Болоховці - с. Томашевці до 34,3 л/с км² на р. Лімниці - с. Осмолода.

Залежність модуля стоку від середньої висоти водозбору для описуваного району представлена на рис. 2.8. Крива описується рівнянням $y=bx^3 + c(\ln x)^2$, коефіцієнт парної кореляції дорівнює 0,87 ($F_{st}=82,86 > F(0,1 \%)=18,64$), що є задовільним для визначення за цією залежністю річного стоку невивчених рік описуваного району.

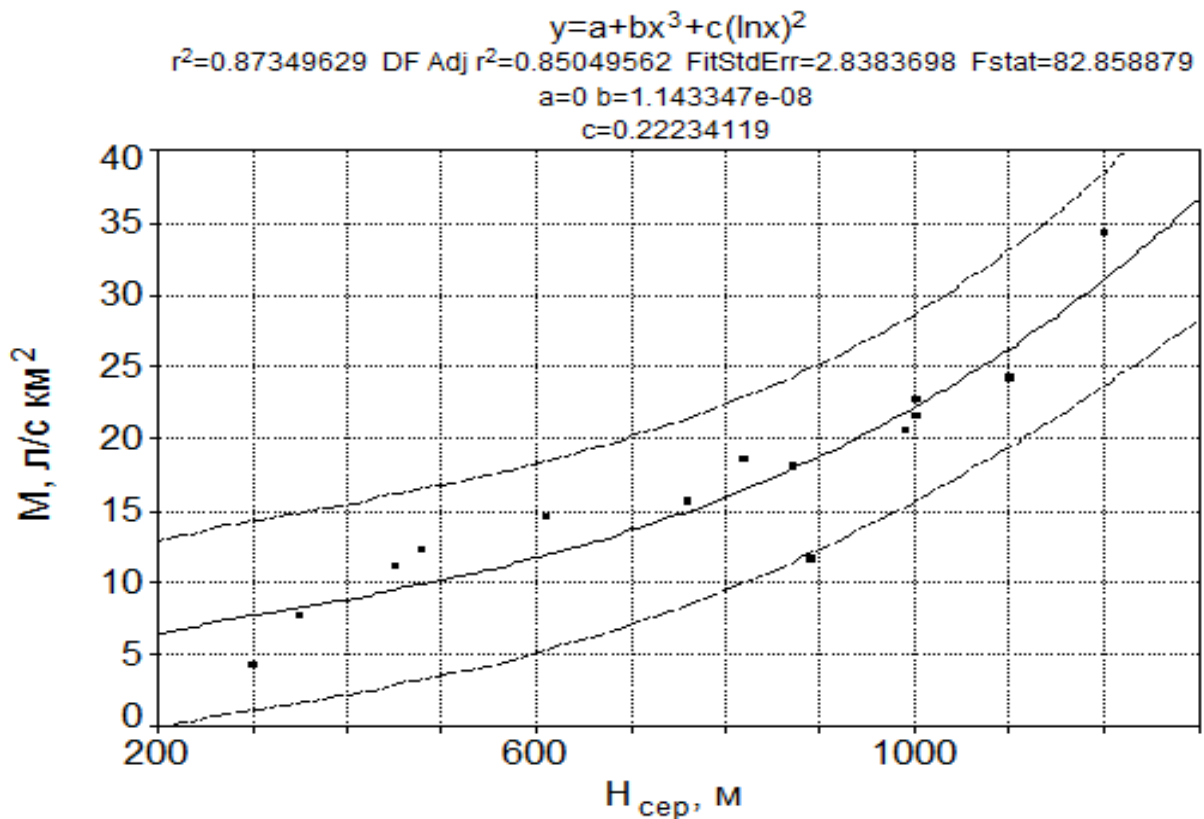


Рисунок 2.8 - Залежність модуля стоку від середньої висоти водозборів для рік четвертого гідроекологічного району

На південний схід від ріки Прут умови доступності водозборів вологим повітряним масам погіршуються, тому водність в басейнах р. Черемошу і Сірету, об'єднаних в один район, є найбільш низькою (рис.2.9). Модулі стоку тут змінюються від 7,42 л/с·км² на р. Серет - с. Верхні Петрівці до 21,7 л/с·км²

на р. Чорний Черемош біля с.м.т. Верховини. Коефіцієнт парної кореляції залежності модуля стоку від середньої висоти водозбору для рік цього району складає 0,927 ($F_{st}=100,04 > F(0,1 \%)=25,42$).

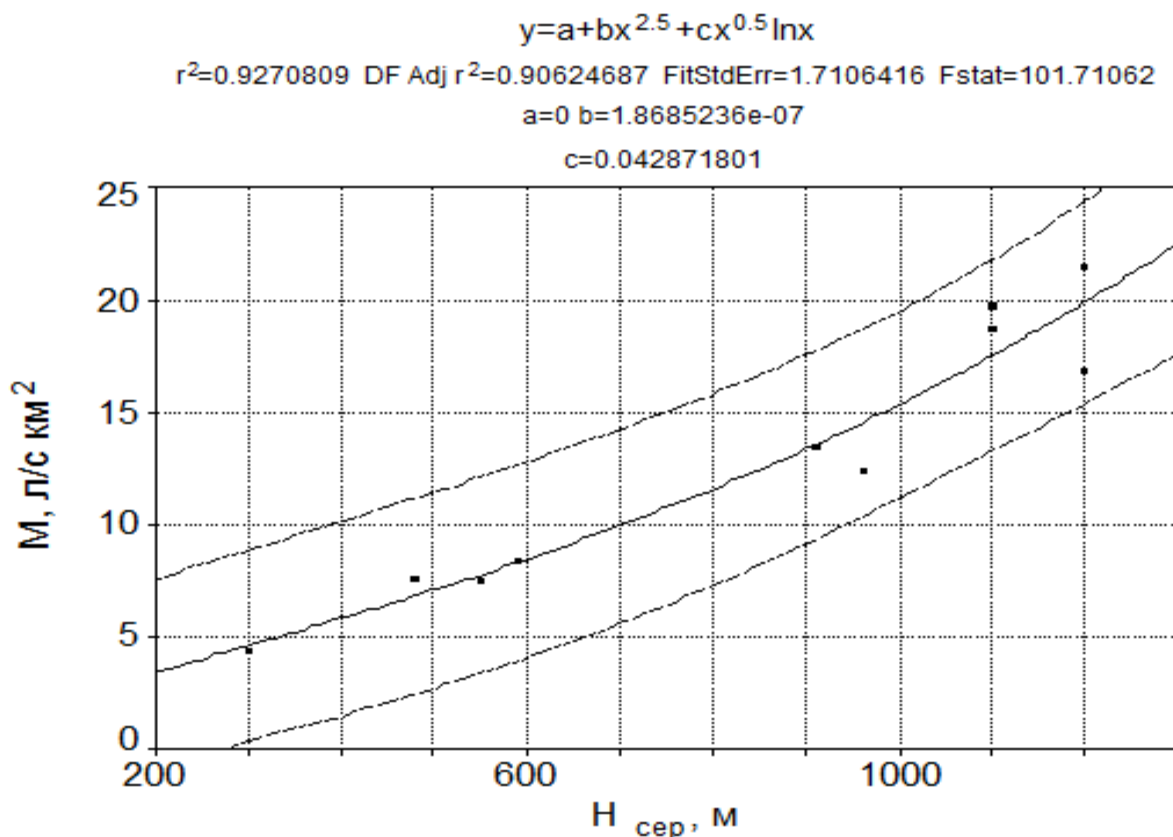


Рисунок 2.9 - Залежність модуля стоку від середньої висоти водозборів для рік п'ятого гідроекологічного району

Як видно з рис. 2.2 - 2.9, всі криві залежностей $M = f(H_{сер})$ мають параболічний нахил і кривизну. Цей нахил і кривизна визначаються зміною зволоження гірських схилів з висотою. В цілому для Карпатського регіону градієнти зміни модулів стоку коливаються біля 3 л/с·км² на висотах 250-900 м на кожні 100 м і зменшуються до 1 л/с·км² на висотах 900- 1300 м. Подібна картина спостерігається при досліджуванні вертикальних градієнтів стоку за умов розгляду графіків зв'язку окремо північно-східного і південно-західного схилів. Можна констатувати, що в цілому вертикальний градієнт стоку до висоти 900 м для північно-східного схилу дещо менший, ніж для південно-західного, а неузгодженість стоку другого підрайону створює для цього схилу мінімальний приріст модулів стоку в інтервалі висот 900-1300 м. Таким чином стає зрозумілим, що реальну кількісну оцінку зміни модулів стоку з висотою

дають залежності, які побудовані для окремих гідроекологічних районів.

В першому вертикальні градієнти модуля стоку інтенсивно змінюються з висотою: 250-500 м $-2,5$ л/с·км² на кожні 100 м; 500-700 м - 5 л/с·км², 700 м і вище - $7,5$ л/с·км² на кожні 100 м. В умовах другого гідроекологічного району при низькому коефіцієнті зв'язку аналіз залежності обґрунтовує сталий вертикальний градієнт модуля стоку, який складає близько $2,5$ л/с·км² на кожні 100 м незалежно від середньої висоти водозбору.

На північно-східному схилі (на малих висотах) спостерігається незначне зростання стоку, потім інтенсивність збільшується. Причому ця інтенсивність зростання в різних районах різна. Так, в західному районі градієнт $1,5$ л/с·км² на кожні 100 м спостерігається до висоти 400 м, $2,5$ л/с·км² на висотах 400-600 м, $3,3$ л/с·км² характерне для висоти 600-900 м, а градієнт 4 л/с·км² на висотах більше 900 м. В цей же час в східних районах (четвертому і п'ятому) вертикальний градієнт модуля стоку $1,2$ л/с·км² спостерігається до висоти 600 м, в інтервалі висот 600-900 м - $2,3$ і $1,7$ л/с·км² відповідно, а вище 900 м градієнт в четвертому районі складає $4,5$ л/с·км², в п'ятому $2,5$ л/с·км².

Наведені зв'язки є найбільш обґрунтованими для визначення середнього багаторічного стоку невивчених рік. Точність розрахунку стоку по цих залежностях, одержана шляхом порівняння стоку в замикаючому створі з середньозваженим значенням норми стоку по окремих висотних зонах задовільна. Помилки визначення не перевищують 10-15 %.

Для зручності користування цими залежностями в таблиці 2.2 уточнені їх координати для різних діапазонів висот. Але виділяються окремі ріки, стік яких значно відхилюється від лінії зв'язку. На південно-західному схилі не узгоджується з районним значенням середньорічний стік р. Пилипець до с. Пилипець (+24 %), а на північно-східному - р. Стрий до с. Матков (+22 %), р. Орява - х. Святослав (-23 %) і р. Бистриця- с. Ямниця. Розглянуті були лише ті ріки, кількісні характеристики яких на графіках зв'язку модуля стоку з середньою висотою водозбору попадають на лінію інтервалу, що охоплює точки, які описуються знайденим рівнянням або виходять за його межі.

Підвищений стік р. Пилипець до с. Пилипець та р. Стрий до с. Матків порівняно з районним пов'язаний, найбільш ймовірно з тим, що площа даних басейнів знаходиться в межах 100 км². Такі басейни вважаються виключно малими, в яких місцеві особливості формування стоку можуть здійснювати визначаючий вплив, наприклад, неспівпадіння поверхневого і підземного водозборів, велика питома частка підземного стоку [60,90].

Таблиця 2.2

Розподіл середніх багаторічних модулів річкового стоку по висотних зонах в гідроекологічних районах Карпатського регіону, л/с·км²

Середня висота водозбору, м	Південно-західний схил, райони		Південно-східний схил, райони		
	1	2	3	4	5
200	9,09	-	-	6,33	3,32
300	10,54	-	8,54	7,54	4,53
400	12,55	18,14	9,89	8,71	5,74
500	15,44	21,3	11,98	10,02	7,0
600	19,5	24,17	14,56	11,57	8,37
700	25,0	26,75	17,51	13,46	9,85
800	32,21	29,07	20,78	15,79	11,49
900	41,37	31,14	24,33	18,62	13,29
1000	-	32,96	28,12	22,04	15,27
1100	-	34,54	32,14	26,12	17,46
1200	-	35,89	-	30,93	19,85
1300	-	-	-	36,55	22,47

Занижений стік р. Бистриця - с. Ямниця обумовлений помилкою у визначенні середньої висоти водозбірної басейну [59]. Дійсно, як це буде надалі підтверджено картою ізоліній модулів стоку, стік цієї ріки не відрізняється від районного, а середня висота водозбору складає близько 600 м.

Понижений порівняно з районним спостерігається стік у р. Орява-

х. Святослав. Втрати стоку в карст тут не спостерігаються [23,25]. З огляду на незначне техногенне навантаження даної території, тим більше стабільне на протязі останніх 45 років, можна стверджувати, що зменшення стоку внаслідок незворотних водозаборів є неможливим. Очевидно, що понижений стік р. Орява порівняно з районним обумовлюється природними факторами, найбільш ймовірним з яких, на наш погляд, є перетікання частини поверхневого і підземного стоку у сусідні водозбори.

Таким чином, аналіз просторово-часових кількісних характеристик стоку як чинника кількісної складової гідроекологічного потенціалу виявив нові особливості зв'язку річного стоку з висотою місцевості. За умовами формування стоку в Карпатському регіоні виділено 5 гідроекологічних районів, для яких встановлені залежності $M=f(H_{ср})$ та запропоновані нові значення параметрів формул для визначення змін стоку невивчених рік.

Таким чином, згідно з отриманими результатами і проведеним гідроекологічним районуванням сприятливість району до розташування в ньому об'єктів водогосподарського комплексу за стоковими характеристиками знаходиться в прямій залежності від номеру району і погіршується від I до V. Це пояснюється тим, що на однакових висотах в Карпатському регіоні кількість стоку зменшується від першого до п'ятого району. Густина населення прямо пропорційно збільшується з пониженням абсолютних висот місцевості, відповідно в цьому напрямку збільшується техногенне навантаження на гідроекосистеми. Крім того, чим нижче в горах буде розташована ділянка перспективного будівництва при збереженні величини гідроекологічного потенціалу, тим більш простим, а відповідно і більш дешевим буде будівництво.

2.3 Аналіз закономірностей розподілу в часі кількісних параметрів гідроекосистем Карпатського регіону

Розрахунок місячних норм стоку та наявність бази даних для пунктів спостережень регіону дозволили отримати параметри кількісної складової

стоку для умов середнього, багатоводного і маловодного року вивчених рік і скласти типову таблицю розподілу стоку по сезонах і місяцях для невивчених рік кожного гідрологічного району.

Для вирішення поставленої задачі, по-перше, визначені основні закономірності внутрішньорічного розподілу стоку рік Карпатського регіону.

Розподіл річного стоку рік Карпатського регіону по сезонах і місяцях обумовлено головним чином закономірностями внутрішньорічної зміни основних складових водного балансу: опадів і випаровування, які є зональними факторами формування стоку, а також впливом аональних факторів: геоморфологічної будови басейну, гідрографічних і гідрогелогічних умов, характеру ґрунтового, рослинного покриву, господарської діяльності в басейнах рік.

Таким чином, умови формування стоку в регіоні обумовили відповідний режим внутрішньорічного розподілу стоку рік та кількісної складової гідроекологічного потенціалу. Рікам Українських Карпат властивий період підвищеної водності з березня по вересень, коли проходить більше 2/3 річного стоку, який утворився від танення снігу і зливових опадів. Протягом літньо-осіннього періоду часті паводки, викликані дощами; в зимовий період внаслідок відлиг спостерігаються снігові або снігово-дошові паводки. Внутрішньорічна динаміка стоку рік передгір'їв більш рівномірна з чітко виділеним періодом весняної повені.

На основі комп'ютерної бази даних (витрати води по всіх водомірних постах Карпатського регіону за весь час, що на них проводились спостереження), як вже зазначалось вище, підрахована норма стоку, яка представлена середньомісячними та середньорічними витратами води. Це дало змогу розрахувати внутрішньорічний розподіл стоку (а відповідно визначити гідроекологічний потенціал у відсотках річного стоку) для умов середнього, багатоводного і маловодного року для всіх пунктів спостережень Карпатського регіону.

Використавши проведений вище поділ Карпатського регіону на гідроекологічні

райони (див. рис. 2.1), наступним етапом був розрахунок типового внутрішньорічного розподілу стоку для невивчених рік кожного району (табл. 2.3). Як буде показано у 4 розділі роботи, запропоновані схеми були апробовані при виконанні багатьох госпдоговірних робіт, що виконувались протягом 2000-2010 рр. на кафедрі екології ІФНТУНГ, в НДІ ЕБПР та ІЕМ АН ТКУ. При цьому порівняння теоретичних обрахунків стоку невивчених рік та результатів проведених натурних вимірювань давало похибку в межах 5-7 %.

Внутрішньорічний режим стоку рік басейнів Ужа і Латориці першого району характеризується проходженням повені весною (березень-травень) з максимальною водністю в квітні-березні, паводків літом і взимку (грудень даного року і січень - лютий наступного календарного року), під час яких ріки проносять 46 % річного стоку. Сезоном, на який припадає найменша частка річного стоку (17 %), є осінь; в цьому сезоні спостерігається і найменший місячний стік, який складає 4,2 % у вересні в середній за водністю рік.

Внутрішньорічна динаміка стоку для умов маловодного і багатоводного років в названому районі дещо відрізняється від умов середнього року. В середньому за багаторіччя маловодні роки характеризуються зменшенням живлення за рахунок дощів і відповідно зниженими кількісними характеристиками стоку влітку і взимку (мінімальний місячний стік 3,65 % від річного спостерігається в серпні). Зворотній процес простежується в багатоводні періоди. Максимальні витрати води утворюються вже не від весняного сніготанення, а за рахунок підвищення рівнів води в паводковий період. Як наслідок в середньому для умов багатоводного року майже 41 % річного стоку проходить в червні-серпні (максимальний місячний стік - 21,6 % утворюється в липні) (див. табл. 2.3).

Другий район охоплює решту частину басейну р. Тиси. Лише водозбори Чорної і Білої Тиси, а також р. Тиси до с. Ділового за умовами формування стоку і за характером зв'язку стоку з висотою відокремлюються в підрайон 2а (див. рис. 2.1).

Таблиця 2.3

Розрахункові схеми визначення гідроекологічного потенціалу та динаміки в часі стоку невивчених рік (по місяцях у відсотках від річного) для гідроекологічних районів Карпатського регіону в різні за водністю роки

Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)	Зима (XII-II)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Середній за водністю рік																
1	7,13	8,82	13,8	14,5	8,83	8,24	7,60	4,68	4,29	5,57	7,03	9,56	37,1	20,5	16,9	25,5
2	5,80	7,09	11,2	15,2	10,6	9,09	8,49	6,08	5,57	5,74	6,94	8,26	36,9	23,7	18,3	21,1
2a	4,36	4,90	7,67	16,6	15,8	10,8	9,32	7,05	5,93	5,33	6,24	5,91	40,1	27,2	17,5	15,2
3	4,88	6,31	11,0	15,4	9,35	11,1	10,4	7,19	6,28	5,48	5,98	6,58	35,8	28,7	17,7	17,8
4	3,51	4,42	8,68	15,5	13,8	13,3	12,1	8,33	6,39	4,54	4,76	4,64	38,0	33,7	15,7	12,6
5	2,99	3,34	6,39	14,3	16,8	14,3	12,9	9,74	6,47	4,51	4,62	3,75	37,4	36,9	15,6	10,1
Маловодний рік																
1	3,95	8,80	10,7	14,4	10,3	9,21	6,06	3,65	8,62	5,99	11,0	7,28	35,4	18,9	25,6	20,0
2	3,92	6,30	9,93	15,3	10,9	10,4	7,55	5,53	6,30	5,65	10,2	8,97	36,1	23,5	22,2	19,2
2a	2,62	4,06	5,10	17,5	17,0	12,7	8,70	9,13	5,93	5,05	7,20	4,98	39,6	30,5	18,2	11,7
3	2,81	3,11	6,76	14,7	18,2	11,9	10,1	6,68	5,25	5,16	7,13	8,22	39,7	28,7	17,5	14,1

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	6,74	4,56	10,9	17,5	8,25	9,61	14,2	7,10	6,86	4,99	4,48	4,79	36,7	30,9	16,3	16,1
5	2,75	4,52	6,14	12,8	21,2	12,6	8,26	8,74	5,10	4,62	7,60	5,76	40,1	29,6	17,3	13,0
Багатоводний рік																
1	1,78	5,32	6,34	8,05	4,39	11,4	21,6	7,84	6,14	9,59	10,5	6,28	19,7	40,9	26,2	13,4
2	2,73	4,46	6,45	12,0	8,91	11,8	16,9	7,50	6,70	8,05	9,08	5,38	27,4	36,1	23,8	12,6
2a	2,21	3,31	3,37	11,2	12,6	15,6	13,2	8,64	5,85	7,74	10,5	5,87	27,2	37,4	24,1	11,4
3	1,66	3,25	5,72	11,7	6,42	14,4	22,7	8,73	5,35	9,05	7,49	4,56	23,8	43,5	21,9	9,47
4	1,22	2,62	3,62	14,9	12,3	16,7	16,9	10,5	5,32	5,19	6,15	4,49	30,9	44,2	16,7	8,33
5	2,78	2,38	8,20	12,5	16,9	14,0	11,6	12,2	6,01	4,11	5,84	3,46	37,6	37,8	16,0	8,62

Порівняльний аналіз внутрішньорічного розподілу стоку для другого району та його підрайону також вказує на деякі розбіжності зміни річної водності рік найбільш високогірної частини Карпатського регіону (2а підрайон) та рік басейнів Терєблї, Терєсви, Рїки та Боржави (2 район). Для умов середнього за водністю та маловодного року найбільша частка стоку припадає на весняний період. Під час повені (березень-травень) проходить від 36,1 до 40,1 % річного стоку, причому найбільш багатоводним місяцем у всіх чотирьох випадках виявляється квітень (15,1-17,5 % стоку за рік).

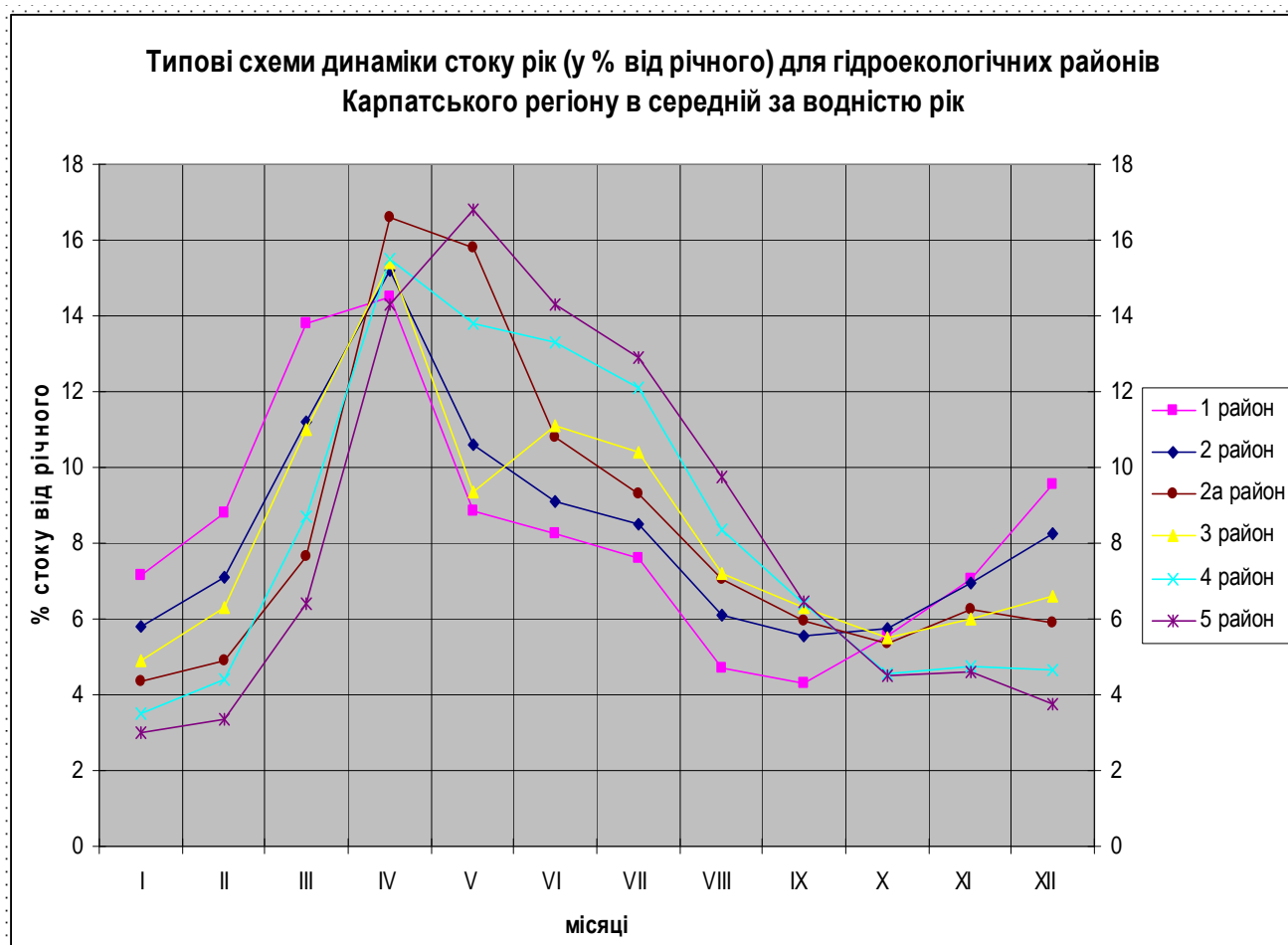


Рисунок 2.10 – Типові схеми зміни в часі стоку невивчених рік для виділених гідроекологічних районів Карпатського регіону в середній за водністю рік

Типовий розподіл стоку для умов маловодного року в решта сезонів в другому районі і його підрайоні залишається подібним. Лімітуючим сезоном є зима, дещо більший стік осіннього періоду, відповідно літні паводки за об'ємом поступаються лише весняній повені. Відмінність полягає у тому, що розподіл стоку для маловодного року у другому районі є більш рівномірним, ніж у його

підрайоні. Це є дуже важливим при виборі перспективних ділянок для будівництва об'єктів водогосподарського комплексу, тому що з цієї точки зору більш привабливою буде ріка з меншою амплітудою коливання стоку на протязі року. За цих умов режим роботи гідроспоруд буде більш стабільним.

Для умов середнього за водністю року мінімальний стік буде спостерігатись восени (18,3 %) для другого району, взимку для 2а району (15,2 %). Це обумовлено більш високою абсолютною висотою водозборів підрайону, відповідно більш суворими умовами взимку, більш стійким льодоставом (якщо він спостерігається) і меншою кількістю відлиг. Запас води у сніговому покриві, що встигає накопичитись, потрапляє у ріки навесні, тому стік весняного періоду тут на 4 % більший, ніж у другому районі.

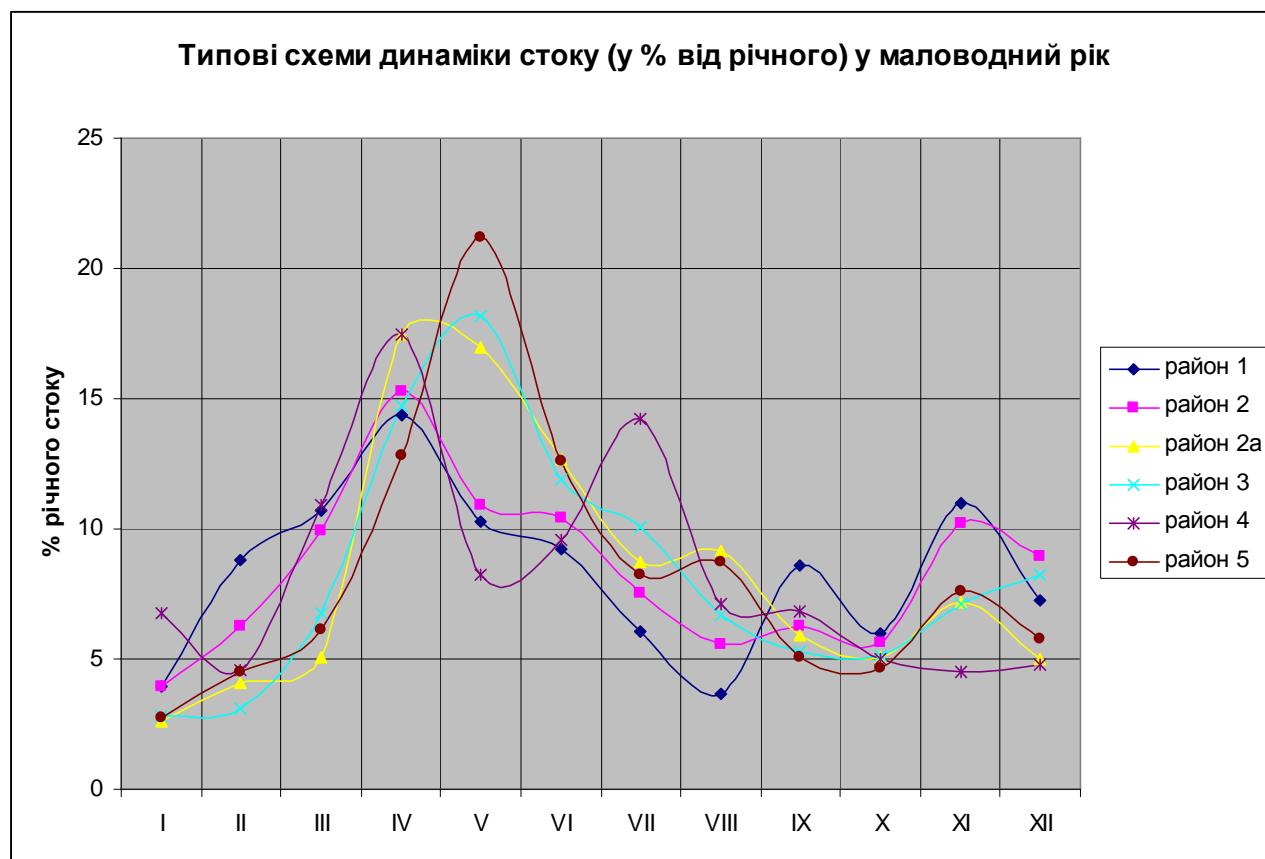


Рисунок 2.11 – Типові схеми зміни в часі стоку невивчених рік для виділених гідроекологічних районів Карпатського регіону в маловодний рік

Таким чином, внутрішньорічний розподіл стоку для південно-західного схилу Карпатського регіону має подібні риси і може бути охарактеризований наступним чином. Для умов середнього і маловодного року найбільша кількість

води буде стікати під час повені, яка починається в березні і триває до травня. Найбільш багатоводним є квітень, найбільш маловодним січень, хоча лімітуючим сезоном не завжди є зимовий період. Амплітуда коливання місячного стоку збільшується з збільшенням середньої висоти водозборів. Багатоводний період для Закарпаття відрізняється різким збільшенням рідких опадів, тому за об'ємом стоку на перше місце висувається літній сезон, залишаючи позаду весняний, який все ж таки за кількісними показниками об'єму не поступається осінньому сезону паводків. До 10-13 % знижується стік зимового періоду, січень залишається лімітуючим місяцем за об'ємом стоку, причому його відсоток стоку зменшується майже вдвічі. Амплітуда коливання об'єму стоку найменшого і найбільшого за водністю місяця зростає і максимально складає майже 20 %.

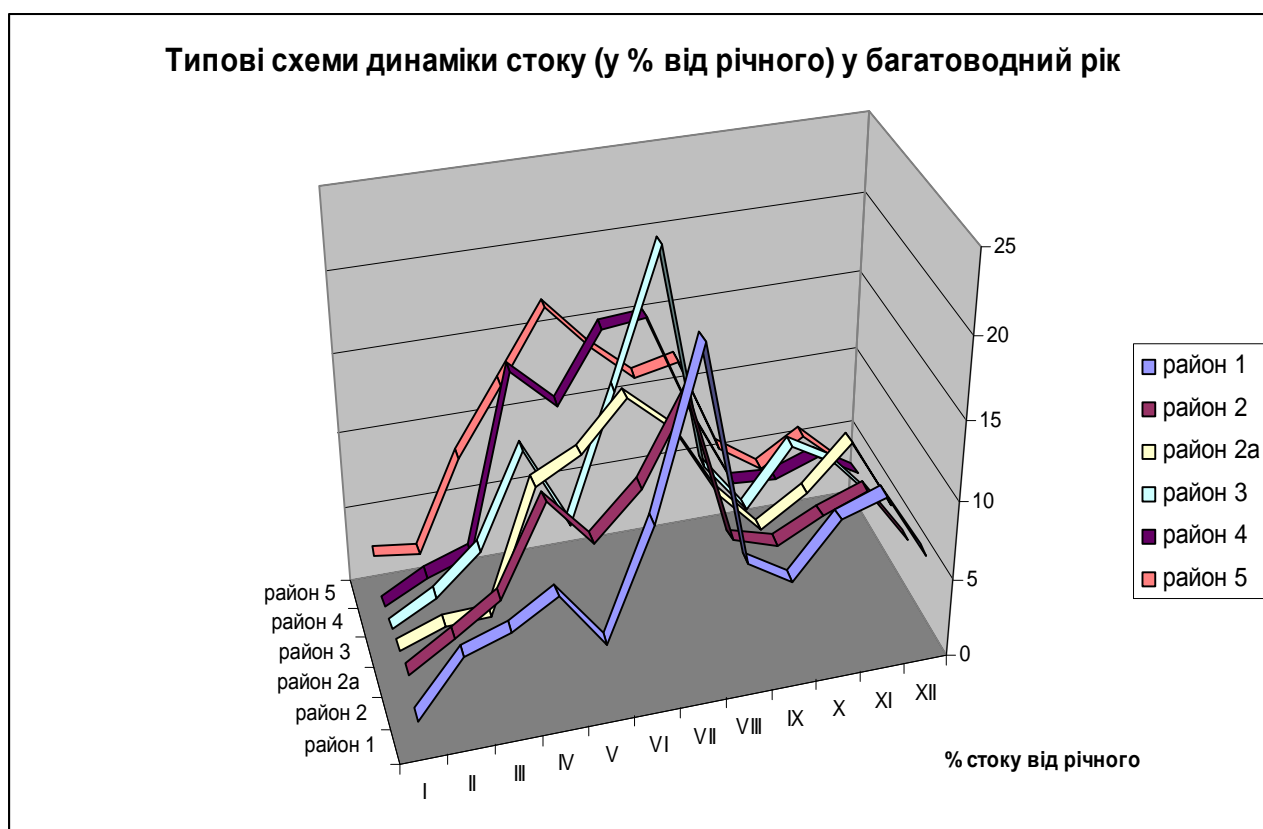


Рисунок 2.12 – Типові схеми зміни в часі стоку невивчених рік для виділених гідроекологічних районів Карпатського регіону у багатоводний рік

Істотна різниця умов формування стоку в Закарпатті і Передкарпатті очевидна з порівнянь шарів опадів, стоку і особливо коефіцієнтів стоку: для Закарпатської області останній дорівнює 0,67, для Івано-Франківської - 0,36

[81]. Відмінність полягає в меншій кількості паводків на північно-східному схилі Карпат і більш тривалих перервах між ними в меженний період року. Тому, хоч розподіл річного стоку по сезонах на обидвох схилах Українських Карпат дещо подібний, в Передкарпатті стік менш рівномірно розподіляється по місяцях.

Аналіз динаміки стоку рік регіону дозволяє зробити висновок, що лімітуючим періодом при визначенні розрахункового розподілу стоку в роки різної водності є межень (жовтень-лютий), а лімітуючим сезоном - зима. Виділення меженого періоду на ріках Карпатського регіону досить умовно, тому що паводки спостерігаються протягом цілого року, і навіть в дуже маловодні роки для рік характерні високі паводки восени і взимку.

На північно-східному схилі Українських Карпат виділено три гідроекологічні райони (див. рис. 2.1).

Особливістю п'ятого є те, що в будь-який за водністю рік максимальний об'єм річного стоку спостерігається в травні, що нехарактерно для решти території Карпатського регіону. Виділяється для всіх типів років один багатоводний період з квітня по серпень. Танення снігу у весняну повінь згідно кліматичних показників території починається у березні, але саме для рік цього району в середньому за багаторіччя об'єми стоку березня і вересня порівняні, і на типовому гідрографі їх можна прийняти за точки початку підйому і завершення спаду багатоводної хвилі. Лімітуючим місяцем є січень, в багатоводні роки - лютий, відповідно сезоном найменшої водності в будь-який за водністю рік залишається зима, причому відносні показники зимового стоку зменшуються в багатоводні роки і збільшуються в маловодні. Так само, як це спостерігалось на південно-західному схилі, в досліджуваному районі багатоводні роки в середньому за багаторіччя характеризуються великою часткою дощового стоку, маловодні - його різким зменшенням. Найбільша амплітуда коливання стоку характерна для маловодних років, сягаючи 18 %.

На відміну від п'ятого району, в третьому і четвертому частка дощового живлення дещо зменшується в середньому за багаторіччя, а це обумовлює дещо

більш рівномірний розподіл стоку по сезонах і місяцях. Головним чином це характерно для третього району, де в середній за водністю рік частка осіннього і зимового живлення відповідно складають 17,7 та 17,8 %. І в третьому, і в четвертому районі в типовий середній рік мінімальна кількість води проходить в січні, максимальна в квітні, відповідно стік весняного періоду більший за літній. Але максимальна місячна амплітуда коливань стоку в третьому районі становить 10,5 %, а в четвертому майже 11 %.

Аналіз типового розподілу маловодного року показує, що зміни стоку по сезонах принципово залишаються такими самими як і в середній по водності рік для обидвох районів. Перерозподіл стоку відбувається помісячно. В четвертому районі максимальним за водністю є квітень, в третьому проявляються в маловодні роки риси п'ятого в тому, що максимальний місячний об'єм річного стоку припадає на травень, а мінімальний на січень. Лімітуючим місяцем в четвертому районі виступає листопад, хоча необхідно відмітити, що в середньому за багаторіччя для умов маловодного року об'єми стоку в жовтні, листопаді, грудні і лютому є порівняними.

В умовах багатоводних років розподіл стоку по сезонах в третьому і четвертому районах подібний до решти районів Українських Карпат в цілому. Особливістю є найбільша річна багатоводність липня.

В цілому закономірності внутрішньорічного розподілу стоку рік (табл. 2.3) Карпатського регіону полягають у наступному:

- в різні за водністю роки на ріках південно-західного та північно-східного схилів виділяється один багатоводний період, який охоплює фазу повені і паводків і триває з квітня по серпень за умов початку підйому рівнів води у березні і закінчення спаду до передвесняних рівнів у вересні. За цей час проходить біля 70 % річного стоку;

- лімітуючим сезоном є межень, яка охоплює осінньо-зимовий період. При цьому в більшості випадків місяцем найменшої водності виявляється січень, хоча стійкий щорічний льодостав зовсім не є обов'язковим для рік Карпатського регіону. За цей сезон проходить в середньому 30 % річного стоку;

- в середньому за багаторіччя для рік Українських Карпат об'єм весняної повені залишається порівняно однаковим в середні, багатоводні та маловодні роки, а зміна річного об'єму стоку по сезонах залежить від кількості рідких опадів, які і є визначаючими характеристики водності року. Тобто в середньому за багаторіччя запас води в сніговому покриві для басейнів рік Українських Карпат в різні за водністю роки мало чим відрізняється;

- на відміну від рік південно-західного схилу, де переважаючі об'єми води утворюються під час весняного водопілля, на ріках північно-східного схилу максимальні місячні об'єми води частіше утворюються від випадіння дощів під час паводків;

- амплітуда коливань місячних об'ємів стоку збільшується із збільшенням водності року, підвищенням середньої висоти водозбору та з північного заходу на південний схід Карпатського регіону;

Використання типових схем (див. табл. 2.3) дає можливість для довільного створу в межах розглянутої території розподілити стік року при відсутності матеріалів натурних спостережень та визначити гідроекологічний потенціал. Для цього необхідно за топографічною картою визначити площу басейну та середню висоту водозбору потрібної гідроекосистеми. За графіком районного зв'язку визначити модуль річного стоку, далі знайти об'єм річного стоку або середньорічну витрату води заданої забезпеченості і розподілити по місяцях і сезонах відповідно до відсоткового значення в типових схемах того гідроекологічного району, до якого належить гідроекосистема.

2.4 Визначення і аналіз кількісної складової гідроекологічного потенціалу

Під гідроекологічним потенціалом ми розуміємо ту частину гідроресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику, який підлягає управлінню. Ґрунтуючись на визначенні гідроекологічного потенціалу, розрахунок кількісної його складової проводився, базуючись на

твердженні, що з метою збереження екологічної безпеки в ріці необхідно залишати в незмінному природному стані витрату, яка дорівнює ґрунтовому живленню (в розрахунках за цю величину була прийнята мінімальна середньомісячна витрата маловодного року). Визначення частини ґідроресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику ґрунтувалось на аналізі внутрішньорічної динаміки стоку. Тобто в кількісному вираженні ґідроекологічному потенціалу відповідає частка місячного стоку, яка є більшою мінімальної середньомісячної витрати маловодного року.

Розрахунок місячних норм стоку та наявність бази даних для пунктів спостережень регіону дозволили отримати параметри кількісної складової ґідроекологічного потенціалу для умов середнього, багатоводного і маловодного року вивчених рік і скласти типову таблицю розподілу ґідроекологічного потенціалу по сезонах і місяцях для невивчених рік кожного ґідроекологічного району (табл. 2.4).

Більш привабливою для використання народногосподарським комплексом, а також більш стабільною з вищим рівнем екологічної безпеки та вищим середньорічним ґідроекологічним потенціалом буде ріка з меншою амплітудою коливання стоку протягом року.

Кількісна складова ґідроекологічного потенціалу рік басейнів Ужа і Латориці першого району характеризується нерівномірним сезонним розподілом. Четверта частина річного обсягу кількості ґідроекологічного потенціалу у маловодні та середні за водністю роки припадає на весняний період. Амплітуда коливань місячних об'ємів потенціалу збільшується із збільшення водності року. У багатоводний рік третина річної кількості ґідроекологічного потенціалу припадає на літні місяці. В цілому від 48 % річного стоку у середній за водністю рік до майже 79 % стоку у багатоводний рік може бути використано в якості кількісної складової ґідроекологічного потенціалу для потреб народного господарства.

Таблиця 2.4

Кількісна складова гідроекологічного потенціалу для гідроекологічних районів Карпатського регіону
(у відсотках від річного стоку)

Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)	Зима (XII-II)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Середній за водністю рік																
1	2,84	4,53	9,51	10,21	4,54	3,95	3,31	0,39	0	1,28	2,74	5,27	24,23	7,63	4,03	12,63
2	0,23	1,52	5,63	9,63	5,03	3,52	2,92	0,51	0	0,17	1,37	2,69	20,19	6,99	1,59	4,39
2a	0	0,54	3,31	12,24	11,44	6,44	4,96	2,69	1,57	0,97	1,88	1,55	27,02	14,12	4,42	2,12
3	0	1,43	6,12	10,52	4,47	6,22	5,52	2,31	1,4	0,6	1,1	1,7	21,16	14,06	3,06	3,16
4	0	0,91	5,17	11,99	10,29	9,79	8,59	4,82	2,88	1,03	1,25	1,13	27,47	23,17	5,17	2,07
5	0	0,35	3,4	11,31	13,81	11,31	9,91	6,75	3,48	1,52	1,63	0,76	28,43	27,93	6,63	1,13
Маловодний рік																
1	0,3	5,15	7,05	10,75	6,65	5,56	2,41	0	4,97	2,34	7,35	3,63	24,45	7,95	14,65	9,05
2	0	2,38	6,01	11,38	6,98	6,48	3,63	1,61	2,38	1,73	6,28	5,05	24,34	11,74	10,44	7,44
2a	0	1,44	2,48	14,88	14,38	10,08	6,08	6,51	3,31	2,43	4,58	2,36	31,74	22,64	10,34	3,84
3	0	0,3	3,95	11,89	15,39	9,09	7,29	3,87	2,44	2,35	4,32	5,41	31,27	20,27	9,07	5,67

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	2,26	0,08	6,42	13,02	3,77	5,13	9,72	2,62	2,38	0,51	0	0,31	23,26	17,46	2,86	2,66
5	0	1,77	3,39	10,05	18,45	9,85	5,51	5,99	2,35	1,87	4,85	3,01	31,85	21,35	9,05	4,75
Багатоводний рік																
1	0	3,54	4,56	6,27	2,61	9,62	19,82	6,06	4,36	7,81	8,72	4,5	14,36	35,56	20,86	8,06
2	0	1,73	3,72	9,27	6,18	9,07	14,17	4,77	3,97	5,32	6,35	2,65	19,21	27,91	15,61	4,41
2a	0	1,1	1,16	8,99	10,39	13,39	10,99	6,43	3,64	5,53	8,29	3,66	20,57	30,77	17,47	4,77
3	0	1,59	4,06	10,04	4,76	12,74	21,04	7,07	3,69	7,39	5,83	2,9	18,82	38,52	16,92	4,49
4	0	1,4	2,4	13,68	11,08	15,48	15,68	9,28	4,1	3,97	4,93	3,27	27,24	40,54	13,04	4,67
5	0,4	0	5,82	10,12	14,52	11,62	9,22	9,82	3,63	1,73	3,46	1,08	30,46	30,66	8,86	1,48

Сезоном, на який припадає найменша частка кількісної складової гідроекологічного потенціалу у багатоводний рік є осінь; у маловодний – літо, у багатоводний – зима. В Карпатському регіоні маловодні роки характеризуються зменшенням живлення за рахунок дощів і відповідно зниженими кількісними характеристиками гідроекологічного потенціалу влітку і взимку. Зворотній процес простежується в багатоводні роки. Максимальні показники гідроекологічного потенціалу утворюються вже не від весняного сніготанення, а за рахунок підвищення рівнів води в паводковий період. (див. табл. 2.4).

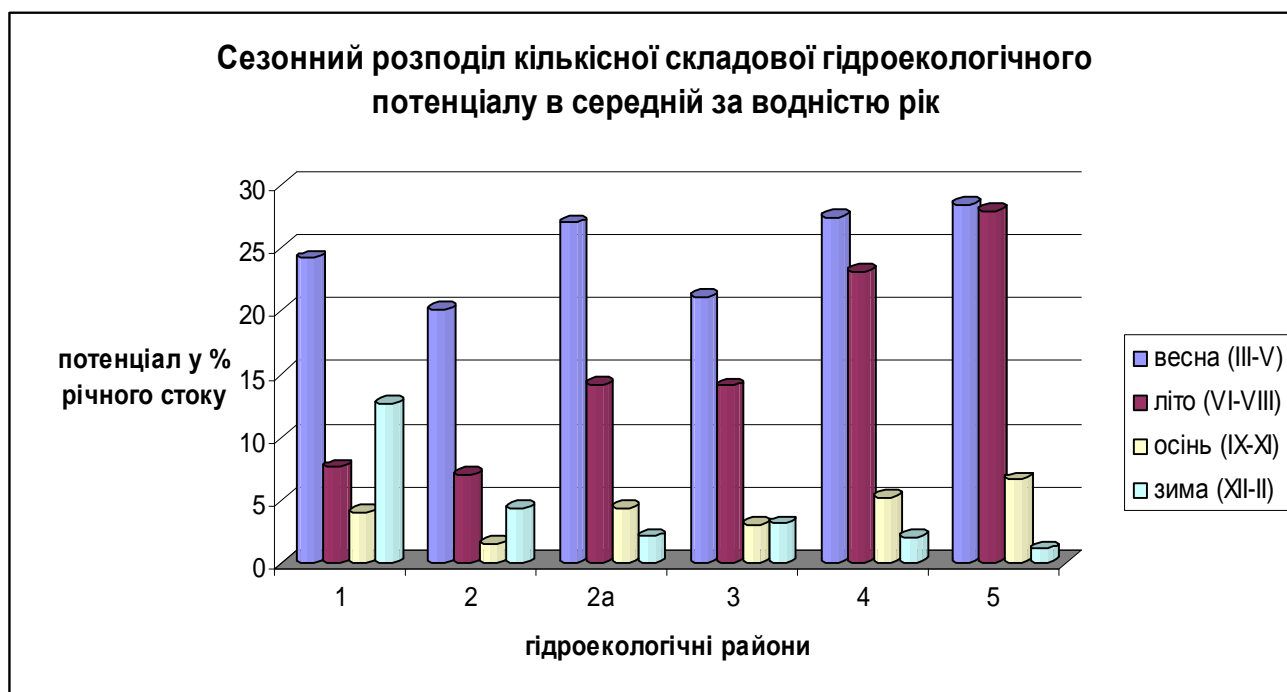


Рисунок 2.13 – Сезонний розподіл кількісної складової гідроекологічного потенціалу в середній за водністю рік для виділених гідроекологічних районів

Порівняльний аналіз внутрішньорічного розподілу кількісної частини гідроекологічного потенціалу для другого району та його підрайону вказує на деякі розбіжності зміни річної водності рік найбільш високогірної частини Карпатського регіону (2a підрайон) та рік басейнів Терєблї, Терєсви, Рїки та Боржави (2 район). Від третини у маловодні та середні за водністю роки до половини річного обсягу кількості гідроекологічного потенціалу у багатоводні роки припадає на весняно-літній період. Як і в першому районі весняний потенціал є переважаючим у маловодні і середні за водністю роки, у багатоводні – майже третина потенціалу припадає на літні місяці.

Лімітуючим сезоном є зима, дещо менший потенціал осіннього періоду у другому районі в середній за водністю рік (подібно до першого району). Відмінність полягає у тому, що розподіл кількісної складової гідроекологічного потенціалу між місяцями року у другому районі є більш рівномірним, ніж у його підрайоні. Це є дуже важливим з точки зору екологічної безпеки, тому що менша амплітуда коливання потенціалу протягом року забезпечить стабільність водокористування та водоспоживання.

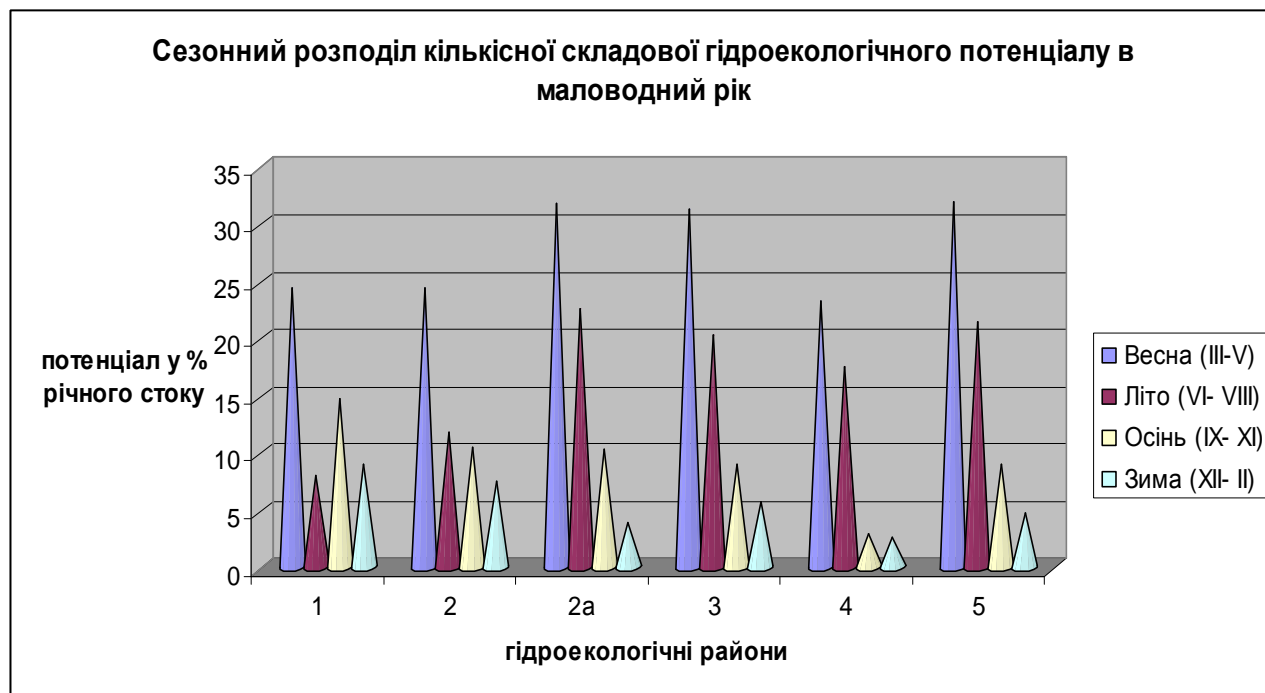


Рисунок 2.14 – Сезонний розподіл кількісної складової гідроекологічного потенціалу в маловодний рік для виділених гідроекологічних районів

Таким чином, динаміка кількісної складової гідроекологічного потенціалу в розрізі календарного року для південно-західного схилу Карпатського регіону має подібні риси і може бути охарактеризована наступним чином.

Для умов середнього і маловодного року найбільший потенціал характерний для весняного періоду. Найвищі показники притаманні квітню, за ним слідує травень. Найнижчими показниками характеризуються січень та вересень, лімітуючим сезоном є осінньо-зимовий період. Амплітуда коливання кількісної складової гідроекологічного потенціалу збільшується з збільшенням середньої висоти водозборів.

Багатоводний період для Закарпаття відрізняється різким збільшенням

рідких опадів, тому за абсолютними показниками гідроекологічного потенціалу на перше місце висувається літній сезон, залишаючи позаду весняний. До 4-8 % знижується потенціал усього зимового періоду, січень залишається лімітуючим місяцем з нульовим гідроекологічним потенціалом.

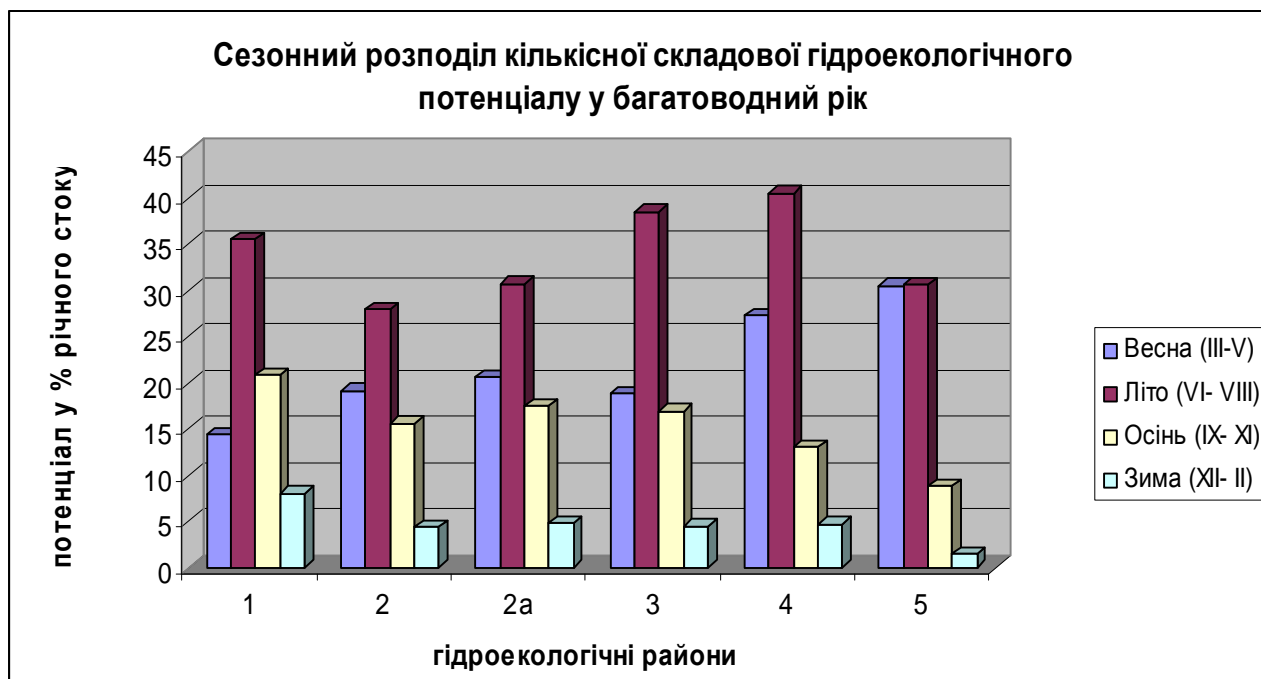


Рисунок 2.15 – Сезонний розподіл кількісної складової гідроекологічного потенціалу в багатоводний рік для виділених гідроекологічних районів

Подібність розподілу кількісної складової гідроекологічного потенціалу по сезонах на обидвох схилах Українських Карпат проявляється у переважанні абсолютних сезонних показників потенціалу в середні за водністю роки та у маловодні роки навесні, а у багатоводні роки влітку. Лімітуючим сезоном гідроекологічного потенціалу практично для всієї території Карпатського регіону є зима, помісячно переважає січень.

На північно-східному схилі Українських Карпат виділено три гідроекологічні райони (див. рис. 2.1). Особливістю третього району у розподілі гідроекологічного потенціалу є дуже низькі показники осіннього періоду в середній за водністю рік та переважання абсолютного значення потенціалу у багатоводний рік – в травні місяці.

Особливістю п'ятого району є те, що в будь-який за водністю рік максимальні кількісні показники гідроекологічного потенціалу спостерігаються

в травні, що нехарактерно для решти території Карпатського регіону.

Характерною ознакою четвертого гідроекологічного району є його проміжне положення практично за всіма показниками у всі періоди року між третім та п'ятим гідроекологічними районами, що підтверджує зональні закономірності районування гідроекосистем Карпатського регіону.

Для усього північно-східного схилу можна виділити для всіх типів років один період підвищених показників гідроекологічного потенціалу з квітня по серпень. Решта періоду року є періодом понижених показників гідроекологічного потенціалу.

В цілому закономірності внутрішньорічного розподілу кількісної складової гідроекологічного потенціалу рік (табл. 2.3) Карпатського регіону полягають у наступному:

- абсолютні показники кількісної складової гідроекологічного потенціалу північно-східного схилу Карпатського регіону переважають ці показники південно-західного схилу, гідроекологічні райони Закарпаття характеризуються більш рівномірним розподілом потенціалу впродовж року;

- в різні за водністю роки на ріках південно-західного та північно-східного схилів виділяється один період збільшення кількісних показників гідроекологічного потенціалу, який триває у весняно-літній сезон. За цей час проходить 70-90 % річної кількості гідроекологічного потенціалу;

- лімітуючим сезоном є осінньо-зимовий період. При цьому в більшості випадків місяцем нульового гідроекологічного потенціалу виявляється січень. За цей сезон проходить в середньому 10-30 % річної кількості гідроекологічного потенціалу;

- амплітуда коливань місячних величин гідроекологічного потенціалу збільшується із збільшення водності року, підвищенням середньої висоти водозбору та з північного заходу на південний схід Карпатського регіону;

- в цілому на Закарпатті умови використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу є більш сприятливими, а природна стійкість гідроекосистем вищою, показники екологічної безпеки гідроекосистем

поступово понижуються від першого до п'ятого гідроекологічного району.

Використання типових схем розподілу кількісної складової гідроекологічного потенціалу для гідроекологічних районів Карпатського регіону (у відсотках від річного стоку) (див. табл. 3.4) дає можливість для довільного створу в межах розглянутої території визначити місячний об'єм гідроекологічного потенціалу при відсутності матеріалів натурних спостережень. Для цього необхідно визначити об'єм річного стоку або середньорічної витрати води заданої забезпеченості і розподілити його по місяцях і сезонах у відповідності з відсотковим значенням в типових схемах того гідроекологічного району, в межах якого знаходиться басейн даної ріки.

Проведені розрахунки необхідні при впровадженні системи екологічної безпеки гідроекологічного середовища в Карпатському регіоні. Будь-яке техногенне навантаження на гідроекосистеми використовує в розрахунках витрату води (як основну вимірювану кількісну характеристику стоку) та її похідні: об'єм стоку, норму стоку, мінімальну середньомісячну витрату води середнього за водністю року, середньобагаторічну витрату маловодного року та інші, які можна отримати з наведених вище схем. Крім того, як вже відзначалося вище, важлива в сучасних проектних рішеннях екологічна безпека гідросистем вже закладена в теорії використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу. З точки зору описаної складової частки гідроекологічного потенціалу привабливість для вибору перспективних ділянок розташування об'єктів водогосподарського комплексу зменшується з збільшенням номеру гідроекологічного району.

2.5 Багаторічна динаміка кількісної характеристики гідроекосистем Карпатського регіону

При розгляді кількісних характеристик стоку як одного з чинників екологічної безпеки гідроекосистем важливою складовою є багаторічна динаміка стоку. Чим менше буде змінюватись об'єм води в ріках з року в рік,

тим більш стабільною буде діяльність усього водогосподарського комплексу.

В якості основного показника зміни річкового стоку в часі прийнятий коефіцієнт варіації C_v . Розраховані за допомогою статистичних програм для ПЕОМ коефіцієнти варіації для подовженого ряду спостережень для 86 створів, в яких розташовані гідропости, наведені в табл. 2.1. Таким чином, чим менший буде коефіцієнт варіації для тієї чи іншої ріки, тим більш сприятливою її можна вважати для використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу.

В цілому для рік Карпатського регіону характерне незначне коливання річкового стоку. Коефіцієнти варіації досить стійкі по висотних зонах і зменшуються з висотою місцевості. В Закарпатті зміна річкового стоку менша, ніж в Передкарпатті і коливається від 0,2 (високо в горах) до 0,40 (в передгір'ях). Для першого гідроекологічного району середній коефіцієнт варіації складає 0,285, для другого району і його підрайону відповідно 0,283 та 0,236. Найбільші зміни річного стоку на південно-західному схилі характерні для р. Ріка в створах с. Нижній Бистрий ($C_v=0,405$) та м. Хуст ($C_v=0,53$). Це пов'язано з роботою Теремле-Ріцької ГЕС, що знаходиться вище по течії.

В Передкарпатті на північно-східному схилі Карпат амплітуда та абсолютні значення коефіцієнта варіації дещо більші. Зміни річкового стоку коливаються від 0,195 до 0,54 (в значеннях C_v). Середній коефіцієнт варіації для третього гідроекологічного району складає 0,32, для четвертого і п'ятого відповідно 0,3 та 0,327. Найбільші значення характерні для р. Бистриця - с. Озимина ($C_v=0,42$), р. Прут - м. Чернівці ($C_v=0,42$), р. Стрий - с. Новий Кропивник ($C_v=0,54$). На нашу думку, це пояснюється впливом господарської діяльності людини на кількісні характеристики стоку в окремі роки (будівництво гідротехнічних споруд, незворотній забір води, додаткові скиди і т. ін.).

Для отримання загальної картини гідроекологічної ситуації та впровадження заходів з екологічної безпеки необхідно мати кількісні показники по тих ріках, на яких не проводяться тривалі спостереження. Для того, щоб визначити можливі зміни стоку для невивчених рік в літературі

[84,85] обчислення коефіцієнтів варіації рекомендується проводити за емпіричними формулами типу:

$$C_v = \frac{A}{H_{cp}^m \cdot F^n}, \quad (2.2)$$

де A - параметр, який враховує районні фактори зміни річкового стоку,

F - площа водозбору,

H_{cp} - середня висота водозбору, m і n - параметри.

В роботах багатьох авторів [25,56,85] показано, що на місці H_{cp} можна використовувати величину модуля річного стоку M , тому що між модулем стоку і середньою висотою водозбору, як це було доказано вище, існує тісний взаємозв'язок. Проводячи перевірку формул, стало можливим уточнити їх параметри для кожного гідроекологічного району Українських Карпат і подати у наступному вигляді:

перший район:
$$C_v = \frac{1,0008}{M^{0,34} \cdot F^{0,025}}, \quad (2.3)$$

другий район:
$$C_v = \frac{0,9219}{M^{0,32} \cdot F^{0,025}}, \quad (2.4)$$

другий підрайон:
$$C_v = \frac{1,238}{M^{0,44} \cdot F^{0,025}}, \quad (2.5)$$

третій район:
$$C_v = \frac{0,9945}{M^{0,35} \cdot F^{0,025}}, \quad (2.6)$$

четвертий район:
$$C_v = \frac{0,9463}{M^{0,32} \cdot F^{0,04}}, \quad (2.7)$$

п'ятий район:
$$C_v = \frac{0,905}{M^{0,28} \cdot F^{0,04}}, \quad (2.8)$$

Перевірка цих формул показала, що відхилення вирахованих значень від

фактичних в 60 випадків з 86 не перевищує 10 %, в 21 випадку коливається в межах 10-20 % і в 5 випадках перевищує 20 %. Такі відхилення характерні, в основному, для створів рівнин. Результати перевірки свідчать про те, що запропоновані формули для визначення коефіцієнтів варіації невивчених рік Карпатського регіону можна використовувати для практичних розрахунків.

Таким чином, розглянувши багаторічну динаміку стоку як складову кількісної частини гідроекологічного потенціалу, що є чинником екологічно безпечного вибору перспективних ділянок для розташування об'єктів водогосподарського комплексу, слід відмітити, що як за абсолютними показниками гідроекологічного потенціалу, так і за показником його зміни, менш вразливими з точки зору техногенного навантаження в цілому в межах Карпатського регіону будуть гідроекосистеми Закарпаття. За значенням коефіцієнта варіації в межах південно-західного схилу потенційно привабливою є територія, яку охоплюють басейни рік Чорної і Білої Тиси і безпосередньо Тиси до с. Ділового. В межах північно-східного схилу за розрахованими значеннями райони приблизно однакові з невеликою перевагою території, що охоплює басейни Лімниці, Бистриці, верхів'я Пруту.

2.6 Використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу і аналіз гідроенергетичних ресурсів малих рік Карпатського регіону

2.6.1 Ретроспектива досліджень гідроенергопотенціалу регіону

Гірські ріки Карпат здавна вивчались як джерела гідроенергії. Особливість, що визначає шляхи їх використання, полягає в тому, що на досить невеликій гірській території Українських Карпат, де беруть початок і мають найбільший спад Тиса, Прут та Дністер, і випадає найбільше опадів, зосереджені основні енергетичні ресурси. Лише третина всієї довжини Тиси і 8 % її басейну припадає на Закарпатську область, але саме тут зосереджено 93 % всього спаду і 80 % гідроенергетичних запасів цієї ріки. На невелику частину верхів'я Пруту (в межах Карпатського регіону), що становить лише чверть всієї його довжини,

припадає 91 % спаду і понад 60 % запасів гідроенергії. У верхній течії Дністра також зосереджено більше 80 % запасів гідроенергії [4,21,42].

Порівняємо деякі цифри, що характеризують гідроенергоресурси Карпатського регіону і України в цілому, які наведені в таблиці 2.5. Таблиця складена на основі поєднання даних [23,59,80] та власних досліджень і розрахунків, за якими нами запропоновано ввести для користування показник техногенно-екологічно безпечного гідроенергопотенціалу, який для Карпатського регіону складає 50 % від економічного потенціалу. Виходячи з аналізу гідроекологічного потенціалу, екологічно безпечна складова потенційних гідроенергетичних ресурсів була обґрунтована на рівні 15 %. Ця величина для Карпатського регіону складає 4,5 млрд.кВт·год за рік.

Техногенно-екологічно безпечний гідроенергопотенціал - це частина гідроенергоресурсів, яку можна використати у найближчій перспективі за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику, який підлягає управлінню. Тобто на сьогоднішній день загальна потужність МГЕС, які можна побудувати в Карпатському регіоні складає понад 500 тис.кВт.

Аналіз показників таблиці дозволяє зробити висновок, що район Карпат займає менше 7 % території України. В той же час на нього припадає біля 50 % усіх гідроенергоресурсів країни, а на 1 км² басейну карпатських рік - у 6-7 разів більше, ніж по Україні в цілому.

Аналіз фондових матеріалів та літературних джерел підтверджує думку про те, що за часів Радянського Союзу творча інженерна думка базувалась лише на проектах-гігантах. Вивчались лише найбільші ріки, причому розрахунки їх гідроенергопотенціалу занижувались за рахунок малої вивченості рік та неврахування невеликих річок.

З рік Закарпаття, які в цілому володіють великою питомою потенційною потужністю, особливо потрібно відмітити Тересву, Терєблю, Ріку і Шопурку. На окремих ділянках цих річок валова потужність перевищує 1000 кВт на 1 км. Технічно придатні для використання ресурси гідроенергії Закарпаття, за

даними радянських проектних організацій (1960 р.), оцінювались в 150-185 тис.кВт з середньорічним виробітком електроенергії приблизно 900 млн.кВт·год. Дані розробок зарубіжних спеціалістів, проведених до возз'єднання Закарпаття з Радянською Україною, дають приблизно такі самі результати. Більш пізні дослідження оцінювали потенційні гідроенергетичні ресурси Закарпаття в 700 тис.кВт [49,69,70]. В 70-х роках в басейні Тиси проектувалось вже декілька ГЕС потужністю по 500-700 тис.кВт кожна.

Таблиця 2.5

Гідроенергоресурси Карпатського регіону і України

Показники	Україна	Карпати
Територія, тис.км ²	604	37
Населення, млн. осіб	50,5	4,23
Валовий гідроенергопотенціал ¹ :		
всього, млрд.кВт·год	44,7	29,86
на 1 км ² території, тис.кВт·год	75	807
на 1 км ³ річкового стоку, млн.кВт·год	215	1115
на 1 жителя, тис.кВт·год	0,89	7,06
Технічний гідроенергопотенціал ² :		
всього, млрд.кВт·год	35	19,37
на 1 км ² території, тис.кВт·год	58	523
на 1 жителя, тис.кВт·год	0,69	4,58
Економічний гідроенергопотенціал ³ :		
всього, млрд.кВт·год	17	10,25
на 1 км ² території, тис.кВт·год	28	277
на 1 жителя, тис.кВт·год	0,34	2,42
Техногенно-екологічно безпечний ⁴		
всього, млрд.кВт·год	8,5	5,0
на 1 км ² території, тис.кВт·год	14	135
на 1 жителя, тис.кВт·год	0,17	1,18

ПРИМІТКИ до таблиці 2.5:

1. Валовий або теоретичний гідроенергопотенціал визначається за формулою:

$$E = 8760 \cdot 9,81 \cdot Q \cdot H, \quad (2.9)$$

де E - валовий гідроенергопотенціал, кВт·год;

Q - середня річна витрата ріки на даній ділянці, м³/с;

H - спад ріки, м.

2. Технічний гідроенергопотенціал характеризує технічно досяжну величину використання гідроенергетичного потенціалу.

3. Економічний гідроенергопотенціал - це частина гідроенергоресурсів, яку доцільно використати з економічних міркувань у зримій перспективі.

4. Техногенно-екологічно безпечний гідроенергопотенціал - це частина гідроенергоресурсів, яку можна використати у найближчій перспективі за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику, який підлягає управлінню.

В цілому на Закарпатську область припадає приблизно 25 % всієї потенційної потужності річок України, хоча за площею вона займає трохи більше 2 % території країни. Значно розвинута річкова мережа області зумовлює можливість спорудження значної кількості невеликих гідроелектростанцій у всіх районах області. Загальна потужність МГЕС, за даними "Укргідроенергопроекту" у 90-х роках, може досягти 63 тис.кВт, з виробітком 280 млн.кВт·год електроенергії на рік.

Загальна кадастрова потужність рік Карпатського регіону (без Дністра) за даними (Ю.О. Дєєв, 1959) становить близько 3 млн.кВт, з яких можна використати понад 300 тис.кВт. Вважалось, що на ряді ділянок 14-16 великих рік можливо спорудження ГЕС, а на невеликих ріках - гідромеханічних установок і мікро ГЕС [51]. Розробка 1964 року "Генеральна схема регулювання і комплексного використання водних ресурсів гірських рік Прикарпатських областей" запропонувала розрахунки потенційної гідроенергії, наведені в роботі автора [49,79]. Таблиця складена на основі суміщення даних

вище згаданої схеми та за матеріалами В.В. Онікієнко, Я.І. Жупанського (1960р.) [42]. Розробка 1977 року - "Схема комплексного використання і охорони водних і земельних ресурсів Івано-Франківської області" запропонувала поновлені розрахунки потенційної гідроенергії [49]. В цілому вважалось, що ріки області мають великі запаси енергії - біля 4,5 млрд.кВт·год. Найбільші запаси її припадають на гірські ріки (500- 1200 млн.кВт·год) [69]. Напочатку 70-х років розроблялись напрямки господарського використання поверхневих вод Карпатського регіону. Гідроенергетичні ресурси в басейні Дністра на той момент були визначені у розмірі - 7,8 млрд.кВт·год, в басейні Тиси - 6,7 млрд.кВт·год. [79].

Таким чином, розрахунки гідроенергопотенціалу рік Карпатського регіону проводились з давніх часів, перероблялись, дані одного автора заперечували результати іншого, прикладів цьому можна було б навести ще багато. Але, головним результатом проведеного ретроспективного аналізу розрахунків водної енергії рік є доказ того, що всі дослідження стосувались лише найбільших рік регіону. Безперечно, притоки першого порядку рік Дністер, Тиса і Прут є найбільш потужнішими за показником валового гідроенергопотенціалу. Але питомі показники водної енергії, як це буде показано нижче, часто є вищими у малих, невідомих за назвами рік. Крім того в жодному з минулих проектів, так само як і в роботах окремих дослідників автор не зустрів аналізу гідроенергопотенціалу всіх малих рік регіону (довжиною більше 10 км).

Необхідно відмітити, що переважно проведені розрахунки мали дещо занижену оцінку гідропотенціалу. Некоректність даних пов'язана, на нашу думку, з малою кількістю пунктів спостережень за річковим стоком до 50-х років, відсутністю репрезентативних тривалих рядів спостережень. Більшість водостів Карпатського регіону, які є діючими на сьогодні, було відкрито в 1952-57 рр.

Мета досліджень цього підрозділу - визначення гідроенергетичних ресурсів малих рік Карпатського регіону (всіх довжиною більше 10 км), аналіз

їх кількісних і якісних характеристик з метою визначення перспективних рік для побудови МГЕС (міні, мікро, малі ГЕС потужністю до 5 МВт).

Для подальшої комплексної оцінки гідроенергопотенціалу Карпатського регіону в цілому нами були використані дані "Укргідропроекту" щодо великих рік Закарпаття та дані дисертаційної роботи М. Сиротюк, яка була виконана в Львівському держуніверситеті, щодо оцінки гідроенергопотенціалу малих рік Закарпаття. Наша методика розрахунку потенційних гідроенергетичних ресурсів [50] є порівняною з методикою "Укргідропроекту" та подібною до методики, за якою велись розрахунки для малих рік Закарпаття [54]. Відмінність останньої від використаної нами при вирішенні задачі полягає в тому, що, по-перше, для рік Закарпаття поділянково вівся облік гідроенергоресурсів, що уточнює результати розрахунків. Тобто ріка розбивалась на окремі ділянки, для кожної з яких обчислювався гідроенергопотенціал. Для рік басейнів Пруту, Серету і Дністра кількісні і якісні показники гідроенергоресурсів розраховувались в цілому для всієї ріки (крім великих рік, на яких існують пункти спостережень), це могло дещо занижити отримані нами результати. Але, і це є друга суттєва відмінність, для визначення норми стоку невивчених рік, яких є переважна більшість, нами були використані графіки зв'язку модуля стоку з середньою висотою водозбору, які були власноручно побудовані за поновленими даними, а при розрахунках для Закарпатських рік були використані подібні графіки, які були створені відомими дослідниками Карпатських рік, але більше 30 років тому. За цей час норма стоку в деяких створах рік змінилась на 15-25 % (див. табл. 2.1), переважно в бік збільшення. Така ситуація суттєво занизила отримані результати, про що йдеться нижче.

2.6.2 Оцінка гідроенергетичного потенціалу рік басейну Тиси

Потенційні водноенергетичні ресурси малих річок Закарпатської області, як було відмічено вище, були розраховані М. Сиротюк на географічному факультеті Львівського державного університету і були захищені як розділ дисертаційної роботи. Особливості використаної методики дещо занизили

кількісні показники гідроенергопотенціалу малих рік. Цей висновок був зроблений нами після того, як згідно даних М. Сиротюк, наведених в табл. 2.6, була зроблена спроба визначити норму стоку шляхом зворотнього розрахунку від гідроенергопотенціалу. Отримані результати в порівнянні з нормою стоку, що розраховувалась нами для всіх водостів Карпатського регіону (див. табл. 2.1), виявились значно нижчими. Але виходячи з того, що аналогів для малих рік Закарпаття не існує, та з огляду на те, що задовільного зв'язку модуля стоку з середньозваженою висотою водозбору для більшої частини Закарпатської області нам отримати не вдалося (тоді можна було б провести власні розрахунки), для повноти картини гідроенергопотенціалу Карпатського регіону в цілому розрахунки М. Сиротюк виявились дуже цінними.

Таблиця 2.6

Потенційні гідроенергетичні ресурси малих рік Закарпаття

№ п/ п	Назва річки	Дов- жина ріки, км	Площа басей- ну, км ²	Потужність		Річне ви- робницт- во енер- гії, млн. кВт.год	Гідроенер- гетичний модуль тис.кВт/ км ²
				Потенцій- на тис.кВт	питома, тис.кВт/ км		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Чорна Тиса	49	550	22,84	0,47	200,04	0,04
2	Станіслав	11	33	2,71	0,25	23,72	0,08
3	Довжина	10	40	1,37	0,14	11,99	0,03
4	Лазещина	21	159	4,27	0,20	37,44	0,03
5	Стебний	11	22	0,36	0,03	3,16	0,02
6	Лопушанка	10	28	1,26	0,13	11,03	0,05
7	Кевелів	10	28	2,81	0,28	24,61	0,10
8	Біла Тиса	19	474	15,54	0,82	136,15	0,03
9	Стоговець	15	95	2,71	0,18	24,44	0,03
10	Балцатул	10	37	2,38	0,24	20,81	0,06

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Говерла	12	73	2,54	0,21	22,22	0,04
12	Бербенескул	11	29	2,84	0,26	24,87	0,10
13	Шаул	17	62	4,64	0,27	40,66	0,08
14	Богдан	16	66	3,65	0,23	32,00	0,06
15	Квасний	15	71	3,87	0,26	33,92	0,06
16	Павлик	12	32	1,85	0,15	19,82	0,06
17	Білий	12	44	2,96	0,25	25,92	0,07
18	Великий	9	41	1,73	0,19	15,14	0,04
19	Косівська	44	155	16,01	0,36	140,26	0,10
20	Шопурка	13	277	5,32	0,41	46,64	0,02
21	Середня Ріка	27	106	10,44	0,39	91,46	0,10
22	Мала Шопурка	28	117	12,20	0,44	106,87	0,10
23	Апшиця	39	274	4,07	0,10	35,62	0,02
24	Середній Плаєць	11	23	0,64	0,06	5,37	0,03
25	Великий Плаєць	14	27	1,93	0,14	16,90	0,07
26	Таюшаг	17	42	1,86	0,11	16,29	0,04
27	Глибокий Потік	18	77	0,82	0,05	7,19	0,01
28	Мокрянка	32	226	12,73	0,40	111,53	0,06
29	Яновець	15	58	4,90	0,33	42,88	0,08
30	Брустурянка	15	335	13,31	0,89	116,62	0,04
31	Турбат	19	96	7,44	0,39	65,17	0,08
32	Бертянка	15	104	3,36	0,22	29,56	0,03
33	Плайська	14	49	2,46	0,18	21,50	0,05
34	Яблуниця	13	57	4,76	0,37	41,81	0,08
35	Красна	14	51	2,15	0,15	18,80	0,04
36	Терешілка	28	117	4,57	0,16	40,04	0,04
37	Лужанка	34	145	7,79	0,23	68,18	0,05

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
38	Вільхівчик	14	18	0,29	0,02	2,57	0,02
39	Тячівець	29	127	0,27	0,02	2,39	0,01
40	Розтока	10	18	0,70	0,07	6,10	0,04
41	Песя Ріка	10	32	0,90	0,09	7,89	0,03
42	Озерянка	18	113	4,37	0,24	38,28	0,04
43	Гирсовець	10	22	1,60	0,10	13,99	0,07
44	Сухар	14	71	2,51	0,18	21,98	0,04
45	Уголька	27	150	3,10	0,12	27,14	0,02
46	Мала Уголька	21	50	1,79	0,09	15,68	0,04
47	Одарів	14	20	0,25	0,02	2,15	0,01
48	Помийниця	22	61	0,15	0,01	1,34	0,01
49	Байлова	25	121	0,30	0,02	2,56	0,01
50	Лопушний	10	37	1,17	0,12	10,21	0,03
51	Бистрий	13	46	1,66	0,13	14,52	0,04
52	Голятинка	20	89	2,32	0,12	20,28	0,03
53	Репінка	28	226	4,09	0,15	35,80	0,02
54	Студений	12	55	0,71	0,06	6,24	0,01
55	Пилипець	10	24	1,58	0,16	13,85	0,07
56	Тюшанка	10	48	0,57	0,06	4,49	0,01
57	Просівна	10	29	0,94	0,09	8,26	0,03
58	Воловець	12	36	1,43	0,12	12,54	0,04
59	Прогудня	10	23	0,71	0,07	6,25	0,03
60	Широкий	15	50	1,70	0,11	14,92	0,03
61	Чеховець	17	59	1,72	0,10	15,03	0,03
62	Потік	19	37	0,64	0,03	5,61	0,02
63	Сюрюк	14	32	0,21	0,02	1,86	0,01
64	Осава	16	72	0,14	0,01	1,24	0,01

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
65	Хустець	35	102	0,51	0,02	4,44	0,01
66	Берберка	11	45	0,70	0,06	6,15	0,02
67	Кушниця	18	106	4,35	0,27	38,07	0,04
68	Васькова	10	35	1,46	0,15	12,76	0,04
69	Митева	10	33	0,39	0,04	3,42	0,01
70	Задня	11	35	0,61	0,06	5,36	0,02
71	Бистра	18	102	0,93	0,09	8,18	0,04
72	Бронька	20	92	4,62	0,23	40,51	0,05
73	Іршава	48	341	8,80	0,18	77,04	0,03
74	Кривуля	16	32	1,01	0,06	8,89	0,03
75	Синявка	20	41	2,40	0,12	21,01	0,06
76	Ільничка	15	48	1,29	0,09	11,39	0,03
77	Жденівка	22	153	4,84	0,22	42,36	0,03
78	Віча	38	246	11,10	0,29	97,23	0,05
79	Ждимир	12	39	2,31	0,19	20,26	0,06
80	Оса	10	36	2,29	0,23	20,03	0,06
81	Свалявка	20	140	0,98	0,05	8,55	0,06
82	Дусинка	15	79	0,72	0,05	6,29	0,01
83	Пиня	10	195	1,83	0,18	16,02	0,01
84	Мала Пиня	12	39	0,56	0,05	4,91	0,01
85	Велика Пиня	19	11	1,27	0,07	11,10	0,01
86	Матекова	15	46	2,43	0,16	21,30	0,05
87	Визниця	30	156	3,47	0,12	30,43	0,02
88	Обава	15	32	0,92	0,06	8,02	0,03
89	Ужок	11	47	1,01	0,09	8,85	0,02
90	Уг	12	70	0,96	0,08	8,39	0,01
91	Тихий	13	32	0,80	0,06	7,01	0,03
92	Каменечки	10	23	0,56	0,06	4,93	0,02

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
93	Великий	13	47	0,59	0,05	5,18	0,01
94	Люта	47	270	13,02	0,28	114,06	0,05
95	Бачівський	11	45	0,98	0,09	8,61	0,02
96	Тур'я	35	465	8,47	0,24	74,15	0,02
97	Шипіт	17	95	4,39	0,26	38,49	0,05
98	Звір	12	34	2,42	0,20	21,16	0,07
99	Туричка	21	98	4,51	0,22	39,48	0,05
100	Сімерка	13	39	0,77	0,05	6,76	0,01
101	Сирий Потік	11	31	1,06	0,10	9,31	0,03
	Разом:	1749	9240	331,75	-	2912,89	-

Потенційні запаси гідроенергоресурсів у Закарпатській області у десять разів перевищують питомі показники України у цілому (питомі запаси гідроенергії на душу населення за рік становлять у Закарпатті 8250 кВт.год, а середні по Україні - 820 кВт.год). Водночас тепер Закарпатська область практично повністю залежить від постачання електроенергії з енергосистеми. Серед усіх областей Карпатського регіону тут найпотужніший гідроенергопотенціал і ця перевага була використана ще в довоєнні роки. Саме в Закарпатті працюють дві малі ГЕС, які десять років тому були єдиними на увесь Карпатський регіон: Ужгородська і Онокієвська.

Найбільші запаси водної енергії мають ріки: Тересва, Теребля, Ріка, Уж, Латориця, на які припадає близько 40 % усіх гідроенергетичних ресурсів. Потенціал малих річок довжиною до 100 км становить 330 тис.кВт середньорічної потужності, чи 2900 млн.кВт-год енергії в середній за водністю рік. Отримана величина лінійних водноенергетичних ресурсів є дещо заниженою, оскільки не враховані невеликі річки Закарпатської низовини, малопотужні з погляду їхнього енергетичного використання, хоча їхня сумарна потужність становить інтерес для загальної оцінки енергетичних ресурсів річок

Закарпатської області. Необхідно відмітити, що якщо нами розрахунок гідроенергопотенціалу в басейнах рік Дністер, Прут і Сірет проводився для всіх без виключення малих рік довжиною більше 10 км, то М. Сиротюк в своїй дисертаційній роботі навела дані лише для 100 річок Закарпаття (табл. 2.6).

Аналіз гідроенергопотенціалу ми пропонуємо проводити згідно гідроекологічного районування (рис. 2.1). Територія Закарпаття була поділена на два райони і один підрайон. Сумарна потенційна потужність рік I району складає - 129,25 тис.кВт, без урахування Ужа і Латориці - 73,55 тис.кВт; потужність рік II району дорівнює - 382,18 тис.кВт, без урахування Теремби, Тересви, Ріки і Боржави - 178,36 тис.кВт, гідроенергопотенціал ІІ підрайону - 80,33 тис.кВт без врахування потужності р.Тиси після злиття Чорної і Білої Тиси.

В першому районі чотири річки мають потужність понад 10 тис.кВт: Уж (31,31 тис.кВт), Латориця (24,4 тис.кВт), Віча (11,1 тис.кВт), Люта (13,02 тис.кВт). В другому підрайоні до таких рік належать Чорна Тиса (22,84 тис.кВт) і Біла Тиса (15,54 тис.кВт). Більшість рік потужністю понад 10 тис.кВт знаходяться в другому районі: Тересва (73,1 тис.кВт), Терембля (53,3 тис.кВт), Ріка (59,1 тис.кВт), Боржава (18,32 тис.кВт), Косівська (16,01 тис.кВт), Брустуриянка (13,31 тис.кВт), Мокриянка (12,73 тис.кВт), Мала Шопурка (12,2 тис.кВт), і Середня Ріка (10,44 тис.кВт).

Незначна частина (5 %) річок південно-західного схилу мають потужність від 5 до 10 тис.кВт. В першому гідроекологічному районі до цієї групи належить річка Тур'я (8,47 тис.кВт), решта рік відносяться до другого району: Лужанка (7,79 тис.кВт), Турбат (7,44 тис.кВт), Шопурка (5,32 тис.кВт). І все ж переважна кількість малих річок Закарпаття (86 %) мають потужність до 5 тис.кВт.

Середня питома потужність рік першого району складає 0,136 тис.кВт/км, другого 0,157 тис.кВт/км, а його підрайону - 0,253 тис.кВт/км. Найбільшу питому потужність (за даними М.Сиротюк) мають ділянки річки Брустуриянки - 2,66 тис.кВт/км, довжина ділянки 1200 м, похил 33,3 м/км, падіння - 40 м;

річки Яблуниця - 2,33 тис.кВт/км, довжина ділянки - 600 м, падіння - 60 м, похил - 100 м/км; річки Лютої - 2,31 тис.кВт/км, довжина ділянки - 600 м, падіння - 40 м, похил 66,7 м/км.

Ріки, де величина потужності на одиницю площі є найбільшою, належать до другого гідроекологічного району та його підрайону. З них до першої гідроенергетичної зони відносяться ріки: Кевелів, Косівська, Мала Шопурка, Бербенескул, Середня Ріка. До нижчої гідроенергетичної зони належать: Станіслав, Яблуниця, Яновець, Шаул, Турбат. Ріки, гідроенергетичний модуль яких коливається від 0,06 до 0,08 тис.кВт/км², можна зустріти у всіх гідроекологічних районах південно-західного схилу, до цієї групи належать такі річки Закарпаття: Балцатул, Білий, Великий Плаєць, Гирсовець, Пилипець, Оса, Звір.

Таким чином, в цілому територія південно-західного схилу Карпатського регіону є досить привабливою з точки зору кількісних і якісних характеристик гідроенергопотенціалу, причому кращі показники притаманні другому гідроекологічному підрайону, їх погіршення спостерігається з південного сходу на північний захід. З огляду на те, що показники стоку змінювались на кращі в прямо протилежному напрямку (як чинник вибору перспективних ділянок для побудови МГЕС), напрошується висновок про те, що на величини гідроенергопотенціалу більший питомий вплив, навіть визначаючий, здійснюють орографічні фактори.

2.6.3 Оцінка потенціалу гідроенергетичних ресурсів рік басейнів Прута і Сирету

Враховуючи те, що ріки басейнів Прута і Сирету на північно-східному схилі Карпат здавна вважались найбільш енергетичними, саме для них в першу чергу автором була проведена оцінка гідроенергопотенціалу з метою визначення, який же чинник посприяв тому, що саме в басейнах цих рік в 50-60-х роках існувало найбільше МГЕС у Карпатському регіоні. Кількісні і якісні

показники гідроенергопотенціалу розраховувались для всіх рік названих басейнів довжиною більше 10 км, що охоплюють частково територію Івано-Франківської (південь - південний захід) та Чернівецької областей (крім східної частини, по кордону якої протікає р. Дністер з невеликими правими притоками) (табл. 2.7).

Територія, що розглядається, крім верхньої течії р. Прут з притоками до впадіння в нього Черемошу, належить до п'ятого гідроекологічного району. Решта є частиною четвертого району.

Таблиця 2.7

Потенційні гідроенергетичні ресурси рік басейнів Прута і Сирету

№ п/п	Назва ріки	Довжина ріки, км	Площа басейну, км ²	Ухил, м/км	Нормосток, м ³ /с	Потужність		Річне виробництво енергії, млн. кВт·год	Гідроенергетич. модуль тис. кВт/км ²	Питома енергія млн. кВт. год/км
						потенційна тис. кВт	питома, тис.кВт/км			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Прут до с.Кремінці	27	366	33,04	8,28	36,27	1,34	317,71	0,099	11,77
2	Прут до м.Яремча	55	597	18,45	12,2	60,74	1,1	532,06	0,102	9,67
3	Прут до м.Чернівці	175	6870	7,98	76,02	520,54	2,97	4559,9	0,076	26,06
4	Пигий	11	38,6	51,8	0,7	1,96	0,18	17,16	0,051	1,56
5	Прутець-Яблуницький	16	114	29,37	2,27	5,23	0,33	45,34	0,046	2,87
6	Прутець-Чемегівськи	21	120	33,8	1,82	6,34	0,3	55,54	0,053	2,65
7	Перемиська	15	43,4	39,3	0,56	1,58	0,11	13,83	0,036	0,92
8	Любижня	16	55,7	35	0,62	1,7	0,11	14,92	0,031	0,93

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	Ослава	15	82,9	30,6	0,87	1,96	0,13	17,16	0,024	1,15
10	Красна	17	44,6	8,4	0,42	0,29	0,02	2,58	0,007	0,15
11	Шибенка	12	21,3	11,6	0,19	0,13	0,01	1,18	0,006	0,1
12	Великий Товмачик	33	115	4,8	1,05	0,82	0,02	7,22	0,007	0,22
13	Коломийка	21	25,2	6,6	0,22	0,15	0,01	1,31	0,006	0,06
14	Пістинка	56	661	16,4	6,57	29,65	0,53	259,71	0,045	4,64
15	Брустурка	15	50,1	44,6	0,76	2,5	0,17	21,87	0,049	1,46
16	Лючка	42	397	15	3,62	11,97	0,28	104,83	0,03	2,5
17	Акра	11	34,6	45,4	0,34	0,83	0,08	7,3	0,024	0,66
18	Сопівка	24	140	13,3	1,23	1,93	0,08	16,91	0,014	0,71
19	Ключівка	12	30	21,6	0,26	0,33	0,03	2,91	0,011	0,24
20	Бовгер	23	36,1	5,8	0,31	0,21	0,01	1,8	0,006	0,08
21	Добриводка	26	86,9	5,1	0,76	0,44	0,02	3,82	0,005	1,15
22	Косачівка	10	34,5	5,5	0,3	0,08	0,01	0,78	0,003	0,08
23	Вільховець	14	22,5	5,2	0,19	0,07	0,01	0,6	0,003	0,04
24	Березівка	15	31,4	8	0,27	0,16	0,01	1,39	0,005	0,09
25	Цуцулин	12	43,2	12,5	0,37	0,27	0,02	2,39	0,006	0,2
26	Рудка	23	30,5	4,2	0,26	0,12	0,01	1,08	0,004	0,05
27	Тростянець	13	34,5	7,1	0,3	0,14	0,01	1,19	0,004	0,09
28	Турка	40	110	3,55	0,94	0,65	0,02	5,74	0,006	0,14
29	Рибниця	54	276	12,2	2,62	8,52	0,16	74,64	0,031	1,38
30	Річка	16	765	47,8	0,49	1,84	0,11	16,11	0,048	1,01
31	Тарновець	14	17	8,9	0,15	0,09	0,01	0,81	0,005	0,06
32	Чорнява	62	351	2,6	3,02	2,43	0,04	21,28	0,007	0,34
33	Грушка	11	66	4,3	0,56	0,13	0,01	1,16	0,002	0,1
34	Орелець	13	31,2	8,3	0,26	0,14	0,01	1,21	0,004	0,09
35	Белелуя	30	253	1,8	2,14	0,77	0,03	6,71	0,003	0,22

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36	Потічок	14	33,1	7,4	0,28	0,14	0,01	1,25	0,004	0,09
37	Черемош	80	2565	3,75	30,75	45,25	0,57	396,39	0,018	4,95
38	Чорний Черемош	87	856	13,6	13,25	77,34	0,89	677,49	0,09	7,79
39	Каменка до с.Дора	7.5	18,1	79,7	0,33	0,95	0,13	8,35	0,053	1,11
40	Шибений	11	83,4	50	1,63	4,4	0,4	38,52	0,053	3,5
41	Дземброня	12	43,2	89,1	0,76	3,99	0,33	34,94	0,092	2,91
42	Бистрець	13	62,3	76,9	0,96	4,71	0,36	41,24	0,076	3,17
43	Ільця	17	106	34	1,88	5,33	0,31	46,69	0,05	2,75
44	Ільця до с.Ільці	15.5	86,1	36,7	1,7	4,75	0,31	41,64	0,055	2,69
45	Бережниця	11	34	57,8	0,46	1,44	0,13	12,57	0,042	1,14
46	Чорна Річка	10	35,2	74	0,38	1,38	0,14	12,08	0,039	1,21
47	Біла Річка	10	24	62	0,28	0,85	0,09	7,46	0,035	0,75
48	Ч.Черемош-с.м.т.Верховина	70	657	15,5	14,06	74,83	1,07	655,48	0,114	9,36
49	Білий Черемош	50	606	9,5	10,61	49,44	0,99	433,09	0,082	8,66
50	Пробійна	18	139	46,1	2,01	8,18	0,45	71,68	0,059	3,98
51	Рожен Великий	12	52,1	32,9	0,44	0,85	0,07	7,47	0,016	0,62
52	Велика Волиця	21	62,1	20,2	0,31	0,65	0,03	5,67	0,01	0,27
53	Білий Черемош - с.Яблониця	40	552	21,5	9,33	39,4	0,99	345,17	0,071	8,63
54	Пловічера	15	63	22,6	1,83	1,83	0,12	16,03	0,03	1,07
55	Лопушна	11	43	20	0,72	0,72	0,07	6,31	0,02	0,57
56	Путила	42	391	17,9	18,4	18,14	0,43	158,91	0,05	3,78
57	Ріпень	11	34	59,1	1,47	1,47	0,13	12,88	0,04	1,17
58	Сторонець	12	27	47,9	1,04	1,04	0,09	9,11	0,04	0,76
59	Дихтинець	13	47	52,7	1,85	1,85	0,14	16,21	0,04	1,25
60	Бісків	15	66	51,3	2,91	2,91	0,19	25,49	0,04	1,7
61	Товарниця	15	48	35,3	1,25	1,25	0,08	10,95	0,03	0,73

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
62	Виженка	16	52	18,1	0,51	0,51	0,03	4,47	0,01	0,28
63	Марисюків потік	16	55	9	0,17	0,17	0,01	1,49	0,003	0,09
64	Бережниця	21	77	8,57	0,28	0,28	0,01	2,45	0,004	0,12
65	Писарів	14	81	5	0,11	0,11	0,01	0,96	0,001	0,07
66	Глибочок	15	57	10,9	0,19	0,19	0,01	1,66	0,003	0,11
67	Брусниця	23	110	8,26	0,4	0,4	0,02	3,5	0,004	0,15
68	Глиниця	21	141	8,43	0,52	0,52	0,02	4,56	0,004	0,22
69	Совиця Ставчанська	39	230	2,85	0,44	0,44	0	3,85	0,002	0,1
70	Вільховець	10	21	9,5	0,04	0,04	0	0,32	0,002	0,03
71	Совиця Кіцманська	37	266	3,24	0,57	0,57	0,02	4,99	0,002	0,13
72	Цурок	14	102	6,71	0,18	0,18	0,01	1,58	0,002	0,11
73	Шубранець	25	205	5	0,45	0,45	0,02	3,94	0,002	0,16
74	Кучур	20	51	9,85	0,18	0,17	0,01	1,49	0,003	0,07
75	Мошків	22	96	12	0,37	0,48	0,02	4,2	0,005	0,19
76	Дерелуй	34	313	7,79	1,35	1,75	0,05	15,33	0,006	0,45
77	Невольниця	10	36	35	0,16	0,27	0,03	2,37	0,008	0,24
78	Коровія	24	115	8,25	0,44	0,43	0,02	3,77	0,004	0,16
79	Хуків	29	112	5,31	0,4	0,3	0,01	2,63	0,003	0,09
80	Мольниця	19	117	12,1	0,38	0,43	0,02	3,77	0,004	0,2
81	Рокитна	30	136	9	0,48	0,64	0,02	5,61	0,005	0,19
82	Герца	20	132	9,75	0,43	0,41	0,02	3,59	0,003	0,18
83	Рингач	42	197	2,36	0,62	0,3	0,01	2,63	0,001	0,06
84	Рит	19	65	9,58	0,21	0,19	0,01	1,66	0,003	0,09
85	Динівка	24	69	4,67	0,21	0,12	0,01	1,05	0,002	0,04
86	Черлена	36	366	2,33	1,13	0,47	0,01	4,12	0,002	0,11
87	Щербінці	20	60	5,5	0,2	0,11	0,01	0,96	0,002	0,05

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
88	Стальнівка	26	95	1,11	0,27	0,04	0	0,35	<0,001	0,01
89	Глодос	24	41	5,54	0,12	0,08	0	0,7	0,002	0,03
90	Зелена	21	82	5,29	0,25	0,14	0,01	1,23	0,002	0,06
91	Сирет (в Україні)	100	2070	9,4	9,85	90,83	0,91	795,67	0,04	7,95
92	Мигова	21	70,5	16,2	0,54	0,9	0,04	7,88	0,01	0,38
93	Міхідра	32	168	12,8	1,03	2,07	0,06	18,13	0,01	0,57
94	Славець	13	23	22,3	0,14	0,2	0,02	1,74	0,009	0,13
95	Міходерка	15	36,4	4,07	0,22	0,07	0	0,61	0,002	0,04
96	Білка	14	51,6	3,21	0,28	0,06	0	0,53	0,001	0,04
97	Глибочок	16	40,9	6,25	0,21	0,1	0,01	0,88	0,002	0,06
98	Малий Сирет	61	567	9,16	3,78	10,36	0,17	90,75	0,02	1,49
99	Гільча	10	33,5	38	0,31	0,58	0,06	5,08	0,02	0,51
100	Пантен	10	31,6	15,5	0,19	0,14	0,01	1,23	0,004	0,12
101	Серетель	28	168	19,1	1,16	3,04	0,11	26,63	0,02	0,95
102	Солонець	11	23,4	38,2	0,17	0,35	0,03	3,07	0,01	0,28
103	Чудин	10	40,5	18,5	0,24	0,22	0,02	1,93	0,005	0,19
104	Котовець	18	71	2,94	0,34	0,09	0,01	0,77	0,001	0,04
105	Фальків	14	88	19,9	0,95	1,3	0,09	11,39	0,01	0,81
106	Чиминар	12	32	52,7	0,38	1,18	0,1	10,34	0,04	0,86
107	Лаура	11	21	19,5	0,18	0,19	0,02	1,66	0,01	0,15
108	Мала Білка	21	96	3,86	0,6	0,24	0,01	2,1	0,003	0,1
109	Велика Білка	17	39	5,35	0,25	0,11	0,01	0,96	0,003	0,06
	РАЗОМ	2708	-	-	-	1176	-	10304	-	-

Аналіз водноенергетичних ресурсів рік басейнів Прута і Сирету свідчить, що тільки дев'ять річок мають потужність понад 10 тис.кВт: Прут, Пістинка, Лючка, Черемош, Білий Черемош, Чорний Черемош, Путила, Сирет, Малий Сирет в цілому і їх окремі ділянки, зокрема. Сирет і Прут розглядались в межах

Івано-Франківської та Чернівецької областей. З них Пістинка і Лючка, а також потужність основної течії Прута до впадіння в нього Черемошу належать до четвертого гідроекологічного району, решта рік - до п'ятого.

Лише п'ять річок мають потужність від 5 до 10 тис.кВт. До цієї групи належать ріки Прутець-Яблуницький, Прутець-Чемегівський, Рибниця, (всі з четвертого району) Ільця і Пробійна (п'ятий район). Потенційна потужність 24 рік досліджуваного району (23 %) знаходиться в межах від 1 до 5 тис.кВт. А переважна більшість малих річок басейну Прута і Сирету (64 %) характеризуються потужністю меншою 1 тис.кВт.

Таким чином, сумарна потужність 73 рік і їх окремих ділянок п'ятого гідроекологічного району складає 475,17 тис.кВт, а решта 36 рік басейну Прута, що є частиною відповідно четвертого району складає 701,12 тис.кВт. Крім того середня питома потужність рік п'ятого району - 0,145 тис.кВт/км, четвертого - 0,231 тис.кВт/км. Найбільшу питому потужність мають ділянки четвертого гідроекологічного району: ділянка річки Прут до с.Кремінці - 1,34 тис.кВт/км, до м. Яремча - 1,1 тис.кВт/км. Питома потужність більше 0,4 тис.кВт/км виявлена у рік Пістинка (IV район), Білий Черемош, Чорний Черемош, Сирет, Путила, Черемош, Пробійна (V район).

Проведено гідроенергетичне зонування території. Гідроенергетичний модуль більший 0,1 тис.кВт/км² характерний лише для ділянки р. Прут від витoku до м. Яремча (IV район) та для ділянки р. Чорний Черемош від витoku до м. Верховина (V район). Тому при виділенні гідроенергетичних зон верхня межа першої зони прийнята за 0,1 тис.кВт/км². Обчислення зведені в табл.2.8.

Найбільша кількість річок належить до 4,5,6 зон – 55 % (81 ріка). Проаналізуємо річки перших трьох зон, де питома потужність на одиницю площі є найбільшою. До першої гідроенергетичної зони належать ріки: Чорний Черемош - гідроенергетичний модуль - 0,09 тис.кВт/км², питома руслова енергія - 7,79 млн.кВт·год/км; Білий Черемош - гідроенергетичний модуль 0,082 тис.кВт/км², потужність - 49,44 тис.кВт; Дземброня - модуль - 0,092 тис.кВт/км², питома руслова енергія - 2,91 млн.кВт·год/км (всі належать

до п'ятого району), Прут до с. Кремінці, потенційна потужність цієї ділянки складає - 36,27 тис.кВт, а гідроенергетичний модуль - 0,099 (IV район).

Таблиця 2.8

Гідроенергетичне зонування басейнів рік Прута і Сирету

Гідроенергетична зона	Гідроенергетичний модуль, тис.кВт/км ²	Кількість річок	Відсоток річок
1	0,08-0,2	4	3,74
2	0,06-0,08	3	2,80
3	0,04-0,06	19	17,76
4	0,02-0,04	14	13,08
5	0,02-0,009	12	11,21
6	менше 0,009	55	51,41
Разом:		107	100

До другої гідроенергетичної зони належать лише три ріки, модуль яких коливається від 0,06 до 0,08 тис.кВт/км². Це ділянка р. Білий Черемош до с. Яблуниця, ділянка р. Прут до м. Чернівці та невеличка притока Прута ріка Бистрець. До третьої зони належать майже всі правобережні притоки Прута і Сирету, які беруть початок в горах Отже, описані ріки перших трьох зон є найперспективнішими для використання їх енергії на мікро-, міні-, малих ГЕС, хоча слід прийняти до уваги ріки четвертої і п'ятої зон, які за сприятливих геологічних умов та близькості споживача також можуть бути перспективними для розташування на них міні і мікро ГЕС. Таким чином стає цілком зрозумілим, що саме гідроенергетичний чинник вибору ділянок розміщення МГЕС посприяв тому, що в басейнах Прута і Сирету в 50-60-х роках існувало найбільше МГЕС у Карпатському регіоні.

Аналіз результатів розрахунків дозволяє зробити висновок, що розподіл гідроенергоресурсів по території нерівномірний і відповідає особливостям рельєфу. Вплив рельєфу на величину гідроресурсів проявляється безпосередньо через похили місцевості і через залежність величин стоку від висоти водозбору. Найбільші гідроенергетичні ресурси мають ріки, які витікають з гір, причому

потенціал зменшується з північного заходу на південний схід.

2.6.4 Оцінка гідроенергетичного потенціалу рік басейну Дністра в межах Карпатського регіону

Потенційні гідроресурси передгірських рік значно нижчі, ніж гірських. Саме такий висновок спробуємо підтвердити своїми подальшими розрахунками, виходячи з того, що в басейні Дністра будувалось МГЕС і існувало проектів щодо побудови найменше серед Карпатського регіону. Довідник по малих річках України [59] наводить сумарні потенційні гідроенергоресурси лише по 36 ріках басейну Дністра, 28 - Прута і Сирету та 88 - Тиси. Кількісні і якісні показники гідроенергопотенціалу нами розраховувались для всіх рік названих басейнів довжиною більше 10 км (табл. 2.9).

Територія, що розглядається, належить до третього, четвертого і частково п'ятого гідроекологічних районів.

Таблиця 2.9

Потенційні гідроенергетичні ресурси правобережних приток Дністра
(в межах Карпатського регіону)

№ п/п	Назва ріки	Довжина ріки, км	Площа басейну, км ²	Ухил м/км	Нормосток м ³ /с	Потужність		Річне виробництво енергії, млн. кВт. год	Гідроенергетич. модуль тис. кВт/км ²	Питома енергія млн. кВт. год/км
						потенційна тис. кВт	питома, тис. кВт/км			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Дністер - с. Стрілки	45	384	11	5,37	13,038	0,29	114,21	0,034	2,538
2	Дністер - м. Самбор	84	850	7,3	9,14	27,481	0,327	240,74	0,032	2,866

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Мшанець	21	107	16,7	1,55	2,66	0,13	23,3	0,025	1,11
4	Ясениця	15	78,3	28	1,13	2,33	0,16	20,39	0,03	6,71
5	Топільниця	19	108	23,4	1,29	2,91	0,15	25	0,03	1,32
6	Лининка	20	81	14,75	0,97	1,4	0,07	12,3	0,017	0,62
7	Яблунька	21	85	14,5	0,98	1,47	0,07	12,88	0,017	0,61
8	Кремлянка	12	28	27,4	0,28	0,45	0,04	3,96	0,016	0,33
9	Дубрівка	17	12	5,4	0,11	0,05	0,003	0,43	0,004	0,03
10	Ореб	24	34	4,38	0,32	0,17	0,01	1,45	0,005	0,06
11	Стривігор (в межах України)	94	926	4	9,32	17,21	0,18	150,76	0,019	1,6
12	Ясениця	15	47	10,1	0,44	0,33	0,02	2,87	0,007	0,19
13	Рудний	10	30	5,3	0,28	0,07	0,01	0,64	0,002	0,06
14	Болозівка	44	271	3,68	2,54	2,02	0,05	17,7	0,001	0,4
15	Бистриця	73	1160	6,1	10,8	23,52	0,32	206,04	0,02	2,82
16	Бистриця с. Озимина	37	206	9,89	2,35	4,22	0,114	36,96	0,02	0,999
17	Ступнянка	10	44	23	0,41	0,46	0,05	4,06	0,011	0,41
18	Черхава	26	163	10,2	1,56	2,02	0,08	17,7	0,012	0,68
19	Сприня	13	40	18,1	0,43	0,5	0,04	4,34	0,012	0,33
20	Блажівка	10	42	10,3	0,41	0,21	0,02	1,81	0,005	0,18
21	Волянка	12	28	23	0,29	0,39	0,03	3,44	0,014	0,29
22	Розтока	15	43,6	4,33	0,41	0,13	0,01	1,15	0,003	0,08
23	Тисмениця	49,2	650	12,3	6,05	17,92	0,36	156,94	0,028	3,19
24	Тисмениця до м. Дрогобич	25,2	250	23,81	2,48	7,3	0,29	63,94	0,029	2,537
25	Лошани	11	24	38,6	0,25	0,52	0,05	4,56	0,022	0,42
26	Раточина	13	45	27,2	0,43	0,75	0,06	6,53	0,017	0,5
27	Солониця	20	98	12,2	0,91	1,09	0,05	9,54	0,011	0,48
28	Бар	26	114	13,4	1,06	1,81	0,07	15,85	0,016	0,61

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
29	Лютичана	23	56	3,04	0,53	0,18	0,01	1,59	0,003	0,07
30	Трудниця	29	135	2,76	1,27	0,5	0,02	4,36	0,004	0,15
31	Бронці	21	46	4,24	0,43	0,19	0,01	1,65	0,004	0,08
32	Летнянка	34	122	2,1	1,15	0,4	0,01	3,5	0,003	0,1
33	Коросниця	11	31	4,27	0,29	0,07	0,01	0,59	0,002	0,05
34	Нежухівка	69	323	4,77	3	4,84	0,07	42,41	0,015	0,62
35	Шипильський	14	29	14,5	0,28	0,28	0,02	2,44	0,01	0,17
36	Уличанка	24	85	14,8	0,83	1,45	0,06	12,66	0,017	0,53
37	Кропивник	19	54	2,53	0,5	0,12	0,01	1,03	0,002	0,05
38	Черниця	23	55,8	1,7	0,53	0,11	0,01	0,98	0,002	0,04
39	Вовня	33	80	2,1	0,76	0,201	0,008	2,286	0,003	0,069
40	Куна	11	27	2,1	0,26	0,03	0,003	0,25	0,001	0,02
41	Стрий	230	3055	3,23	56,2	206,75	0,9	1811,1	0,068	7,87
42	Сможанка	14	78	17,4	1,44	1,72	0,12	15,07	0,022	1,08
43	Хусне	13	57	23,5	1,09	1,64	0,13	14,37	0,029	1,11
44	Либохірка	15	65	27,9	1,26	2,59	0,17	22,69	0,04	1,51
45	Гнила	19	132	18,3	2,56	4,37	0,23	38,28	0,033	2,02
46	Яворівка	11	36	20	0,65	0,7	0,06	6,14	0,019	0,56
47	Завадка	28	164	20	2,86	4,92	0,18	43,13	0,03	1,54
48	Довжанка	14	39	17,5	0,77	0,92	0,02	8,09	0,066	0,58
49	Яблонька	22	141	7,6	2,24	2,93	0,13	25,7	0,021	1,17
50	Ясінка	11	29	31,9	0,49	0,84	0,03	7,34	0,076	0,67
51	Сходниця	11	28,8	26,5	0,42	0,6	0,06	5,27	0,021	0,48
52	Рибник	36	159	13,1	3,47	8,03	0,22	70,38	0,05	1,96
53	Рибник- Зубриця	15	67	26,7	1,32	2,6	0,04	22,74	0,173	1,52
54	Рибник- Майданський	19	83	22,7	1,72	3,64	0,04	31,85	0,191	1,68

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
55	Крушельниця	14	36	43,6	0,61	1,83	0,13	16,03	0,051	1,15
56	Стрий до с. Матків	29	106	10,82	2,43	3,74	0,129	32,76	0,035	1,13
57	Стрий - с. Завадівка	74	740	5,66	15,37	31,59	0,427	276,73	0,043	3,74
58	Стрий - с. Новий Кривиник	118	1140	4,22	22,12	54,03	0,458	473,3	0,047	4,011
59	Стрий-с. Межиброди	152	2400	3,95	37,1	109,19	0,718	956,5	0,045	6,293
60	Опір	58	843	10,4	17,9	53,03	0,91	464,54	0,063	8,01
61	Опір до м. Сколе	47	733	9,66	15,7	34,96	0,744	306,27	0,048	6,516
62	Славська	15	79	20,5	1,64	2,48	0,03	21,71	0,165	1,45
63	Славська до с.м.т. Славське	13,3	76,3	22,33	1,28	1,87	0,14	16,34	0,024	1,229
64	Рожанка	22	88,6	24	2,09	5,43	0,25	47,57	0,061	2,16
65	Головчанка	20	133	6,65	2,81	4,58	0,23	40,12	0,034	2,006
66	Укерник	13	92	34	1,75	3,79	0,29	33,2	0,041	2,55
67	Лихобора	11	48	59,6	0,95	3,06	0,06	26,78	0,278	2,44
68	Зелем'янка	10	30	44,7	0,62	1,37	0,05	11,97	0,137	1,2
69	Орява	26	205	17,1	4,7	10,24	0,39	89,7	0,05	3,45
70	Бутивля	16	80	27,2	1,52	3,24	0,04	28,41	0,203	1,78
71	Кам'янка	11	97	65,7	1,69	5,99	0,06	52,5	0,545	4,77
72	Тишівниця	10	38	44,5	0,45	0,98	0,03	8,6	0,098	0,86
73	Стинавка	27	79	19,6	1,04	2,7	0,1	23,69	0,034	0,88
74	Жижава	46	208	7,8	1,94	3,84	0,08	33,67	0,018	0,73
75	Тейсарівка	25	56	1,32	0,53	0,09	0,002	0,75	0,003	0,03
76	Бережниця	59	169	5	1,59	2,3	0,04	20,15	0,014	0,34
77	Любешка	22	52	3,5	0,49	0,19	0,01	1,62	0,004	0,07
78	Крехівка	29	81	3	0,76	0,32	0,01	2,84	0,004	0,1
79	Свіча	106	1498	8,4	22,7	98,87	0,932	866,1	0,066	8,171
80	Свіча - х. Мислівка	20	201	28,85	5,53	15,65	0,078	137,09	0,078	6,855

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
81	Свіча - с. Зарічне	81	1280	11,62	21,7	100,16	0,078	877,4	0,078	10,83
82	Ільниця	10	37,6	33,2	0,78	1,27	0,13	11,13	0,034	1,11
83	Мізунька	51	344	11,1	6	16,63	0,33	146,68	0,048	2,88
84	Соболь	12	45	40,2	0,86	2,03	0,17	17,78	0,045	1,48
85	Лужанка (Витвиця)	29	149	25	2,16	7,63	0,26	66,84	0,051	2,31
86	Лужанка - с.Гошів	25,7	146	26,23	2,31	7,18	0,28	62,93	0,049	2,449
87	Путня	10	28,8	43,2	0,34	0,72	0,07	6,31	0,025	0,63
88	Саджава	19	32,8	11,1	0,33	0,34	0,02	2,98	0,01	0,16
89	Луцава	15	32,5	7,8	0,31	0,18	0,01	1,58	0,006	0,11
90	Сукіль	67	279	13,6	4,04	18,04	0,27	158,03	0,065	2,36
91	Сукіль - с.Тисів	30	138	20,67	2,87	8,73	0,291	76,46	0,063	2,549
92	Береза	16	62,4	17,6	0,61	0,84	0,05	7,36	0,013	0,46
93	Гериня	19	40,7	6,63	0,4	0,25	0,01	2,16	0,006	0,11
94	Стара-Ріка	13	32	4	0,3	0,08	0,01	0,68	0,002	0,05
95	Тур'янка	38	105	3,71	1	0,69	0,02	6,04	0,007	0,16
96	Нетич	18	28,7	2,78	0,27	0,07	0	0,58	0,002	0,03
97	Дубрівка	10	20	12,7	0,15	0,09	0,01	0,81	0,005	0,08
98	Лютинка	21	64,6	6,19	0,49	0,31	0,02	2,73	0,005	0,13
99	Сівка	79	595	3,61	4,76	6,93	0,09	60,74	0,012	0,77
100	Кропивник	26	72,1	4,08	0,54	0,28	0,01	2,46	0,004	0,1
101	Болохівка	56	299	2,98	2,19	1,79	0,03	15,72	0,006	0,28
102	Болохівка- с. Томашівці	46	268	3,59	2,04	1,65	0,036	14,45	0,006	0,314
103	Калинів	11	26	8,36	0,21	0,1	0,01	0,83	0,004	0,08
104	Кам'яний	13	23,2	5,38	0,17	0,06	0,004	0,51	0,003	0,04
105	Лімниця	122	1530	9,4	25,76	145,48	1,19	1274,4	0,095	10,45
106	Лімниця- с. Осмолода	27	203	28,41	6,96	26,18	0,97	229,37	0,129	8,495

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
107	Лімниця- с. Перевозець	106	1490	11,71	23,23	141,4	1,334	1238,7	0,095	11,69
108	Дар'ївка	10	29,8	30,1	0,72	1,06	0,11	9,29	0,036	0,93
109	Бистрик	10	37	55	0,97	2,62	0,26	22,95	0,071	2,3
110	Петрос	11	41	59,9	1,27	4,11	0,37	36	0,1	3,27
111	Молода	24	184	28,63	3,43	11,54	0,48	101,09	0,063	4,21
112	Мшана	12	56,6	53	2,07	6,46	0,54	56,59	0,114	4,72
113	Турава	18	32	19,3	0,33	0,56	0,03	4,93	0,031	0,27
114	Черлен	18	40,6	10	0,38	0,34	0,02	2,94	0,018	0,16
115	Чечва	52	548	8,3	6,34	13,56	0,26	118,78	0,025	2,28
116	Чечва - с. Спас	23	269	33,04	4,99	18,6	0,809	162,94	0,069	7,084
117	Ілемка	21	90,5	32,95	1,22	4,14	0,2	36,27	0,046	1,73
118	Манявка	11	38,9	18,36	0,39	0,39	0,04	3,37	0,01	0,31
119	Дуба	24	134	22,33	1,27	3,34	0,14	29,22	0,025	1,22
120	Дуба - с. Дуба	22	39	20	0,49	1,07	0,05	9,34	0,027	0,42
121	Млинівка	22	39	21,45	0,42	0,97	0,04	8,5	0,025	0,39
122	Урив (рукав)	15	101	6	0,75	0,33	0,02	2,9	0,003	0,19
123	Бережниця	23	76,8	8,35	0,62	0,59	0,03	5,15	0,008	0,22
124	Луква	72	368	6,69	3,21	7,59	0,11	66,48	0,021	0,92
125	Луква - с.Боднарів	49	185	9,55	2,26	5,19	0,106	45,45	0,028	0,927
126	Луквиця	40	121	6,2	0,98	1,2	0,03	10,48	0,009	0,26
127	Чорний	15	27,8	6,8	0,24	0,12	0,01	1,06	0,004	0,07
128	Манявка	22	64,8	32,45	0,7	2,44	0,11	21,37	0,038	0,97
129	Бистриця- Солотвинська	82	795	14,2	7,43	42,2	0,52	369,69	0,053	4,51
130	Б.-Солотвинська - с. Гута	16	112	48,5	2,71	10,32	0,645	90,4	0,092	5,65
131	Луковець	17	50	10,88	0,47	0,42	0,03	3,71	0,008	0,22
132	Саджавка	28	161	13,79	1,38	2,62	0,09	22,93	0,016	0,82

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
133	Невочинка	11	38,9	15,09	0,32	0,26	0,02	2,25	0,007	0,21
134	Стебник	13	27,1	6,15	0,2	0,08	0,01	0,7	0,003	0,05
135	Пасічанка	10	34	14,8	0,26	0,19	0,02	1,68	0,006	0,17
136	Радчанка	21	41,7	4,24	0,34	0,15	0,01	1,3	0,004	0,06
137	Бистриця- Надвірнянська	94	1580	11,4	14,35	74,47	0,79	652,36	0,05	6,94
138	Б.-Надвірнянська - с. Пасічна	34	482	32	10,4	55,5	1,632	486,18	0,12	14,29
139	Салатрук	13	44,6	43,38	0,95	2,63	0,2	23,02	0,059	1,77
140	Довжинець	13	47	43,54	1,04	2,88	0,22	25,19	0,061	1,94
141	Хрепулів	11	36,4	53,64	0,74	2,13	0,19	18,69	0,059	1,7
142	Зелениця	26	138	30,38	3,31	12,83	0,49	112,39	0,093	4,32
143	Бухтівець	11	33,8	52,73	0,49	1,4	0,13	12,26	0,041	1,12
144	Битківчик	11	29,6	36,36	0,37	0,72	0,07	6,34	0,024	0,58
145	Луківець малий	16	25,8	8,56	0,21	0,14	0,01	1,23	0,005	0,08
146	Горохолина	28	71,1	4,68	0,56	0,36	0,01	3,14	0,005	0,11
147	Похівка	16	28,6	3,88	0,22	0,07	0,004	0,59	0,002	0,04
148	Ворона	81	699	3,86	5,11	7,84	0,1	68,64	0,011	0,85
149	Ворона - м. Тисмениця	67	657	4,34	5,01	7,15	0,107	62,63	0,011	0,935
150	Велесниця	24	51,5	8,46	0,43	0,43	0,02	3,75	0,008	0,16
151	Полимський	23	24,8	5,22	0,2	0,12	0,01	1,02	0,005	0,04
152	Черемхівка	18	235	6,94	1,88	1,15	0,06	10,1	0,005	0,56
153	Бобрівка	11	31,5	13,36	0,26	0,19	0,02	1,62	0,006	0,15
154	Хоросна	12	11,8	10,42	0,1	0,06	0,01	0,52	0,005	0,04
155	Біленька	11	67,8	11,91	0,54	0,35	0,03	3,05	0,005	0,28
156	Оброшина	13	29,6	7,69	0,24	0,12	0,01	1,05	0,004	0,08
157	Торгова	16	60	3,31	0,45	0,12	0,01	1,02	0,002	0,06
158	Рокитна	31	45,8	3,94	0,37	0,22	0,01	1,95	0,005	0,06

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
159	Стримба	44	130	12,82	1,04	2,88	0,07	25,2	0,022	0.57
160	Унява	20	34,1	3,05	0,25	0,08	0,004	0,66	0,002	0.03
161	Бистриця	17	2520	1,57	29,16	3,72	0,22	32,58	н/в	1.92
162	Бистриця-с. Ямниця	5	2450	2,4	28,26	1,66	0,333	14,57	н/в	2.914
163	Павлівка	18	63,6	8,89	0,52	0,41	0,02	3,55	0,01	0.2
164	Тлумач	35	254	5,7	1,77	1,031	0,029	9,031	0,004	0.258
165	Онут	16	171	15,1	1,19	1,412	0,088	12,37	0,008	0.773
166	Сурша	17	32	9,41	0,1	0,078	0,005	0,683	0,002	0.04
РАЗОМ		4078	-	-	-	1652,2	-	14476	-	-

Аналіз водноенергетичних ресурсів рік басейну Дністра в межах Карпатського регіону дозволяє зробити висновки про те, що найбільші кількісні оцінки потенціалу мають найбільші ріки в їх замикаючих створах. Шістнадцять річок мають потужність понад 10 тис.кВт. Окрім відомих найбільших приток Дністра: Стрий, Опір, Стрв'яз, Бистриця-Тисменецькая, Тисьмениця, Свіча (всі відносяться до третього гідроекологічного району), Лімниця, Бистриця-Солотвинська і Бистриця-Надвірнянська (складові четвертого району), до цієї групи річок належать порівняно невеликі ріки, які беруть початок на найвищих хребтах Карпат і мають великий похил. До них належать: Сукіль, Мізунька, Зелениця (III район), Молода, Мшана, Чечва (IV район), і деякі інші ріки в цілому і їх окремі ділянки, зокрема. Розглядалися правобережні притоки Дністра та р. Стрв'яз в межах Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей.

В цілому гідроенергопотенціал третього гідроекологічного району, до якого належать басейни рік верхньої течії Дністра до Свічі включно, складає 1003,34 тис.кВт, середня питома потужність 97 рік району та їх окремих ділянок невелика - 0,144 тис.кВт/км. Сумарна валова потужність 69 рік басейну Дністра, що належать до четвертого гідроекологічного району, складає

648,791 тис.кВт. Якщо до цієї суми додати гідроенергопотенціал 36 рік басейну Пруту, які також є складовою частиною IV району, то в цілому отримаємо 1349,911 тис.кВт, що є найбільшим районним кількісним значенням в межах Карпатського регіону. Середня питома потужність рік басейну Дністра цього району оцінюється в 0,199 тис.кВт/км, а рік басейну Прута - в 0,231 тис.кВт/км. В цілому ріки четвертого гідроекологічного району характеризуються найбільшою питоною потужністю на всьому північно-східному схилі Карпат.

Лише вісім річок басейну Дністра в межах Карпатського регіону мають потужність від 5 до 10 тис.кВт. До цієї групи належать ріки Сівка, Луква, Ворона, Мшана (IV район), Рибник, Кам'янка, Рожанка, Лужанка (III район) та їх ділянки, ресурси на яких розраховувались до гідрологічних створів. Потенційна потужність 56 рік досліджуваного району (33,7 %) знаходиться в межах від 1 до 5 тис.кВт. А переважна більшість малих річок гірської частини басейну Дністра (44,6 %) характеризуються потужністю меншою 1 тис.кВт.

Найбільшу питому потужність мають ділянки річок Бистриця-Надвірнянська до с.Пасічна - 1,632 тис.кВт/км (IV район), Лімниця до с. Перевозець - 1,334 тис.кВт/км, Свіча до с. Зарічне - 1,237 тис.кВт/км (III район) і р. Лімниця (IV район) в цілому характеризується питоною потужністю в розмірі 1,192 тис.кВт/км. Питома потужність в межах 0,4-1,0 тис.кВт/км притаманна ще 14 річкам та їх ділянкам.

Проведено гідроенергетичне зонування території. Гідроенергетичний модуль більший або рівний 0,1 тис.кВт/км² характерний для річок четвертого гідроекологічного району: Петрос, Мшана, ділянок р. Бистриця-Надвірнянська до с. Пасічна та р. Лімниця до с. Осмолода. Обчислення зведені в таблицю 2.10

Найбільша кількість річок належить до 4,5,6 зон - 73,49 % (122 річки). Проаналізуємо річки перших трьох зон, де питома потужність на одиницю площі є найбільшою. Майже пропорційно в бік збільшення вирізняється у річок перших трьох зон питома руслова енергія. Наприклад, цей показник ділянки р. Бистриця-Надвірнянська - с. Пасічна дорівнює 14,299 млн.кВт-год/км, питома руслова енергія р. Лімниця до с. Перевозець складає 11,685 млн.кВт-год/км.

Гідроенергетичне зонування басейну р. Дністер в межах Карпатського регіону

Гідроенергетична зона	Гідроенергетичний модуль, тис.кВт/км ²	Кількість річок	Відсоток річок
1	0,08-0,2	8	4.82
2	0,06-0,08	13	7.83
3	0,04-0,06	23	13.86
4	0,02-0,04	38	22.89
5	0,02-0,009	26	15.66
6	менше 0,009	58	34.94
Разом:		166	100

Таким чином, в цілому територія північно-східного схилу Карпатського регіону є не менше привабливою, ніж південно-західного, з точки зору кількісних і якісних характеристик гідроенергопотенціалу. Сумарна валова потужність гідроенергетичних ресурсів рік III, IV, V району складає 2828,42 тис.кВт. Кращі показники притаманні четвертому гідроекологічному підрайону, це пояснюється тим, що район розташований в найбільш високій частині північно-східного схилу Карпатського регіону.

В результаті проведених досліджень, викладених в даному підрозділі, можна зробити висновок про те, що питомі потенційні гідроенергетичні ресурси перебувають в прямо пропорційній залежності від висоти місцевості. Валовий гідроенергопотенціал звичайно збільшується з збільшенням розмірів ріки.

2.6.4 Перспективи використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу в межах Карпатського регіону

Одним з напрямків екологічно безпечного і доцільного використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу у Карпатському регіоні є

будівництво малих, мікро- і міні- ГЕС. Потенційні запаси гідроенергії Карпатського регіону по трьох головних басейнах рік згідно проведених розрахунків зведені в таблицю 2.11.

Співвідношення валового, технічного і економічного гідроенергопотенціалів в табл. 2.11 приймалися згідно розрахунків Гідроенергопроекту. Вище вже було наведене пояснення щодо значення валового гідроенергопотенціалу басейну р. Тиса. Як бачимо, неврахування потужності основної течії Тиси і біля 50 малих рік, а також методична специфіка визначення гідроенергопотенціалу значно занизили сумарну оцінку гідроенергоресурсів Закарпаття.

Таблиця 2.11

Енергетичний потенціал басейну Тиси, Прута з Сіретом і Дністра
в межах Карпатського регіону

Ріка, її ділянка в межах Карпатського регіону	ГІДРОЕНЕРГОПОТЕНЦІАЛ, млрд. кВт·год			
	валовий	технічний	економічний	екологічний
Дністер: до м. Самбір і притоки ;	14.38	12.87	5.79	1.75
Прут: до м. Чернівці і притоки;	10.3	3.5	2.9	1.5
Тиса: притоки в межах Закарпаття;	5.18	3.0	1.56	1.75
Разом:	29.86	19.37	10.25	5
по Україні:	45	35	17	8.5
Частка Карпатського регіону, %	66 %	55 %	60 %	58 %

Згідно проведених розрахунків Карпатський регіон України є найбільшим потенційним регіоном малої гідроенергетики в нашій країні, є найбільш ефективним для їх використання і тому повинен розглядатися як першочерговий в плані реалізації програми малої гідроенергетики.

В цілому найбільші запаси гідроенергії (в тис.кВт.год на 1 км² території) припадають на Закарпатську область. А далі проведені автором дослідження підтвердили думку [21,22] про те, що другою областю за потужністю

гідроенергоресурсів в Карпатському регіоні є Івано-Франківська. Майже порівняним потенціалом володіє південна частина Львівської області, в межах якої розташовані правобережні притоки Дністра. Дещо менші потенційні гідроенергетичні ресурси Чернівецької області, переважна більшість яких припадає на північну її частину. Репрезентативні 50 рік Карпатського регіону за гідроенергетичними показниками (поєднання кількісних і якісних) представлені в табл. 2.12 Умовою відбору ріки було перевищення питомою потужністю межі 125 кВт/км, а гідроенергетичним модулем величини 0,3 тис.кВт/км².

Таблиця 2.12

Репрезентативні ріки Карпатського регіону, на яких перспективним є використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу на МГЕС

№ п/п	Назва ріки	Довжина, км	Площа, км ²	Потужність		Гідроенергетичний модуль, тис.кВт/км ²	Річне виробництво енергії, млн.кВт-год	Питома руслова енергія млн.кВт-год/км
				Потенційна, тис.кВт	питома тис.кВт/км			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Прут-Яремча	54	597	60,738	1,1	0,102	532,0	9,674
2	Прутець-Яблунецький	16	114	5,233	0,33	0,046	45,84	2,865
3	Прутець-Чемегівський	21	120	6,34	0,3	0,053	55,54	2,65
4	Пістинька	56	661	29,64	0,53	0,045	259,71	4,64
5	Лючка	42	397	11,96	0,26	0,03	104,83	2,49
6	Чорний Черемош	87	856	77,34	0,89	0,09	677,49	7,79
7	Шибений	11	83,4	4,397	0,399	0,053	311,52	3,502
8	Дземброня	12	43,2	3,988	0,332	0,092	34,94	2,912
9	Бистрень	13	62,3	4,708	0,362	0,076	41,24	3,17

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Ільця	17	106	5,33	0,313	0,05	46,69	2,747
11	Білий Черемош	50	606	49,44	0,989	0,082	433,09	8,66
12	Пробійна	18	139	8,183	0,454	0,059	71,68	3,98
13	Сірет (в Україні)	100	2070	90,83	0,91	0,04	795,67	7,95
14	Путила	42	391	18,14	0,43	0,05	158,91	3,78
15	Дністер-Самбір	84	850	27,48	0,33	0,032	240,74	2,87
16	Тисмениця	49,2	650	17,92	0,36	0,028	156,94	3,19
17	Стрий-с. Нов. Кропивник	118	1114	54,03	0,458	0,047	473,3	4,011
18	Рибник	36	159	8,03	0,22	0,05	70,38	1,95
19	Опір	58	843	53,03	0,91	0,063	464,54	8,00
20	Рожанка	22	88,6	5,43	0,25	0,061	47,57	2,16
21	Укерник	13	92	3,79	0,29	0,041	33,2	2,55
22	Головчанка	10	133	4,58	0,46	0,034	40,12	4,01
23	Лихобора	11	48	3,06	0,278	0,064	26,78	2,44
24	Орява	26	205	10,24	0,39	0,05	89,7	3,45
25	Кам'янка	11	97	5,99	0,55	0,062	52,5	4,77
26	Свіча	106	1498	98,87	0,932	0,066	866,1	8,171
27	Сукіль	67	279	18,04	0,27	0,065	158,03	2,36
28	Мізунька	51	344	16,63	0,33	0,048	146,68	2,88
29	Лужанка	29	149	7,63	0,263	0,051	66,84	2,305
30	Лімниця	122	1530	145,48	0,192	0,095	1274,4	10,45
31	Бистрик	10	37	2,62	0,26	0,071	22,95	2,3
32	Петрос	11	41	4,41	0,37	0,1	36,00	3,27
33	Молода	24	184	11,54	0,481	0,063	101,09	4,21
34	Мшана	12	56,6	6,46	0,538	0,114	56,59	4,72
35	Чечва	52	548	13,56	0,261	0,025	118,78	2,28

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
36	Бистриця-Солотвинська	82	795	42,2	0,515	0,053	369,69	4,51
37	Бистриця-Надвірнянська	34	482	55,5	1,632	0,115	486,18	14,3
38	Зелениця	26	138	12,83	0,493	0,093	112,39	4,32
39	Чорна Тиса	49	550	22,84	0,47	0,04	200,04	4,08
40	Біла Тиса	19	474	15,54	0,82	0,03	136,15	8,01
41	Шаул	17	62	4,64	0,27	0,08	40,66	2,39
42	Люта	47	270	13,02	0,28	0,05	114,06	2,43
43	Косівська	44	155	16,01	0,36	0,1	140,26	3,19
44	Середня Ріка	27	106	10,44	0,39	0,1	91,46	3,39
45	Мала Шопурка	28	117	12,2	0,44	0,1	106,87	3,82
46	Мокрянка	32	226	12,72	0,4	0,06	111,53	3,49
47	Яловець	15	58	4,9	0,33	0,08	42,88	2,86
48	Брустуриянка	15	335	13,31	0,89	0,04	116,62	7,77
49	Турбат	19	96	7,44	0,39	0,08	65,17	3,43
50	Віча	38	246	11,1	0,29	0,05	97,23	2,56
РАЗОМ		1953	-	1150	-	-	10344	-

Із вказаної вище попередньої оцінки екологічного потенціалу рік Карпатського регіону, переважна більшість може бути віднесена на ріки, де вже є невеликі греблі та водосховища або де раніше були малі ГЕС. Тому для того, щоб затрати на створення ГЕС були по можливості меншими, першочерговими об'єктами, які підлягають розгляду, повинні стати саме ці ріки.

Величина техногенно-екологічно безпечного гідроенергопотенціалу для Карпатського регіону, за нашими міркуваннями складає 4,5 млрд.кВт.год за рік, тобто на сьогоднішній день загальна потужність МГЕС, які можна побудувати в Карпатському регіоні з використання кількісної складової гідроенергопотенціалу складає близько 500 тис.кВт.

Автором у роботах попередніх років [49,51,79] був виконаний

ретроспективний детальний аналіз проектних розробок, що існували, матеріалів по існуючим і демонтованим ГЕС. Вважаємо, що оптимальними для Карпатських рік є МГЕС, що доцільно відновлення на сучасному рівні з більшою потужністю тих малих ГЕС, які існували в Карпатському регіоні, що результати досліджень перспективних ділянок, які викладені в проектах, варто використати сьогодні. Відповідно ці ділянки слід вважати перспективними для розміщення МГЕС.

Сприятливими за геологічними умовами для спорудження МГЕС слід вважати ділянки, де виходять на поверхню стійкі породи Карпатського регіону. Потенційними ділянками слід вважати місця виходу на поверхню відкладів з потужними прошарками стійких порід. Проблемними ділянками слід вважати всі решта, що складені найбільш нестійкими породами. Чим більше насичена досліджувана ділянка проявами екзогенних геологічних процесів і чим більшу схильність до активізації вони проявляють, тим більш проблемним буде розташування на цій території МГЕС за інших однакових умов.

Згідно отриманих результатів просторово-часового розподілу стоку і проведеного гідроекологічного районування, привабливість басейнів рік для розміщення МГЕС зменшується з північного-заходу на південний схід, з пониженням висоти місцевості і з збільшенням номеру району. В цілому на Закарпатті умови є кращими, ніж на Прикарпатті. Більш перспективними будуть ділянки, де кількість стоку буде більшою на менших абсолютних висотах. Чим менше буде змінюватись об'єм води в ріках з року в рік, тим більш стабільною буде робота МГЕС. Більш привабливою для розміщення МГЕС буде ріка з меншою амплітудою коливання стоку на протязі року.

Поведений аналіз кількісних і якісних характеристик гідроенергопотенціалу рік дозволяє зробити висновок про те, що розподіл по території Карпатського регіону гідроенергетичних ресурсів нерівномірний, найбільш перспективними слід вважати ріки, басейни яких належать до другого, першого і четвертого гідроекологічних районів. Питомі потенційні гідроенергетичні ресурси знаходяться в прямо пропорційній залежності від

висоти місцевості. Валовий гідроенергопотенціал звичайно збільшується з збільшенням розмірів ріки.

Аналізувались повздовжні профілі основних рік, вибір падав на ділянки різкої зміни повздовжнього профілю з стійким збільшенням часткового нахилу (в межах середньої та нижньої течії рік). Приймалась до уваги близькість розміщення населених пунктів, які стануть потенційними споживачами енергії, при цьому більша за потужністю МГЕС відповідає місцям з більшою концентрацією споживачів. До того ж приєднання МГЕС до енергосистеми рентабельно на відстані 2-5 км. Таким чином, комплексний вплив перерахованих чинників дозволив визначити перспективні ділянки для розміщення малих-, міні-, мікро ГЕС в межах Карпатського регіону [4,79].

Прийнявши до уваги все вищесказане, ділянки перспективного розміщення МГЕС за інженерно-геологічними, гідрологічними, гідроенергетичними, економічними умовами на рівні передпроектних рекомендацій були поділені на три типи: сприятливі, перспективні та проблемні. Серед кожного типу ділянок слід розрізняти: ділянки розташування мікро ГЕС (потужністю до 100 кВт), ділянки розміщення міні ГЕС (100-1000 кВт), ділянки малих ГЕС (1-5 МВт).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ:

1. Виходячи з того, що величина середнього багаторічного стоку прямо пропорційно відбивається на величині гідроекологічного потенціалу рік, на основі статистичної обробки бази даних середньомісячних витрат води за багаторіччя по всіх водпостах Карпатського регіону розрахована норма стоку, яка виражена середньобагаторічною витратою та модулем стоку, визначені закономірності її територіального розподілу.

2. Доведено, що водність рік Карпатського регіону збільшується з висотою місцевості і зменшується з північного заходу на південний схід. Отримані кореляційні зв'язки між нормою стоку, яка виражена середньобагаторічним модулем стоку, та середньою висотою водозборів. Доведено, що такий зв'язок існує для Карпатського регіону в цілому. Аналіз просторово-часових кількісних

характеристик стоку як чинника кількісної складової гідроекологічного потенціалу виявив нові особливості зв'язку річного стоку з висотою місцевості.

3. За умовами формування стоку в Карпатському регіоні виділено 5 гідроекологічних районів, для яких встановлені залежності $M=f(H_{ср})$ модуля річкового стоку від середньої висоти водозборів. У всіх випадках існування зв'язку знайдене значення коефіцієнта кореляції було більше критичного.

4. В якості основного показника зміни річкового стоку в часі прийнятий коефіцієнт варіації C_v . Чим менший буде коефіцієнт варіації для тієї чи іншої ріки, тим більш сприятливою її можна вважати для використання кількісної складової гідроекологічного потенціалу. В цілому для рік Карпатського регіону характерне незначне коливання річкового стоку. Коефіцієнти варіації досить стійкі по висотних зонах і зменшуються з висотою місцевості. Запропоновані нові значення параметрів формул для визначення змін стоку невивчених рік кожного гідроекологічного району.

5. Розрахунок місячних норм стоку та наявність бази даних для пунктів спостережень регіону дозволили отримати параметри кількісної складової гідроекологічного потенціалу для умов середнього, багатоводного і маловодного року вивчених рік і скласти типову таблицю розподілу гідроекологічного потенціалу по сезонах і місяцях для невивчених рік кожного гідроекологічного району.

6. Більш привабливою для використання народногосподарським комплексом, а також більш стабільною з вищим рівнем екологічної безпеки та вищим середньорічним гідроекологічним потенціалом буде ріка з меншою амплітудою коливання стоку протягом року. Використання типових схем розподілу кількісної складової гідроекологічного потенціалу для гідроекологічних районів Карпатського регіону (у відсотках від річного стоку) дає можливість для довільного створу в межах розглянутої території визначити місячний об'єм гідроекологічного потенціалу при відсутності матеріалів натурних спостережень.

7. Проведені розрахунки необхідні при впровадженні системи екологічної

безпеки гідроекологічного середовища в Карпатському регіоні. Будь-яке техногенне навантаження на гідроекосистеми використовує в розрахунках витрату води (як основну вимірювану кількісну характеристику стоку) та її похідні: об'єм стоку, норму стоку, мінімальну середньомісячну витрату води середнього за водністю року, середньобагаторічну витрату маловодного року та інші, які можна отримати з наведених вище схем. З точки зору описаної кількісної складової гідроекологічного потенціалу привабливість для вибору перспективних ділянок розташування об'єктів водогосподарського комплексу зменшується з збільшенням номеру гідроекологічного району.

8. Кількісна складова гідроекологічного потенціалу може бути використана для побудови міні-, мікро-, малих ГЕС, які вважаються екологічно чистими джерелами енергії. В роботі вперше визначений в цілому гідроенергопотенціал малих рік Карпатського регіону, проаналізовані його кількісні і якісні характеристики. За розрахунками потенційні гідроенергетичні ресурси річок Карпат становлять близько 29,56 млрд.кВт.год., в тому числі в басейнах Тиси, Дністра, Пруту і Серету відповідно: 5,18; 14,38; 10,3 млрд.кВт.год за рік.

9. Запропоновано ввести для користування показник техногенно-екологічно безпечного гідроенергопотенціалу. Це частина гідроенергоресурсів, яку можна використати у найближчій перспективі за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику, який підлягає управлінню. Ця величина для Карпатського регіону складає 4,5 млрд.кВт.год за рік, що в перерахунку на потужність МГЕС складає понад 500 тис.кВт.

10. Просторовий аналіз потенційних гідроенергетичних ресурсів рік Карпатського регіону дозволяє зробити висновок про те, що питомі потенційні гідроенергетичні ресурси знаходяться в прямо пропорційній залежності від висоти місцевості. Валовий гідроенергопотенціал збільшується з збільшенням розмірів ріки. Розподіл по території Карпатського регіону гідроенергетичних ресурсів нерівномірний, найбільш перспективними для побудови МГЕС слід вважати ріки, басейни яких знаходяться в другому, першому і четвертому гідроекологічних районах.

3 АНАЛІЗ ЯКІСНОЇ СКЛАДОВОЇ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

3.1 Світові досягнення у нормативах якості води

У всіх розвинутих країнах якість води є предметом особливої уваги держави, засобів масової інформації та населення. Враховуючи важливість для здоров'я населення якості питної води, фахівці Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) розробляють базові нормативи якості води, які публікують у «Керівництво контролю якості питної води», на основі яких розроблені національні стандарти країн Європи, Америки, Азії та Африки [98,99,100].

Існує два підходи до оцінки якості води: двоваріантний та багатоваріантний. В першому випадку можливі тільки дві відповіді («відповідає» або «не відповідає» нормативу) при вирішенні питання про чистоту води. Критеріями, які нормують екологічну безпеку водокористування, є при цьому санітарно-гігієнічні, рибогосподарські, радіогігієнічні граничнодопустимі концентрації. Такий підхід застосований у більшості стандартів і технічних регламентів України. У другому випадку існує можливість диференціювати воду, яку аналізують, за рівнем забрудненості і на цій основі зробити висновок про її придатність для тих чи інших потреб. В країнах Європейського Союзу та США багатоваріантність лежить в основі законодавчих актів, але на теренах бувшого Радянського Союзу широко не застосовується.

В країнах західної Європи, США, Канаді до правових питань водокористування ставляться досить серйозно, відповідно й нормативна база розробляється досить прискіпливо. В основі водогосподарської політики Євросоюзу лежить спрямування до збереження та відновлення водних екосистем. Проблема полягає у вирішенні протиріччя: людина є центральним фактором благополуччя або неблагополуччя гідроєкосистеми, яка забруднюється внаслідок її діяльності, в той же час потребує воду, корисну для

здоров'я. Це протиріччя потребує пошуку рівноваги між цими двома аспектами водно-екологічних проблем.

В умовах євроінтеграції постає гостра проблема невідповідності законодавства України до законодавства Європейського Союзу, зокрема у сфері технічного регулювання. Адаптація законодавства у сфері технічного регулювання здійснюється шляхом впровадження технічних регламентів на основі відповідних директив ЄС [98].

На сьогодні нормативною базою в Україні, яка встановлює критерії безпеки води, є Державні санітарні правила і норми "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного постачання" та міждержавний стандарт ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством". Дія цих документів не поширюється на бутильовану питну воду. Одночасно, в Українських нормативах для деяких показників встановлені гранично допустимі концентрації, які знаходяться за межами чутливості методик, що застосовуються, або за межами можливостей технологій для очистки води. Крім того, реєстр контрольованих показників не враховує коло типових забруднювачів природних вод в окремих регіонах; методики аналізу, які вимагає стандарт, практично не враховують форми існування забруднювачів, що визначаються, а також можливу їх трансформацію в процесі відбору проби, її зберігання, консервування.

В країнах ЄС питання щодо якості води питної врегульовано Директивою Ради Європейського Союзу № 98/83/ЄС від 03.11.1998 р. про якість води, призначеної для споживання людиною. Вимоги цього документа є обов'язковими для всіх країн і повинні бути введені в національне законодавство. Директива встановлює основні параметри, які мають конкретне значення для якості води і здоров'я людей, залишаючи можливість країнам-членам Євросоюзу встановлювати другорядні параметри на власний розсуд.

Аналіз показує, що в Україні до питної води нормується на 28 % показників менше, ніж передбачено вказаною Директивою ЄС. Крім цього, вимоги європейські в більшості випадків є більш жорсткими. На цей час єдиним

законодавчим актом, який зобов'язує впровадження технічних регламентів у вітчизняне законодавство, є Закон України „Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності”.

Зазначена проблема не може бути врегульована шляхом внесення змін до діючих нормативно - правових актів, оскільки у Євросоюзі існують Директиви Європейського Парламенту та Ради Європи та документи Кодекс Аліментаріус, а в Україні обрано шлях зближення національного законодавства до Європейського.

Введення нових стандартів – складна задача, оскільки необхідно не тільки визначити коло показників нормування, але й володіти методиками аналізу, які дозволяють оцінити умови існування і можливі шляхи трансформації кожного компонента, який контролюється. Крім того, важливо визначити на необхідному метрологічному рівні не тільки його валовий вміст, але й кількісне співвідношення окремих форм існування речовини у воді (наприклад, у вигляді іонів, молекул, комплексних і колоїдних частинок). Найкращим є варіант, коли методики аналізу враховують регіональні геохімічні особливості формування складу води.

Співставлення норм якості питної води України, Європейського Союзу, Всесвітньої організації охорони здоров'я та Національних норм США є досить цікавими. Можна констатувати, що одні і ті ж самі показники якості води в різних нормативних документах суттєво відрізняються один від одного.

Всі нормативи з якості питної води регламентують тільки верхню межу ГДК. Однак, гігієністи давно визнали, що є певна область оптимальних значень показників, яка найбільш сприятлива для споживання людиною. Отже, давно існуючі рекомендації про встановлення нижньої межі ГДК деяких розчинених у воді речовин повинні бути законодавчо затверджені.

В таблиці 3.1 виконано порівняння національних стандартів з європейськими, американськими та стандартами Всесвітньої організації охорони здоров'я. Найважливіші показники якості води, які є критеріями складу і властивостей води (хімічні сполуки (іони, молекули) і властивості

фізичної, хімічної, біологічної природи, які володіють тільки їм притаманними ознаками, мають загальноприйнятну наукову назву та розмірність) подібні в Україні, Євросоюзі і відповідають прийнятим ВООЗ [14,93].

Таблиця 3.1

Порівняння нормативів якості питної води та обґрунтування значень показників для обрахунку індексу гідроекологічного потенціалу [93,98,99,100]

Показник	Прийнятий для розрахунку гідроекологічного потенціалу	Україна	ВООЗ	ЕС	NPDWP NSDWP (США)
1	2	3	4		5
Запах в балах	2	2	Прийнятний для споживачів без аномальних відхилень		3
Кольоровість	15 ед.	20 град.	15 ед.	Прийнятний для споживачів без аномальних відхилень	15 ед.
Прозорість по Снелену, см	20	20	-	-	-
pH	6,5-8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5	6,5 - 8,5
Лужність, мг-екв/л	0,5-6,5	0,5-6,5	-	-	-
Вміст солей, загальна мінералізація (сухий залишок), мг/л	100-1000	100-1000	-	Вода не повинна бути агресивною	500
Магній, мг/л	10-80	10-80	-	-	-
Залізо, мг/л	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
Азот амонійний, мг/л	0,5	2	1,5	0,5	-
Нітрити, мг/л	0,5	3,3	3	0,5	1
Нітрати, мг/л	45	45	50	50	44.3
Хлориди, мг/л	250	350	250	250	250
Сульфати, мг/л	250	500	250	250	250

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4		5
Окислення перманганатне, мгО/л	4	4	-	5	-
Розчинений кисень, мг/л	6	6	-	80-120%	-
БСК-5, мг/л	3	3	3	3	-
ХСК, мг/л	15	15	-	-	-
Феноли, мг/л	0,001	0,001	-	0,005	0,001
Марганець, мг/л	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05
Хром (заг), мг/л	0,05	0,5	0,05	0,05	0,1
Мідь, мг/л	1	1	1	1	1,3
СПАР	0,3		-	0,3	0,5
Нафтопродукти, мг/л	0,3	0,3	-	-	-

У 1972 р. в США був прийнятий «Закон про чисту воду», на основі якого в країні будується водна політика. Наприклад, водні об'єкти ранжуються за їх цільовим призначенням. У всіх штатах розробляються нормативи якості води, які встановлюють клас водного об'єкта (за цільовим призначенням), вводять для них відповідні кількісні критерії і описові вимоги якості води. Крім того, в США здійснюється розрахунок екологічного ризику для населення за вмістом у воді забруднювачів. При цьому враховується небезпека їх впливу на здоров'я через питну воду, шляхом вживання в їжу заражених токсичними речовинами риб і молюсків, а також в результаті контакту з водою під час плавання.

Якість питної води в США забезпечується спеціальним законом «Про безпеку питної води», який відрізняється від «Закону про чисту воду». Головну роль при контролі питної води (тобто очищеної та поданої у водопровідну мережу) відіграє оцінка «рівнів максимального забруднення». При цьому аналізується у воді більше 80 хімічних сполук.

Нормативи якості питної води США [28] розподілені на дві групи:

- Національні первинні нормативи питної води – первинні стандарти (NPDWP) обов'язкові для водопровідних мереж на всій території США;
- Національні вторинні нормативи питної води – вторинні стандарти (NSDWP), які не обов'язкові на федеральному рівні, але можуть бути прийняті як обов'язкові рішеннями властей штату або населеного пункту.

Вторинні стандарти додатково до федеральних нормують показники якості води, які впливають на косметичні та (або) смакові якості води.

Нормативи Всесвітньої організації охорони здоров'я розподілені за групами забруднювачів: домішки неорганічні; компоненти радіоактивності; органолептичні показники (дві підгрупи); домішки, які не здійснюють вплив на здоров'я людей в концентраціях, що зазвичай трапляються у воді; домішки органічних речовин; пестициди; речовини, які застосовуються або утворюються при дезинфекції води.

Система ГДК, яка широко застосовується для оцінки якості води в екологічному та гігієнічному нормуванні, побудована на основі експериментально встановлених критеріїв безпеки конкретних токсичних речовин, які містяться у воді, для людини та водних організмів. ГДК відповідають таким концентраціям речовини, які не викликають прямого або опосередкованого впливу на здоров'я населення за умови впливу на організм протягом всього життя і не погіршують санітарно-гігієнічні умови водокористування.

Звертає на себе увагу та обставина, що за Українськими нормативами при великій кількості затверджених ГДК (біля 1500 санітарно-гігієнічних показників) реальна кількість показників, що підлягають аналіз біля 40, за нормами ЕС – біля 50, за нормами США – біля 100, за нормами ВООЗ – біля 160. Причому за зарубіжними нормами по великій кількості показників не вказані ГДК внаслідок відсутності надійних даних для встановлення норм (на думку укладачів нормативних документів).

Діючи документи ЕС з водної політики і ті, що розробляються, включають поділ природних вод за рівнями екологічного статусу. Виділені

високий (high), добрий (good), посередній (moderate), поганий (poor) та дуже поганий (bad). Для перших трьох рівнів екологічного статусу охарактеризовані біологічні, гідроморфологічні, фізико-хімічні показники якості. В загальноєвропейській класифікації оцінюються фізичні, хімічні, мікробіологічні показники (всього 46), однак, не всі важливі показники охарактеризовані у повній мірі у всіх категоріях, в межах підкатегорій відсутні мінімальні значення параметрів. Необхідність удосконалення цієї системи очевидна [98].

В даній таблиці наведено порівняння тільки тих параметрів, за якими ведеться багаторічні спостереження за програмою моніторингу навколишнього середовища на водних об'єктах України, аналізи виконуються в лабораторіях екологічного моніторингу при держаних управліннях охорони навколишнього середовища у всіх областях України, результати спостережень наводяться в щорічних звітах про стан навколишнього середовища.

3.2 Екологічні аспекти оцінки якості природних вод

У всіх розвинутих країнах якість води є предметом особливої уваги держави, засобів масової інформації та населення. Оцінка якості води є досить трудомістким завданням, оскільки базується на порівнянні середніх концентрацій, які спостерігаються в пункті контролю якості вод з установленними нормами для кожного інгредієнта.

Наслідуючи принцип єдності природних вод, сформульований В.І. Вернадським, основою сучасної системи якості вод (питних, стічних, поверхневих і підземних) повинні бути класифікації, які охоплюють показники і критерії складу та властивостей води (фізичних, хімічних, біологічних), які в сукупності придатні для вирішення широкого кола проблем, пов'язаних з різними видами водогосподарської діяльності, використанням та охороною водних ресурсів. Така система повинна відповідати одночасно екологічним, гігієнічним та технологічним вимогам. На сьогодні такої системи немає, тому

що це складна міждисциплінарна задача.

Особливі труднощі виникають, якщо необхідно проаналізувати тенденцію якості води за кілька років, на різних ділянках водного об'єкту або виконати порівняння якості вод різних водних об'єктів між собою при наявності в них різних забруднювальних речовин, виявити тенденцію якості вод в часі. Це призводить до необхідності розробки методики комплексної оцінки якості вод. Останнім часом розроблено багато відповідних методик (автори: В.П. Білогуров, Г.М. Рохлин, Г.Н. Данилова, Ю.В. Новіков, С.І. Плитман, Г.Н. Красовський, В.Н. Жукинський та ін.), проте багато з них надзвичайно громіздкі, потребують даних у воді таких компонентів, які нечасто визначаються контролюючими органами, або ж використовують складний математичний апарат [35,86].

До категорії комплексних показників, які найбільш часто використовуються для оцінки якості водних об'єктів, належить гідрохімічний індекс забруднення води (ІЗВ) [66]. Його як правило розраховують по шести - семи показникам, які можна вважати гідрохімічними. Частина цих показників є обов'язковою (концентрація розчиненого кисню, водневий показник (рН), біологічне споживання кисню (БСК):

$$ІЗВ = \sum_{i=1}^N \frac{C_i / ГДК_i}{N}, \quad (3.1)$$

де C_i – концентрація компонента (в ряді випадків – значення параметра);

N – кількість показників, які використовуються для розрахунку індексу;

$ГДК_i$ – встановлена величина гранично допустимої концентрації.

В залежності від величини рівня індексу забрудненості води, ділянки водного об'єкту поділяються на класи (таблиця 3.2).

Позитивною стороною цього індексу є простота обрахунку, доступність і наявність даних, саме тому його найчастіше використовують в системах Держводгоспу та Держкомгідромету України для оцінки забрудненості рік.

З іншого боку, даний індекс (ІЗВ) недостатньо оцінює чисті ріки. В класифікації існує перший клас якості – дуже чиста вода – $ІЗВ < 0,2$, та чиста

вода – ІЗВ від 0,2 до 1 [66]. На нашу думку, для оцінки ступеню самоочищення рік, динаміки зміни екологічного потенціалу в залежності від висоти і широти місцевості, водності рік, динаміки зміни антропогенного навантаження останні десятиліття і т.ін., індекс забруднення води є не гнучким і не достатнім.

Таблиця 3.2

Класи якості води залежно від значення індексу забруднення води [66]

Рівень забруднення води	Значення ІЗВ	Клас якості води
Дуже чиста	До 0,2	1
Чиста	0,2-0,1	2
Помірно забруднена	1,0-2,0	3
Забруднена	2,0-4,0	4
Брудна	4,0-6,0	5
Дуже брудна	6,0-10,0	6
Надзвичайно брудна	>10,0	7

Методи комплексної оцінки ступеню забрудненості дозволяють однозначно оцінити забрудненість води за декількома інгредієнтами і показниками. В США знайшов застосування оригонський індекс якості води (ОІЯВ) [101]. В його основі лежить середній квадрат, значення якого не дуже чуттєво до змін окремих параметрів. В комплексній оцінці, коли застосовується велика кількість інгредієнтів і показників, в оціночному модулі можна не помітити невеличкі, незначні індивідуальні зміни у водному об'єкті, які, наприклад, можуть характеризувати початкові процеси евтрофікації водойм. Тому в оригонському індексі кількість показників якості води зведена до мінімуму. При розрахунку ОІЯВ враховуються такі параметри: температура, розчинений кисень, рН, БСК₅, насиченість киснем, загальний нітроген та фосфор, мінералізація, зміни яких характеризують процеси кисневої недостатності та евтрофікації, зміну фізичних параметрів, наявність небезпеки для здоров'я населення і т. ін.:

$$OIAV = \sqrt{\frac{n}{\sum_{i=1}^n S \cdot I_i^2}}, \quad (3.2)$$

де SI_i – субіндекс i -го параметра, n – число SI_i .

В розрахунках OIAV, в першу чергу, всі вищезгадані параметри трансформуються у відповідні невимірювані субіндекси, значення яких знаходиться в межах 0-100.

Оригонський індекс якості води по суті дає інформацію про вплив комунально-побутових та частково сільськогосподарських стічних вод на природні водні об'єкти. OIAV можна використовувати як при дослідженні сезонних змін екологічного стану водних об'єктів, так і в оцінці багаторічного прогнозу.

Головна небезпека полягає у прояву синергізму, коли присутність однієї речовини посилює токсичність іншої, або коли дві токсичні речовини створюють сполуку, токсичність якої вища, ніж початкова (наприклад, сполуки іонів важких металів та деяких органічних кислот).

Питаннями вивчення оцінки якості води займався С. Яковлев (1991), який запропонував визначати індекс якості води за сукупністю основних показників в залежності від видів водокористування [35]. Й. Гриб (1991) розробив концепцію екологічної класифікації якості поверхневих вод [36]. А. Яциком (1992) була розроблена методика комплексної оцінки стану річкових басейнів з водогосподарських позицій [97]. Є пропозиції оцінювати якість води малих річок за допомогою графічного методу [27]. В його основі лежить складання модель-карти з виведенням екологічного коефіцієнта якості води. Результати досліджень, які стосуються індексу забрудненості води, висвітлено в працях С. Кукурудза «Гідроекологічні проблеми суходолу» (1999), С. Сніжко «Оцінка та прогнозування якості природних вод» (2001). Питанням оцінки забрудненості природних вод присвячено багато праць видатних українських вчених, серед яких слід відмітити праці В. Хільчевського, В. Маринича, В. Савіцького.

В.Й. Грибом запропоновано [35] комплексний екологічний індекс стану річкових екосистем визначати залежно від чисельності параметрів, що визначаються (гідрохімічних, трофо-сапробіологічних та токсикологічних):

$$I_e = \sum \frac{C_{i\text{факт}} / C_{i\text{опт}}}{n}, \quad (3.3)$$

де $C_{i\text{факт}}$ – фактична концентрація i -го гідрохімічного або трофо-сапробіологічного фактора;

$C_{i\text{опт}}$ – оптимальна концентрація (або ГДК) i -го гідрохімічного фактора;

n – кількість показників.

Гідрохімічний (Ia) – блок сольового складу, який включає мінералізацію води, вміст сульфатів та хлоридів. Трофосапробіологічний (Ib) – блок еколого-санітарних характеристик, що включає вміст завислих речовин, ХСК, БСК5, розчинений кисень, азот амонійний, нітритний, нітратний, фосфати, біомаса фітопланктону, індекс сапробності. Токсикологічний (Ic) – блок специфічних характеристик токсичної та радіаційної дії: мідь, хром, марганець, цинк, феноли, нікель тощо.

Тоді комплексний екологічний індекс стану водних екосистем визначається за формулою:

$$I_e = \frac{I_a \text{ max} + I_b \text{ max} + I_c \text{ max}}{3}. \quad (3.4)$$

В екологічній класифікації значення I_e для п'яти класів води складають: 1 клас – еталон <1 (природні сукцесії); 2 клас – стан добрий <3 (розхитування системи); 3 клас – стан задовільний <8 (випадання окремих видів); 4 клас – стан перехідний <21 (порушення трофічних зв'язків); 5 клас – стан незадовільний >21 (колапс, екологічна криза).

Методика обчислення цього індексу, на нашу думку, мало відрізняється від методики обчислення ІЗВ, тому й має подібні до ІЗВ недоліки.

3.3 Методика обчислення індексу гідроекологічного потенціалу

«Екологічне» та існуюче «споживацьке» (санітарно-гігієнічне) нормування води взаємопов'язані. Для забезпечення екологічного благополуччя водних

об'єктів повинні бути розроблені нормативи, які характеризують стійкість гідроекосистем та методи їх оцінки. При розробці таких показників необхідно враховувати процеси розповсюдження, накопичення, деструкції, біоаккумуляції і трансформації забруднюючих речовин в екосистемах. Так, наприклад, при санітарно-гігієнічному нормуванні якості води не враховуються процеси накопичення (хімічного і біологічного) шкідливих речовин в результаті переходу їх з одного середовища в інше, наприклад, з повітря у воду. Показником цілісності гідроекосистеми може слугувати властивість до самоочищення, для цього необхідно розробити уніфікований метод визначення величини цієї характеристики водного об'єкту. Це дозволило б перебудувати систему нормування і контролю якості вод і призупинити процеси, які ведуть до погіршення якості вод і виснаження водних запасів.

Задача досліджень полягала у розробці комплексної оцінки якості води, з перспективою розрахунку властивості самоочищення, яка була б проста в обчисленнях, використовувала доступні і наявні дані результатів аналізів води за стандартними методиками по тих тридцяти трьох компонентах, за якими ведуться спостереження в системі Державного екологічного моніторингу лабораторіями при держаних управліннях екології та охорони навколишнього природного середовища, які є в кожній області.

Під гідроекологічним потенціалом в цілому ми розуміємо ту частину гідроресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику, який підлягає управлінню. Гідроекологічний потенціал має дві складові – кількісну і якісну.

З метою математичного моделювання басейнових річкових систем запропоновано формалізовану знакову модель — це абстрактний опис кількісних і якісних показників басейнової системи, який дає змогу виявити ключові процеси, що визначають поведінку цієї системи та її характеристики на різних рівнях організації, і прогнозувати ті чи інші тенденції розвитку її показників.

Нами запропонований до використання «Індекс гідроекологічного потенціалу» (ІГЕП) – показник, що оцінює наскільки якісний стан водного об'єкту має потенціал чистоти порівняно з допустимими значеннями показників якості води, які адаптовані до Європейських і Українських стандартів [93,98,99,100].

В розрахунках ІГЕП підсумовуються перевищення допустимих значень над фактичними концентраціями та віднімаються перевищення концентрацій над допустимими значеннями. Результат ділиться на кількість використаних показників:

$$\text{ІГЕП} = \left(\sum \frac{НЯ_i}{C_i}, \text{якщо } > 0, \text{якщо } < 0, \text{тоді } \sum -\frac{C_i}{НЯ_i} \right) / n, \quad (3.5)$$

де НЯ – норматив якості води для конкретного показника, під яким розуміють допустимі (граничні величини) показників фізико-хімічного і біологічного стану вод та їх властивостей, що відповідають вимогам різних споживачів (табл. 3.1);

i – показник;

n – кількість показників.

В розрахунках ІГЕП повинні враховуватись різноманітні показники: органолептичні, фізичні та хімічні. Кількість показників, що беруться для розрахунку ІГЕП повинна бути, на нашу думку не менше 10-12, незалежно від того перевищують вони допустимими значеннями показників якості чи ні, але обов'язково включати показники з гідрохімічної, трофосапробіологічної та токсикологічної груп: розчинений кисень, ХСК, рН, мінералізацію та БСК₅. Крім того, обов'язково повинні бути включені всі показники, значення яких перевищують оптимальні, фонові, ГДК.

Параметри для обрахунку індексу гідроекологічного потенціалу обирались, виходячи з даних моніторингових досліджень стандартних параметрів природних вод. Причому з обчислень виключались показники забруднень, яких немає у воді в природному стані, якщо концентрація забруднення буда далека від ГДК з огляду на те, що потенціал якості

природних вод не може характеризувати кількість нестачі забруднюючої речовини, взагалі не характерної для природної води (наприклад, СПАР, нафтопродукти).

В таблиці 3.1 виконано порівняння вибірових показників національних стандартів з європейськими, американськими та стандартами Всесвітньої організації охорони здоров'я. Для розрахунку ІГЕП обґрунтовані показники з орієнтацією на світові досягнення безпеки води та наявні показники системи моніторингових досліджень. В українських показниках брались значення допустимих норм для господарсько-питного водопостачання та риборозведення в проточних водоймах; за умови повторюваності показників в обох категоріях водокористування і водоспоживання вибирались жорсткіші вимоги.

Запропонована в існуючих українських стандартах система контролю питної води побудована тільки з врахуванням її «нешкідливості», і не враховує її «корисність». В той же час вода повинна не тільки не містити небезпечних концентрацій забруднюючих речовин, але й забезпечувати живі організми біогенними мікро- і мікроелементами.

Вимоги, які ставляться до питної води в існуючих державних стандартах, при уважному розгляді виявляються такими, які протирічать критерію фізіологічної повноцінності, тобто з встановлених ГДК, які не враховують мінімальні концентрації компонентів складу води впливає, що найвищу якість має дистильована вода, яка повністю позбавлена розчинених речовин.

Всі нормативи з безпеки води регламентують тільки верхню межу ГДК. Однак, гігієністи давно визнали, що є певна область оптимальних значень показників, яка найбільш сприятлива для споживання людиною. Отже, давно існуючі рекомендації про встановлення нижньої межі ГДК деяких розчинених у воді речовин повинні бути законодавчо затверджені.

Для показника вміст солей (загальна мінералізація) або сухий залишок так як і для показника рН враховувалась в розрахунках верхня і нижня межа. І якщо для рН не існує чіткого значення нормативного показника (є інтервал 6,5-8,5), то показник загальної мінералізації нормується значенням верхньої межі

прісної води 1г/л. Але в Українських стандартах для питної води вказується рекомендована нижня межа сухого залишку 100 мг/л. Тобто кількість солей нижче цього значення є недостатнім для щоденного споживання людиною якісної води для «Здоров'я». Проаналізувавши дані аналізів природних вод в Карпатському регіоні, ми дійшли висновку, що в розрахунках індексу гідроекологічного потенціалу необхідно врахування вказаної нижньої межі мінералізації з огляду на те, що гірські ріки мало насичені розчиненими солями, значення мінералізації, яке коливається близько 100 мг/л, не є рідкістю. Тобто врахування лише верхньої межі цієї характеристики штучно завищувало б, на наш погляд, значення якісного потенціалу природних вод.

Виходячи з цього, в розрахунках індексу гідроекологічного потенціалу, як видно з таблиці 3.1, для показників мінералізації, лужності, водневого показника, концентрації іонів магнію пропонуємо враховувати і нижню і верхню межу як безпечний інтервал. Тобто у підсумку додатним буде перевищення верхньої межі над фактичним значенням показника та від'ємним перевищення фактичної концентрації над нижнім допустимим значенням. Результат ділиться на кількість використаних показників (у даному випадку два). Якщо ж фактичне значення показника не попадає в безпечний інтервал, а такі випадки ймовірні для забруднень поверхневих вод в районах спорудження нафтогазових свердловин (за показниками мінералізація та рН), то у підсумку від'ємним буде перевищення фактичного значенням показника і над верхнім і над нижнім допустимим значенням.

Виключення складають ті показники якості, для яких встановлений нижній поріг, тобто перевищення нормативу якості є бажаним (наприклад, вміст розчиненого кисню, прозорість тощо). З урахуванням того, що величина біохімічного споживання кисню (БСК₅) є інтегральним показником наявності легкоокиснюваних органічних речовин (норматив якості для повного БСК становить за згаданими вище стандартами 3 мг/л щодо O₂), а також того, що зі зростанням вмісту легкоокиснюваних органічних речовин і зменшенням вмісту

розчиненого кисню якість вод знижується непропорційно різко, нормативи для цих показників при розрахунках ІГЕП пропонуються дещо інші (таблиця 3.3)

Таблиця 3.3

Нормативи якості для розчиненого кисню та БСК₅ залежно від фактичних значень [66]

Фактичне значення БСК ₅ , мг/л щодо O ₂	Норматив якості, мг/л щодо O ₂	Фактичне значення розчиненого кисню, мг/л	Норматив якості, мг/л
До 3	3	Понад 6	4
3-15	2	6-5	12
Понад 15	1	5-4	20
		4-3	30
		3-2	40
		2-1	50
		1-0	60

Запропонований показник Індексу гідроекологічного потенціалу дає змогу виконати порівняння якості вод різних водних об'єктів між собою, незалежно від тих забруднюючих речовин, які в них присутні, а головне – виявити якісну складову гідроекологічного потенціалу. Розрахунки ІГЕП складаються в багаторічні ряди значення комплексного показника якості, що виявляє певні закономірності розподілу в часі і в просторі. Виявлення цих закономірностей є предметом наших подальших досліджень.

Формалізована знакова модель дає кількісний, а тому більш надійний прогноз. За способом побудови було обрано статистичну модель, засновану на математичній обробці масиву статистичних даних за результатами гідрохімічних аналізів поверхневих вод Дністровського басейнового управління водних ресурсів за 1997 – 2009 роки з метою встановлення неперервних інтерполяційних просторово-часових залежностей контрольованих параметрів.

Такий підхід дає можливість простежити багаторічну динаміку зміни антропогенного навантаження на водні об'єкти, порівняти в різних

гідроекосистемах комплексний показник якості води або вибраних параметрів, за якими ведуться багаторічні спостереження за програмою моніторингу навколишнього середовища на водних об'єктах України, аналізи виконуються в лабораторіях екологічного моніторингу при держаних управліннях охорони навколишнього середовища у всіх областях України, результати спостережень наводяться в щорічних звітах про стан навколишнього середовища.

Запропонований показник дає можливість використання простого методу встановлення пріоритетів, тобто певні райони чи ділянки гідроекосистем, які відповідають визначеним стандартам якості навколишнього середовища, без подальшого втручання можуть вважатись еталонними, в той час як інші ділянки гідроекосистем можуть ранжуватись і оцінюватись в залежності від знаку і величини ІГЕП. Запропонований показник виявляє закономірності природного характеру, які можна описати математично [12]. Тому перспективним є проведення районування території і визначення залежностей для оцінки гідроекологічного потенціалу рік, на яких не проводяться спостереження за хімічним складом води.

3.4 Ємність гідроекологічного потенціалу та оцінка самоочищення гідроекосистем

Гідроекологічне середовище, як і навколишнє середовище в цілому, має можливість асимілювати (поглинати, переробляти) шкідливі домішки без особливої шкоди для себе. Але тільки в певних масштабах. Якщо загальний об'єм дії не перевищує величину екологічної ємності природного середовища, то природне середовище не міняє свої основні властивості, а значить, і не впливає на умови життєдіяльності людей.

Як тільки загальне навантаження на гідроекологічне середовище перевершує величину екологічної ємності, починаються проблеми. Природа міняє свої властивості, що позначається на умовах життєдіяльності людини, тваринного й рослинного світу. Кожна подальша порція забруднення приносить

все більший збиток і, нарешті, коли перевершить деяку межу стійкості гідроекологічного середовища, відбувається різка зміна його властивостей. Непропорційність дії кожної додаткової порції шкідливих речовин, що поступають в гідроекологічне середовище, пояснюється тим, що реакція гідроекосистем на антропогенну дію як би посилюється з кожною додатковою порцією забруднювачів. Ми стикаємось з обмеженістю гідроекологічної ємкості та гідроекологічного потенціалу.

Дослідження з питання визначення асиміляційної ємкості території ведуться досить давно в рамках вивчення реакції навколишнього середовища на дію шкідливих домішок. Є немало робіт, де вказані конкретні значення порогових величин концентрації різних забруднювачів і їх поєднань, при яких екологічні системи зберігають свої основні властивості, тобто екологічна рівновага не порушується [20,26,37]. Дані показники, подібно до показників родючості ґрунтів, якості родовищ корисних копалини, об'єму водних ресурсів тощо виступають об'єктивними характеристиками природного середовища, що визначають силу і спрямованість наслідків інтенсивної антропогенної дії.

Звернемо увагу на два аспекти проблеми використання екологічної ємкості. По-перше, як визначити ту кількість шкідливих домішок, які може прийняти гідроекологічне середовище, який об'єм скидів є допустимим, скільки даного ресурсу можна використовувати в господарській діяльності?

По-друге, як розподілити між претендентами права на використання гідроекологічного потенціалу?

В Україні існує апроксимація екологічної ємкості - об'єм гранично допустимих скидів (ГДС). Необхідним є комплексний показник, який би дозволив провести оцінку гідроекосистеми на предмет її можливостей без додаткових природоохоронних витрат нейтралізувати шкідливі речовини, що поступають в неї, і знешкодити їх без скільки-небудь істотних для себе наслідків (типу зміни внутрішньої структури).

Широко відомо, наприклад, що здатність до самостійного відновлення основних властивостей гідроекологічного середовища в північних регіонах

істотно нижче, ніж в південних і в середній смузі [46,47,53], взимку, за нашими даними гірша, ніж влітку, зростає із збільшенням висоти місцевості тощо. Це складає об'єктивну основу диференціації екологічної ємкості гідроекосистем різних регіонів.

На нашу думку, досягнути заданого рівня екологічної безпеки гідроекологічного середовища неможливо без формування інституційного механізму використання гідроекологічного потенціалу природного середовища. Як вже зазначалось, гідроекологічний потенціал - це природний ресурс, який активно використовується в процесі виробничої діяльності, зв'язаної із забрудненням навколишнього середовища.

По суті справи такий механізм практично повністю співпадає з вживаним в США принципом «міхура», згідно якому задаються стандарти якості навколишнього середовища в контрольних точках. Ці рівні не можуть бути перевищені. Держава контролює виконання даних обмежень, а підприємці мають певну міру свободи перерозподіляти між собою квоти на скиди. Такі перерозподіли контролюються адміністративно природоохоронними органами.

Таким чином, запропонований показник індексу гідроекологічного потенціалу дає змогу розраховувати рівень самоочищення водних об'єктів, їх здатність до перетворення забруднюючих речовин в умовах постійного техногенного навантаження; визначати величину максимально можливого антропогенного навантаження тощо.

Щодо другого питання, то результативним, на нашу думку, є введення майнових прав на гідроекологічний потенціал і створення механізму перерозподілу прав власності на гідроекологічний потенціал природного середовища. Механізм визначить хто є власником гідроекологічного потенціалу і як він взаємодіє з своїми контрагентами.

Первинний розподіл майнових прав на гідроекологічний потенціал не має значення, оскільки потім в результаті перерозподілу права на його використання будуть розподілені найкращим чином. Завжди будуть зацікавлені сторони, готові власнику платити за те, що він поступиться їм

частиною своєї власності за відповідну компенсацію, і вони або побудують підприємство, або насолоджуватимуться якістю природного середовища у відпочинковій зоні.

Величина економічної оцінки гідроекологічного потенціалу залежить від того, які об'єми викидів суспільство вважає допустимими. А це у свою чергу залежить від того, який попит суспільство пред'являє на якість природного середовища, скільки воно готове платити за його поліпшення і хто конкретно повинен платити. З точки зору природно-техногенної безпеки гідроекологічного середовища, доцільним був би кількісний вимір нульового гідроекологічного потенціалу або ліміту екологічної ємкості середовища.

Локальний рівень. Розглядаються взаємини підприємства-забруднювача і фермера. Фермер точно знає, скільки він готовий заплатити підприємцеві за скорочення викидів. У цій операції беруть участь дві сторони. І якщо введені майнові права на гідроекологічний потенціал, то особливих проблем при реалізації операції не виникає.

Регіональний рівень. Підприємство-забруднювач протистоїть населенню регіону, інтереси яких, хоч і співпадають в головному (всі хочуть жити в умовах чистішої природи), але їх готовність платити різна. Зрозуміло, скільки треба платити, складніше організувати процедуру сплати необхідної суми винуватцеві забруднення, щоб він трохи скоротив свої викиди.

Макрорівень. Суспільство в цілому протистоїть винуватцям забруднення, але не може, не виходячи за рамки закону, примусити їх скоротити викиди. У такому разі воно надає їм певні субсидії, наприклад, вводить нові стандарти по викидах. При цьому суспільство намічає заходи по субсидуванню, пільговому кредитуванню, податковим пільгам для підприємств, вимушених вкладати гроші в скорочення викидів. Зрештою держава оплачує винуватцям забруднення значну частину їх витрат.

Міждержавний рівень. У взаємовідношенні держав з приводу трансграничного перенесення жертва може укласти відповідну угоду і сплатити заходи щодо зниження скидів шкідливих речовин, що приводять до

трансграничного перенесення.

Глобальний рівень. Країни, що зацікавлені у вирішенні глобальних проблем, можуть надавати один одному допомогу в рішенні природоохоронних завдань. Країна (або група країн), зацікавлена в реалізації таких заходів, вкладає гроші в економіку тієї країни, де слід провести природоохоронні заходи.

На відміну від попередніх напрямів діяльності, орієнтованих на скорочення навантаження на природу, є і інше - вкладення засобів в збільшення екологічної ємкості гідроекологічного середовища.

Таким чином:

- Екологічна ємність гідроекологічного середовища в межах басейнових систем визначає його стійкість до впливу природних і антропогенних чинників. Кожному типу гідроекологічного середовища відповідає його певна екологічна ємність – гідроекологічний потенціал, який і повинен стати інструментом регулювання техногенного навантаження;

- Введення майнових прав на гідроекологічний потенціал і створення механізму перерозподілу прав власності на екологічну ємність природного середовища, дозволять забезпечити необхідний рівень екологічної безпеки гідроекологічного середовища.

Розрахований нами ІГЕП для р. Дністер в різних її створах, за даними результатів гідрохімічних аналізів поверхневих вод по Дністровському БУВР, виявився наступним:

р. Дністер – м. Самбір (Львівська обл.) – ІГЕП = +3,97

р. Дністер – с. Розвадів (Львівська обл.) – ІГЕП = -0,32

р. Дністер – с. Журавно (Львівська обл.) – ІГЕП = +1,36

р. Дністер – м. Галич (Івано-Франківська обл.) – ІГЕП = +2,75

р. Дністер – м. Заліщики (Тернопільська обл.) – ІГЕП = -0,96

р. Дністер – м. Хотин (Чернівецька обл.) – ІГЕП = +1,54

Аналіз розрахованих значень дозволяє зробити такі висновки:

1. Найвища якісна складова гідроекологічного потенціалу характерна для

верхів'їв р. Дністер (м. Самбір). Розрахований показник дає можливість використання простого методу встановлення пріоритетів, тобто певні райони чи ділянки гідроекосистем, які відповідають визначеним стандартам якості навколишнього середовища, без подальшого втручання можуть вважатись еталонними, в той час як інші ділянки гідроекосистем можуть ранжуватись і оцінюватись в залежності від знаку і величини ІГЕП.

2. Від'ємний показник ІГЕП в створі р. Дністер – с. Розвадів вказує на те, що гідроекологічний потенціал відсутній, використання вод для риборозведення та господарсько-питного водопостачання не уявляється можливим, скид забруднених вод неприпустимий, ділянка гідроекосистеми потребує негайних водоохоронних заходів. Даний показник ІГЕП обумовлений забрудненням річкових вод нітритами (в 25 разів більше норми) та фосфатами (у 8 разів більше норми).

3. Розрахований показник індексу гідроекологічного потенціалу є відносною величиною, що залежить від рівня антропогенного навантаження. На нашу думку, може використовуватись при оцінці кількісних показників самоочищення рік (за умови, що відбір проб на гідрохімічний аналіз в двох створах буде співпадати в часі з терміном добігання води ріки від одного створу до іншого). Проби води в с. Розвадів та в с. Журавно відбиралися в один день. Відстань між створами 44 км теоретично ріка подолає за півдоби. За розрахунками на даній ділянці ступінь самоочищення Дністра складає 0,038 ІГЕП/км, а перетворююча властивість 0,14 ІГЕП/годину.

4. Відстань між с. Журавно та нижчим за течією створом в м. Галичі – 38 км річка подолає приблизно за 10 годин. Припустимо, що проби води відбиралися саме через цей період (швидкість течії р. Дністер під час весняної повені приймаємо 1м/с) після їх відбору в с. Журавно. Тоді ступінь самоочищення або повернення втраченого гідроекологічного потенціалу складатиме 0,037 ІГЕП/км, а перетворююча (відновлююча) властивість 0,139 ІГЕП/годину. Як бачимо, властивості гідроекологічного потенціалу у верхній течії р. Дністер практично ідентичні.

5. Самий низький показник ІГЕП з розрахованих був отриманий для створу р. Дністер – м. Заліщики, що обумовлено забрудненням річкових вод нітритами (в 40 разів більше норми), фосфатами (у 2,1 разів більше норми) та перевищенням рівня біохімічного споживання кисню у 1,52 рази.

6. Відстань між створами р. Дністер в м. Заліщики та м. Хотин складає 102 км. Ступінь повернення втраченого гідроекологічного потенціалу в даному випадку складає 0,0245 ІГЕП/км, а відновлююча властивість 0,045 ІГЕП/годину.

Таким чином, показник ІГЕП дає можливість оцінити характер і направленість функціонування гідроекосистем та інтенсивність процесів самоочищення.

3.5 Гідроекологічне прогнозування та динаміка змін гідроекологічного потенціалу

Для сучасного стану гідроекологічного прогнозування характерні чотири основні принципи (Розенберг, 1984; Брусиловский, 1987). Перший з них - це принцип множинності моделей; він був запропонований В.В. Налімовим (1971) і полягає в тому, що для прогнозування конкретної екологічної ситуації можлива побудова декількох, однаково достовірних математичних моделей.

Другий, дуже важливий принцип, - це принцип омніпотентності чинників, також запропонований В. В. Налімовим (1983). Суть його зводиться до того, що існують фактори (вони-то і називаються омніпотентними, тобто всемогутніми), які вчора і сьогодні не грали ніякої значущої ролі у динаміці тієї чи іншої екосистеми, але які можуть чинити на неї визначальний вплив завтра. Класичним прикладом прояву омніпотентності можна вважати всі гідробіологічні прогнози розвитку водосховищ, які "не помітили" ефекту цвітіння водойм, хоча до їх побудови залучалися кращі фахівці.

Наступний принцип був запропонований американським дослідником Дж. Форрестером (1977; 1978), автором системної динаміки (одного з найбільш

поширених прийомів імітаційного моделювання) - принцип контрінтуїтивної поведінки складних систем. Відповідно до цього принципу складні системи (у тому числі й гідроекологічні) ведуть себе зовсім не так, як підказує нам наша інтуїція, тобто поводяться контрінтуїтивно. Причинами такої поведінки є об'єктивна складність екосистем, суб'єктивність наших знань і вже названий принцип омніпотентності факторів. Прикладів контрінтуїтивної поведінки екосистем - величезна кількість. Можна сміливо стверджувати, що екологічна криза сьогодні багато в чому "зобов'язана" цьому принципу. Наприклад, прогноз замулення Вахшського водосховища визначав термін у 1000 років, а він справдився вже через 7-8 років!

Четвертий - це принцип невідповідності точності та складності, який запропонував Л. Заде (1974; 1976) і який формулюється наступним чином: поняття "точності" і "складності" при прогнозуванні структури і поведінки екосистем пов'язані зворотною залежністю - чим глибше аналізується реальна екосистема, тим менш певні наші судження про її поведінку. Несумісність "простоти" моделі та точності рішення задачі виявляється і у висловленні академіка А. А. Самарського (1979): "... дослідник постійно перебуває між Сциллою ускладненості і Харибдою недостовірності. З одного боку, побудована ним модель повинна бути проста у математичному відношенні, щоб її можна було дослідити наявними засобами. З іншого боку, в результаті всіх спрощень, вона не повинна втратити і "раціональне зерно", суть проблеми".

Таким чином, незважаючи на те, що правдоподібних моделей однієї і тієї ж екосистеми можна запропонувати кілька (перший принцип), жодної з них не можна беззастережно довіряти (другий принцип), як не можна довіряти і експертам (третій принцип). Більш того, високі вимоги до точності екологічного прогнозування взагалі здаються недосяжними (четвертий принцип). Якщо згадати ще про унікальність екосистем, неможливості редукції їх, складності проведення системних експериментів, значної похибки, нечисленність вимірювань багатьох екологічних параметрів (традиційні тимчасові ряди спостережень в 10-20 значень), неповноту наших знань про

механізми функціонування екосистем, то стають зрозумілими намагання фахівців працювати над новими можливостями екологічного прогнозування.

Вибір стратегії та методів обробки і аналізу рядів динаміки індексу гідроекологічного потенціалу залежить від кінцевої мети досліджень. У нашому випадку на початку це часовий прогноз гідроекологічного потенціалу. Тому першим етапом буде оцінка тренду часового ряду. Будь-який ряд динаміки [84], в тому числі індексу гідроекологічного потенціалу, може бути розділений на три компоненти:

$$x(t) = f(t) + g(t) + h, \quad (3.6)$$

де $f(t)$ - детермінована компонента, яка являє собою деяку аналітичну функцію, що виражає тенденцію в ряду динаміки;

$g(t)$ - стохастична компонента, яка моделює характер періодичної і квазіперіодичної варіації досліджуваного явища;

h - випадкова компонента типу "білий шум".

Результати експоненціального згладжування ряду індексу гідроекологічного потенціалу по р. Бистриця-Надвірнянська – с. Черніїв (лінійна модель), представлені на рис. 3.1. Для коротких часових рядів найбільш доцільні параметричні методи виділення тренду. На рис. 3.2 змодельована крива забезпеченості індексу гідроекологічного потенціалу р. Бистриця-Надвірнянська, за якою можна визначити відсоток ймовірності зустрічі величини комплексного показника якості в сторічному прогнозованому періоді за умови збереження існуючого антропогенного навантаження.

Аналізуючи динаміку змін індексу гідроекологічного потенціалу в створі с. Черніїв – р. Бистриця – Надвірнянська (водозабір м. Івано-Франківська), можна зробити висновок, що в цілому якість води протягом останніх трьох років покращується з 3,7 до 6,4 середньорічного ІГЕП. Причому аналогічна ситуація спостерігається в інших створах рік, до яких з басейнів рік не ведеться скидів стічних вод, немає великих промислових підприємств та значного антропогенного навантаження на водозборах вище пунктів відбору проб, а саме

р. Свіча до с. Гошів (від 5,8 до 8,8), р. Бистриця-Солотвинська до с. Скобичівка (від 3,4 до 4,27). Цікавим виявляється й те, що підвищення індексу гідроекологічного потенціалу протягом останніх трьох років відбулося і в створах рік, які зазнають скидів стічних вод, а саме: р. Дністер до с. Устечко (від 1,92 до 2,63), р. Свіча до с. Міжріччя (від 5,24 до 8,05), р. Ворона до с. Отинія (від 1,24 до 2,05), р. Сівка в гирлі (від -1,04 до 0,55), р. Саджава до м. Долина (-8,35 до -2,85), р. Бистриця – до с.м.т. Єзупіль (після скиду стічних вод м. Івано-Франківська) (від 1,18 до 1,72). Однією з причин, вважаємо є водність рік, яка сприяє розбавленню забруднених стоків, підвищення якої спостерігалось останні роки. Отже, індекс гідроекологічного потенціалу виявляє зв'язок кількісної і якісної складової природних вод. В подальших дослідженнях плануємо знайти математичні залежності цього зв'язку.

Як бачимо, навіть дуже забруднені води р. Сівка та р. Саджавка з від'ємними значеннями гідроекологічного потенціалу (в таких випадках більша частина з 16-18 показників, які приймалися до розрахунку, була в декілька разів, або, навіть, десятки разів вища нормативного показника), мають тенденцію до покращення якості та збільшення гідроекологічного потенціалу. Можна зробити висновок, що погіршення якості річок в більшості випадків обумовлено скиданням стічних вод, а не забрудненістю площі водозбору [13].

Однак, не виключено, що покращуються процеси самоочищення у річках, підвищується буферна здатність поверхневої гідросфери у зв'язку із спадом виробництва в Івано-Франківській області. За останні три роки повністю припинили роботу всі 10 заводів Калуського хімічного концерну, з переривами працює й не на повну потужність Надвірнянський нафтопереробний завод.

Отже, головним висновком є те, що ріки Івано-Франківської області, праві карпатські притоки Дністра, не зважаючи на стан їх забруднення або чистоти на даний момент, не втратили здатності до відновлення якості, не припинились процеси самоочищення і в цілому спостерігається позитивна направленість функціонування гідроекосистем.

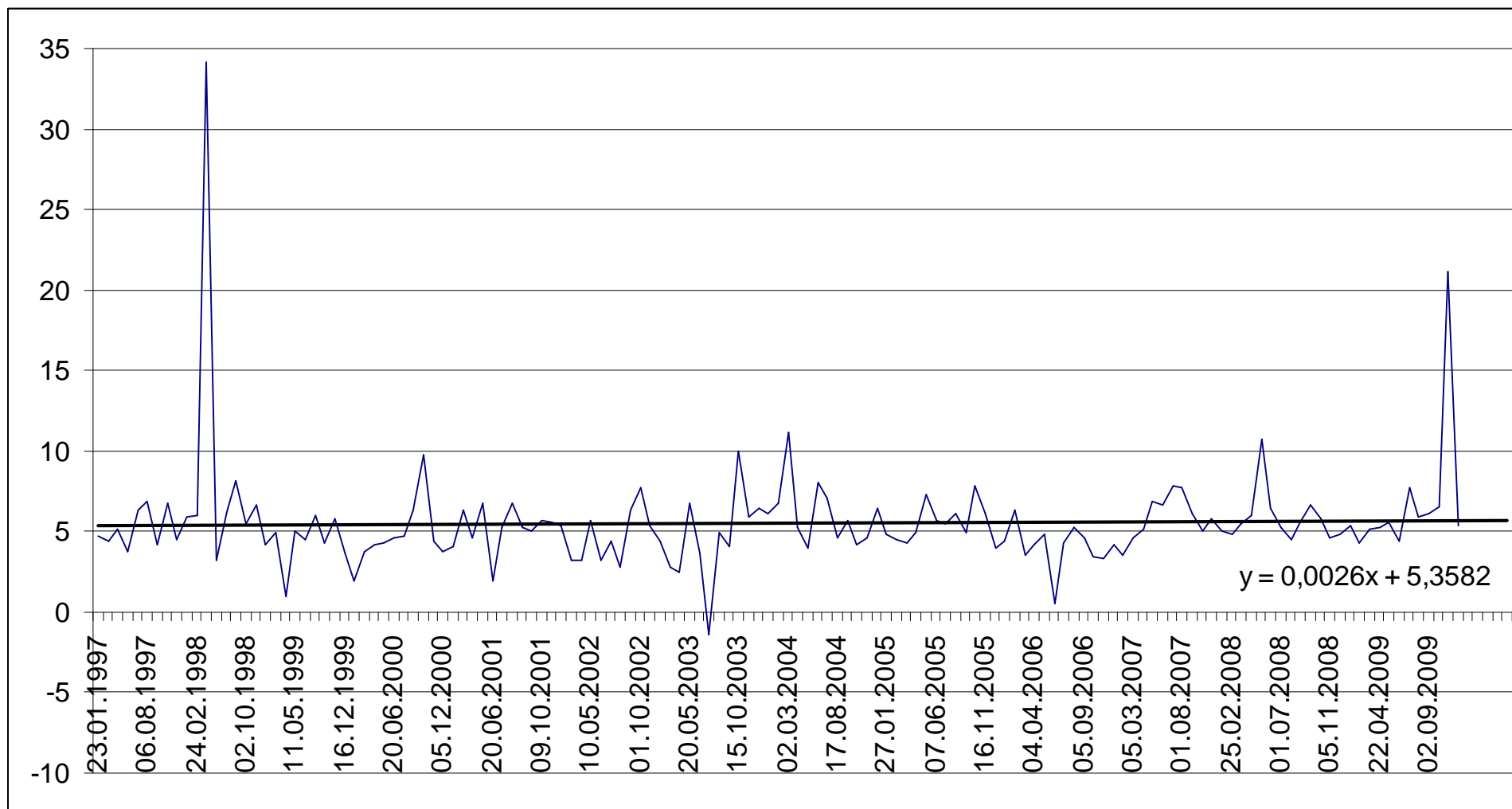


Рисунок 3.1 – Лінійна модель динаміки зміни індексу гідроекологічного потенціалу по р. Бистриця-Надвірнянська – с. Черніїв з рівнянням лінії тренду, за яким може здійснюватись гідроекологічний прогноз

ІГЕП

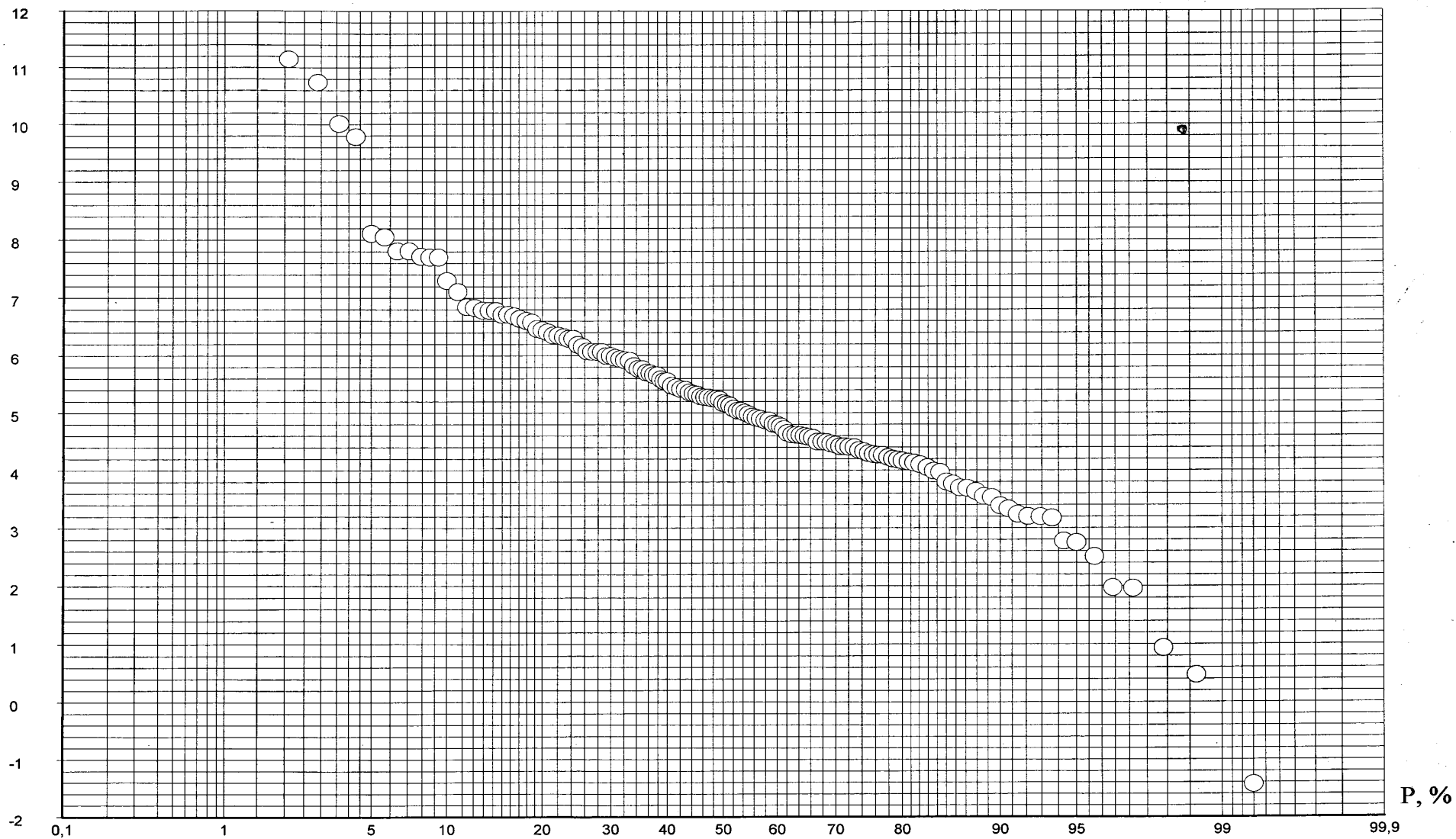


Рисунок 3.2 – Крива забезпеченості індексу гідроекологічного потенціалу р. Бистриця-Надвірнянська

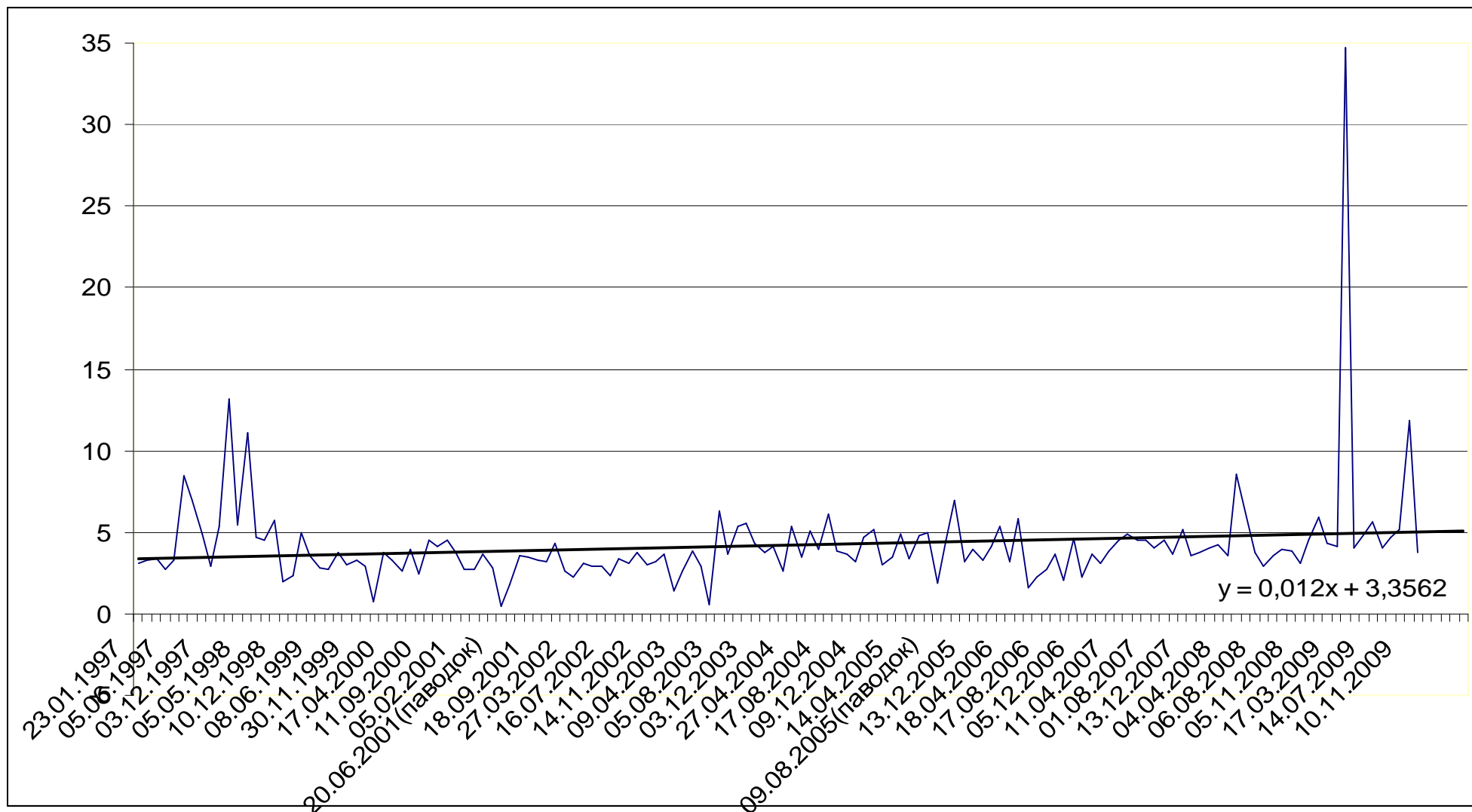


Рисунок 3.3 – Лінійна модель динаміки зміни індексу гідроекологічного потенціалу по р. Бистриця-Солотвинська – (створи: с. Скобичівка, с. Дрогомирчани, м. Івано-Франківськ) з рівнянням лінії тренду, за яким може здійснюватись гідроекологічний прогноз

ІГЕП

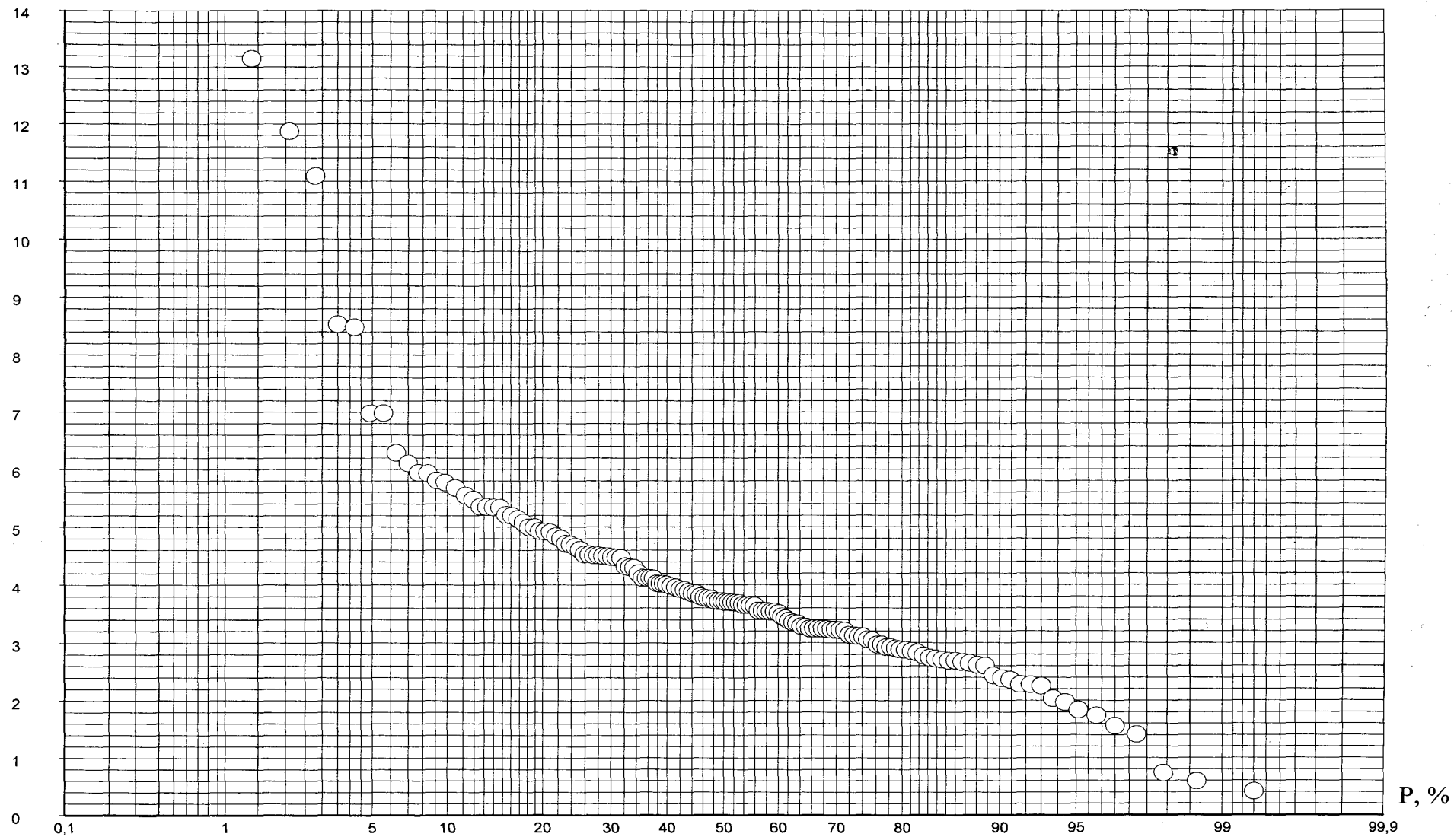


Рисунок 3.4 - Крива забезпеченості індексу гідроекологічного потенціалу р. Бистриця-Солотвинська

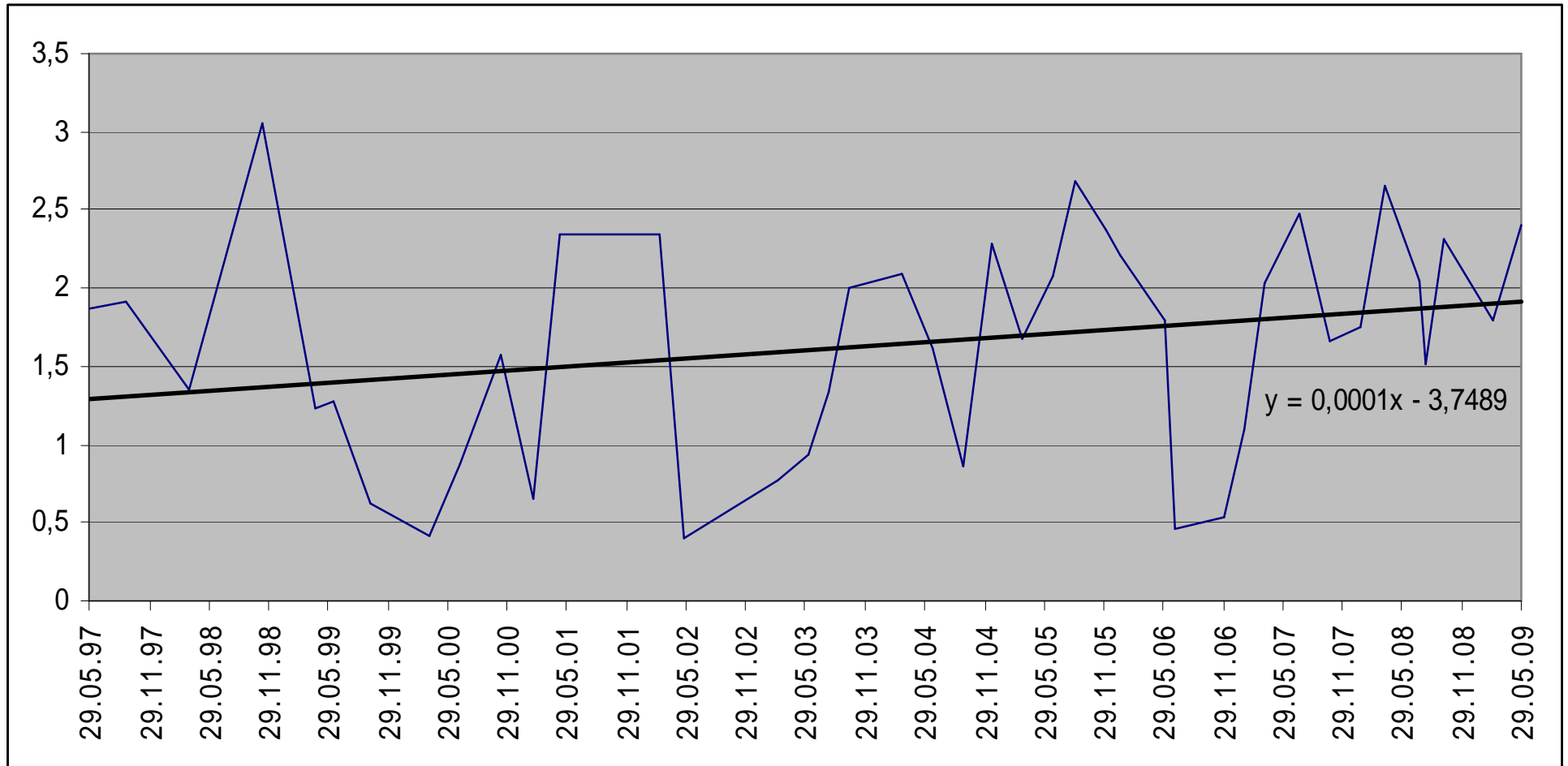


Рисунок 3.5 – Лінійна модель динаміки зміни індексу гідроекологічного потенціалу по р. Ворона – с.м.т. Отинія з рівнянням лінії тренду, за яким може здійснюватись гідроекологічний прогноз

ІГЕП

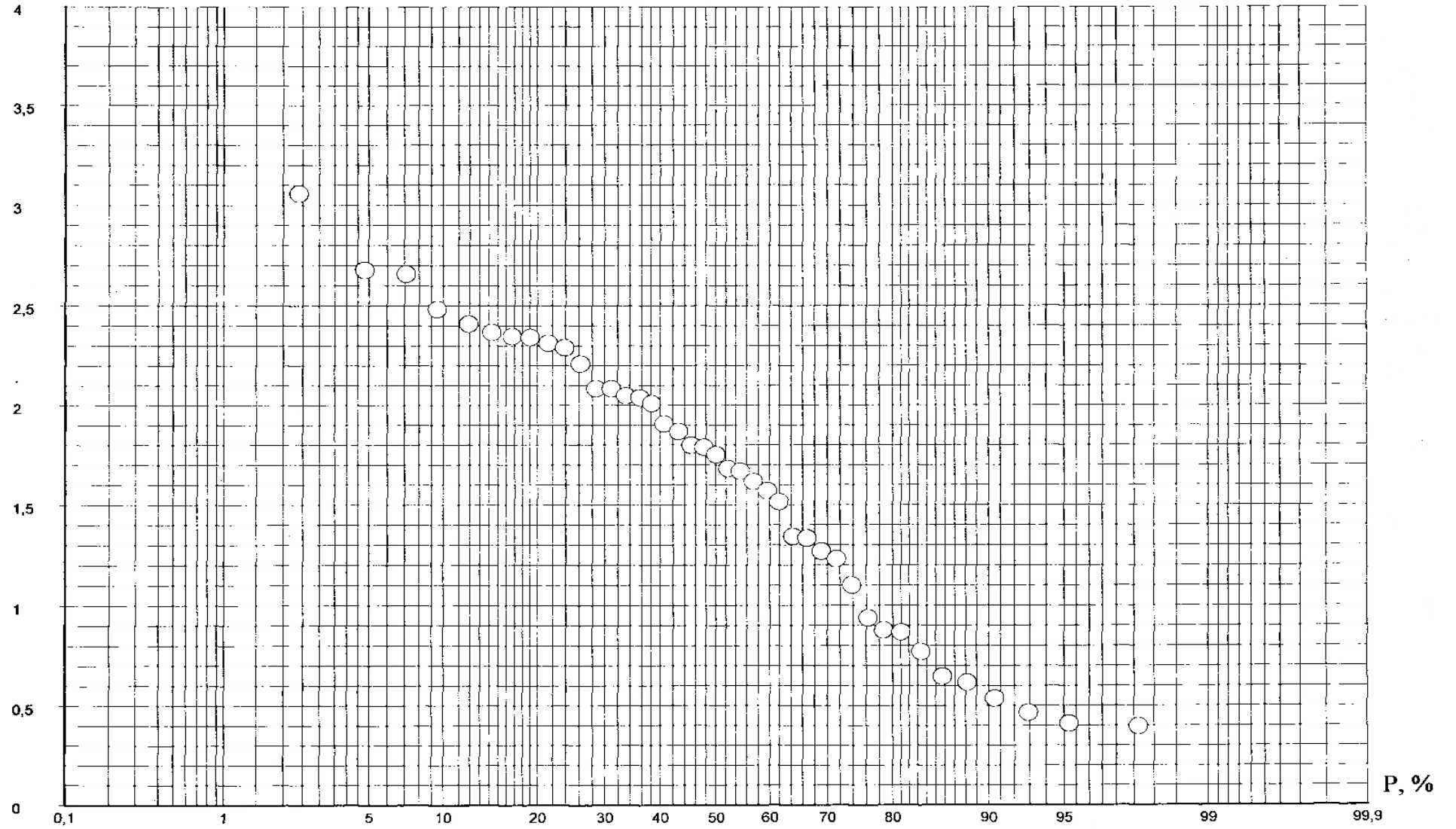


Рисунок 3.6 - Крива забезпеченості індексу гідроекологічного потенціалу р. Ворона

Динаміка індексу гідроекологічного потенціалу по р.Прут - м.Яремче

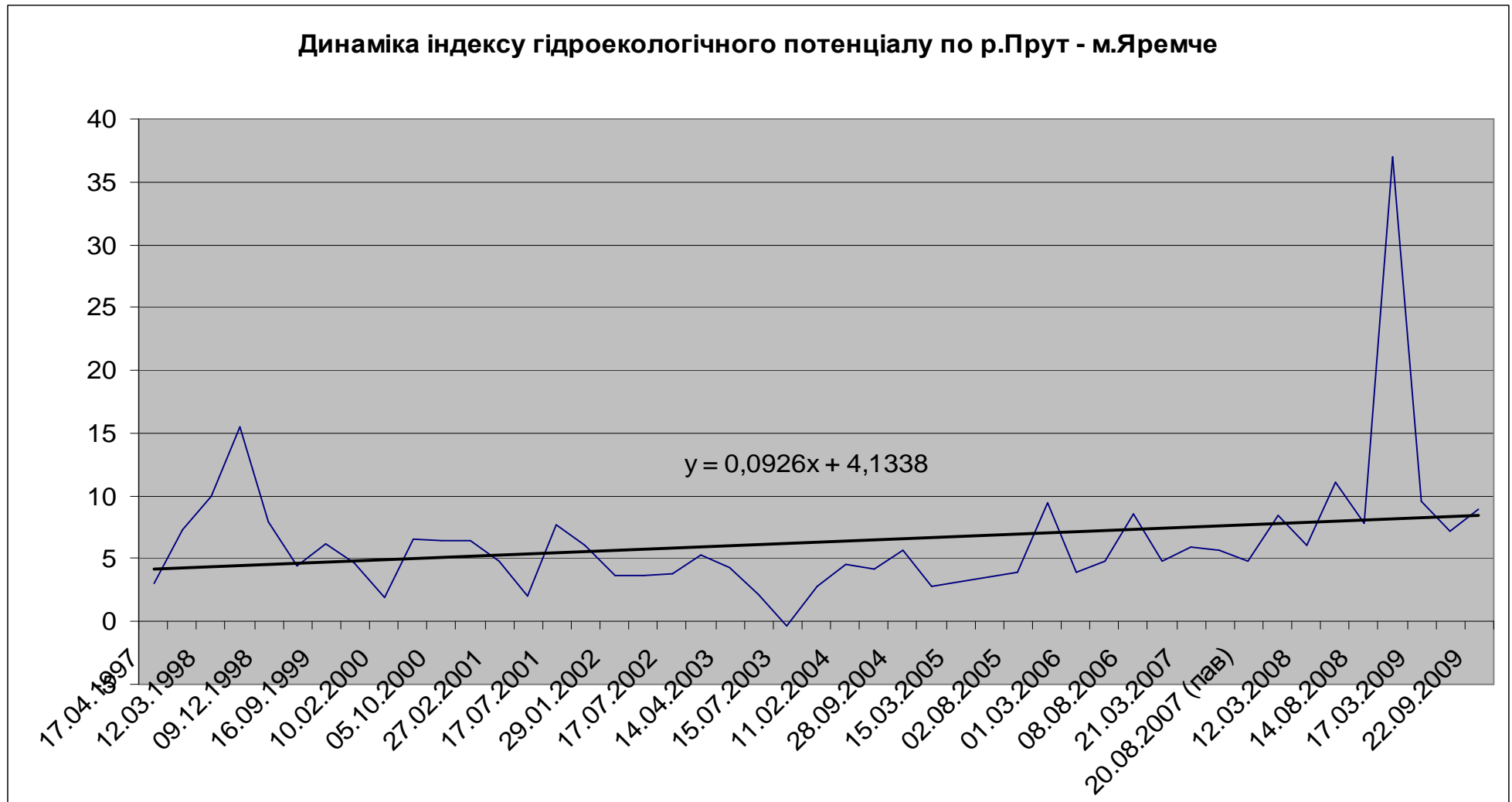


Рисунок 3.7 - Лінійна модель динаміки зміни індексу гідроекологічного потенціалу по р. Прут – м. Яремче з рівнянням лінії тренду, за яким може здійснюватись гідроекологічний прогноз

ІГЕП

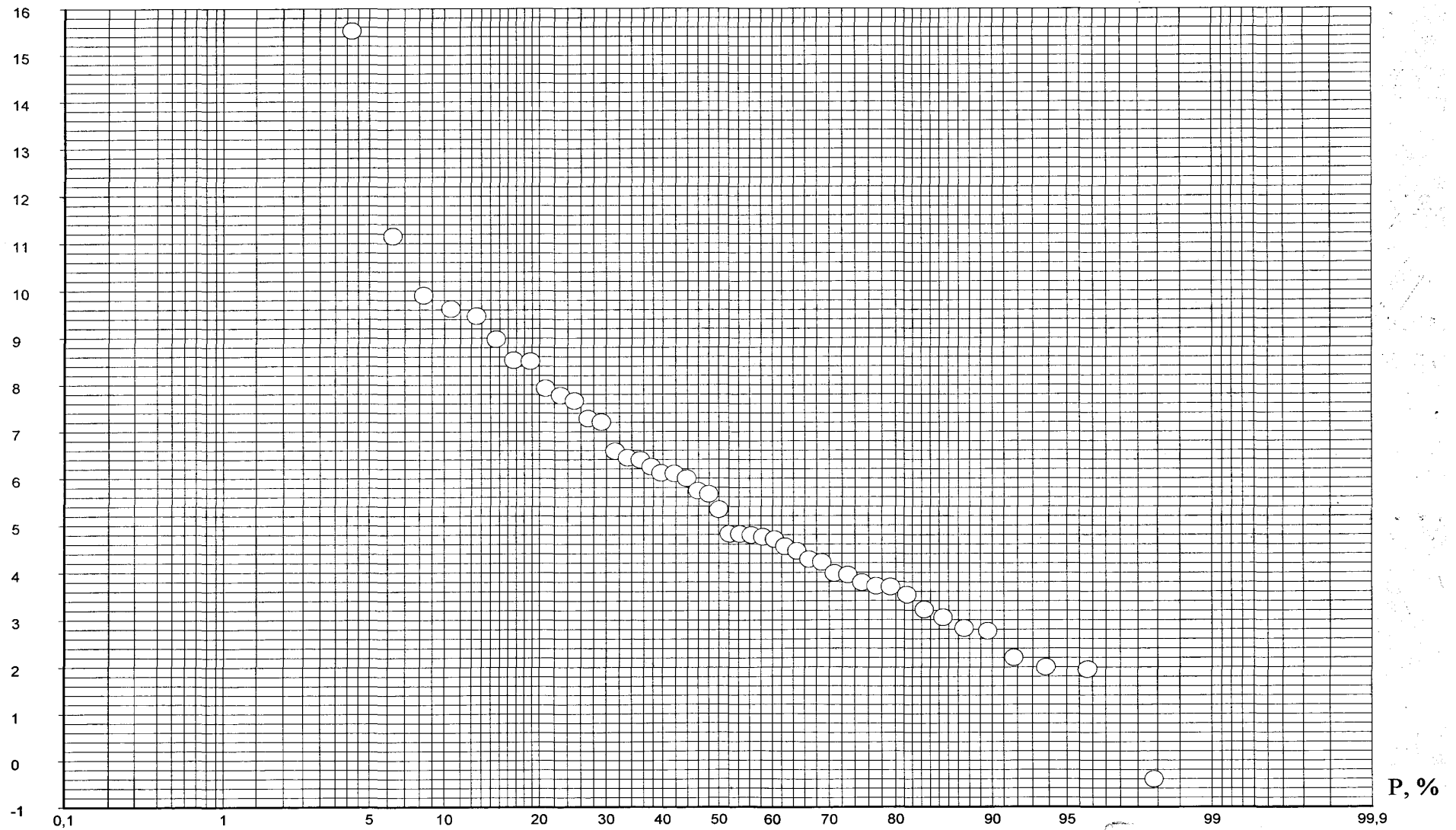


Рисунок 3.8 - Крива забезпеченості індексу гідроекологічного потенціалу р. Прут

Результати експоненціального згладжування ряду індексу гідроекологічного потенціалу по р. Бистриця-Солотвинська (лінійна модель), представлені на рис. 3.3. На рис. 3.4 змодельована крива забезпеченості індексу гідроекологічного потенціалу р. Бистриця-Солотвинська, за якою можна визначити відсоток ймовірності зустрічі величини комплексного показника якості в сторічному прогнозному періоді за умови збереження існуючого антропогенного навантаження.

Як й у випадку р. Бистриця-Надвірнянська, лінія тренду для р. Бистриця-Солотвинська має тенденцію за останні 12 років до збільшення показників якості, але більш різку. Виходячи з фонових показників ІГЕП для створу с. Чернів на рівні регіональних природних (як зазначалось вище відсутнє забруднення гідроекосистеми до водозабору м. Івано-Франківська), що складають трохи більше 5 ІГЕП, спостерігаємо спрямованість тренду р. Бистриці-Солотвинської саме до цього показника. Це підтверджує думку про те, що буферна здатність гідроекосистем при зменшенні антропогенного навантаження (останні 12 років) відновлює свій фоновий природний потенціал, прямуючи до екстремуму.

Лінійна модель динаміки зміни індексу гідроекологічного потенціалу по р. Ворона – с.м.т. Отинія з рівнянням лінії тренду, за яким може здійснюватись гідроекологічний прогноз представлена на рис. 3.5 В даному випадку спостерігаємо подібну тенденцію. Середні значення ІГЕП на рівні 1-1,5-2 вказують на постійне надходження стічних вод, які погіршують природні фонові значення в 2-4 рази. Але гідроекологічний потенціал залишається позитивним, тобто гідроекосистема не втрачає можливості природного самовідновлення. Вбачається наступна закономірність: чим ближче до нульових значень знижується індекс гідроекологічного потенціалу, тим менше резервних потужностей залишається у гідроекосистеми, тим повільніше в часі і в абсолютних показниках відбувається самовідновлення. На рис. 3.6 змодельована крива забезпеченості індексу гідроекологічного потенціалу р. Ворона. В даному випадку спостерігаються найменші відхилення від кривої

згладжування, що робить прогнозні характеристики високого ступеня ймовірності.

Лінійна модель динаміки зміни індексу гідроекологічного потенціалу по р. Прут – м. Яремче з рівнянням лінії тренду, за яким може здійснюватись гідроекологічний прогноз представлена на рис. 3.7. На рис. 3.8 - крива забезпеченості індексу гідроекологічного потенціалу р. Прут – м. Яремче, за якою можна визначити відсоток ймовірності зустрічі величини комплексного показника якості в сторічному прогнозному періоді за умови збереження існуючого антропогенного навантаження.

Порівняння виконаних моделей із попередніми гідроекосистемами р. Бистриця вказує на висновок про залежність ІГЕП від висоти місцевості та гідроекологічного району. З підвищенням висоти місцевості буферна здатність гідроекосистем збільшується з в середньому 5 ІГЕП на рівні 300 м н. р. м. до в середньому 8 ІГЕП на рівні 800 м н. р. м. Стійка тенденція до збільшення індексу гідроекологічного потенціалу зберігається і вданому випадку, що в цілому є характерним для рік четвертого гідроекологічного району.

В третьому гідроекологічному районі для аналізу була обрана р. Свіча, де спостереження проводяться в двох створах в с. Гошів та в с. Межиріччя.

Аналіз якісної складової моделі гідроекологічного потенціалу дає можливість зробити наступні висновки:

1) Створ Гошів розташовано на межі гірської і передгірської частини басейну р. Свіча, вище скидання стічних вод підприємствами м. Долина. Згідно розрахованих значень ІГЕП, даний створ с. Гошів можна вважати фоновим за якістю води для всієї гідроекосистеми р. Свіча. Таким чином, в природному стані індекс гідроекологічного потенціалу знаходиться в межах 3-14, частіше приймаючи значення порядку 5-7. На рисунку 3.9 представлена динаміка ІГЕП р. Свіча у с. Гошів за 1999 – 2007 роки.

2) Протягом останніх років в басейні р. Свіча до с. Гошів не спостерігалось небезпечних гідроекологічних ситуацій, які б призвели до втрати річкою її якісного потенціалу.

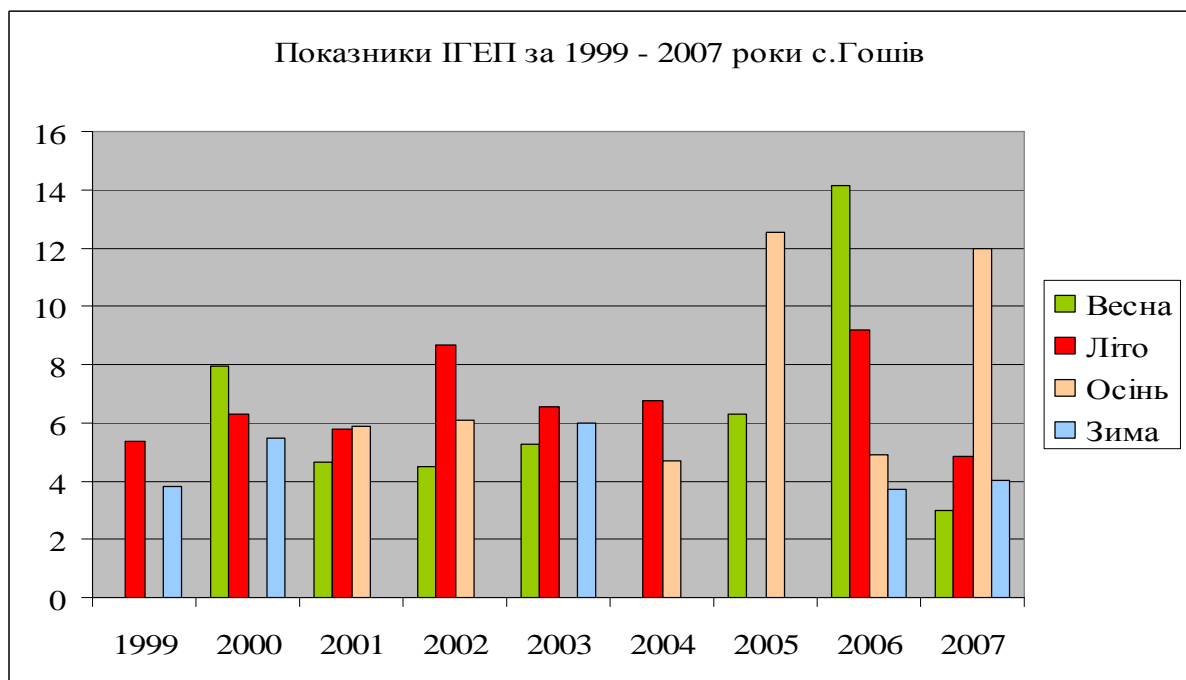


Рисунок 3.9 – Діаграма значень індексів гідроекологічного потенціалу р. Свіча- с. Гошів (1999 – 2007 рр.)

3) В створі р. Свіча – с. Міжріччя спостереження ведуться тільки третій рік, однак навесні 2006 р. спостерігалось значне забруднення ріки, гідроекологічний потенціал від’ємний, тобто декілька речовин перевищували ГДК в десятки разів. Село Міжріччя розташоване нижче за течією ріки, після скидання стічних вод м. Болехова і його підприємств, серед яких потенційно екологічно небезпечним є ВАТ «Шкіряник».

4) Порівняння розрахованих показників ІГЕП по створу с. Гошів та с. Міжріччя за 2006 - 2007 роки дають змогу стверджувати, що між цими створами відбувається постійне техногенне навантаження, що обумовлює погіршення якісного стану в 2-4 рази (рис. 3.10). Причому за стандартними методиками вода р. Свіча у всіх випадках, крім одного, відповідає нормативам і залишається чистою. З метою відновлення природних фонових показників якості води р. Свіча необхідно переглянути нормативи гранично допустимих скидів для всіх водоспоживачів м. Болехова.

5) У тому випадку, коли вода річки є незабрудненою, спостерігається чітка залежність індексу гідроекологічного потенціалу від сезону року. Як видно з діаграми (рис. 3.10), в обох створах, в яких проводились спостереження (проби

відбирались в один день або протягом однієї доби) динаміка зміни ІГЕП за сезонами ідентична.

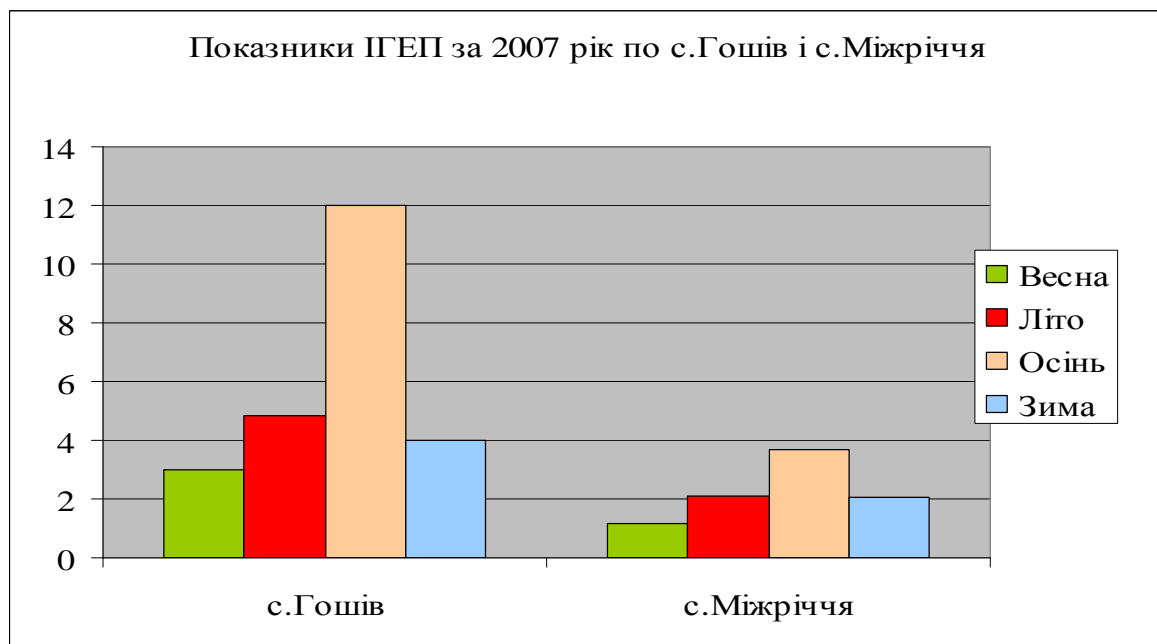


Рисунок 3.10 – Порівняльна діаграма показників ІГЕП р. Свіча у с. Гошів і с. Міжріччя за 2007 рік

3.6 Закономірності внутрішньорічного розподілу індексу гідроекологічного потенціалу

Цікавим виявився аналіз якості води за індексом гідроекологічного потенціалу з точки зору внутрішньорічного розподілу. На рис. 3.11 представлена модель внутрішньорічної зміни індексу гідроекологічного потенціалу, яка базується на середньо багаторічних значеннях для кожного місяця року для р. Прут – м. Яремче.

Лінія тренду має поліноміальний характер 6-го ступеню, що говорить про складні закономірності сезонного розподілу якості води, які, однак, подібні до внутрішньорічного розподілу кількісної складової гідроекологічного потенціалу.

Найнижчі у більшості випадків (рис. 3.11) середньорічні показники ІГЕП спостерігаються взимку, що пов'язано з періодом межені, яка в цей сезон

триває на всіх річках Карпатського регіону. Тобто кількість води у водних об'єктах на рівні ґрунтового живлення, природно збільшується мінералізація, погіршується кисневий режим внаслідок льодоставу; однакова кількість стічних вод навесні і взимку, в останньому випадку буде потребувати більшого обсягу для розбавлення. Тому ІГЕП зменшується.

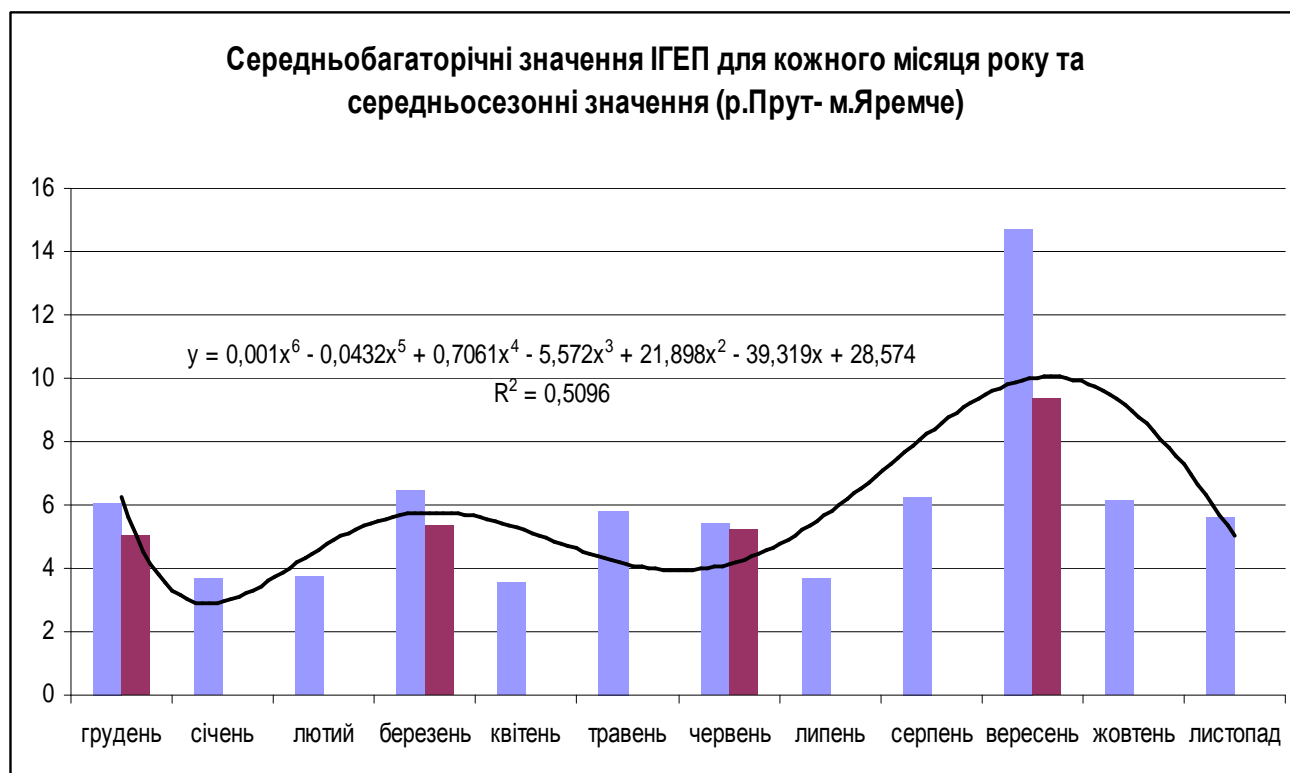


Рисунок 3.11 – Модель внутрішньо річного розподілу індексу гідроекологічного потенціалу з лінією тренду для р. Прут- м. Яремче

Низькі фонові показники ІГЕП навесні (рис. 3.10), ймовірно, пояснюються великою каламутністю води під час повені, яка триває цілий сезон. Крім того, навесні тала від снігу вода, що стікає по схилах басейну ріки, захоплює з собою всі забруднюючі речовини, що накопичились на поверхні ґрунту, у сніговому покриві, перенеслися транскордонними забрудненими потоками повітря тощо. В цей період року в річках спостерігається максимальна кількість наносів, які згодом, розчиняючись у воді, зменшують індекс гідроекологічного потенціалу.

Найвищі фонові показники ІГЕП спостерігаються влітку або восени. Це, ймовірно, пояснюється тим, що при підвищенні температури води швидкість хімічних реакцій збільшується, тобто процеси самоочищення відбуваються

більш інтенсивно. Сприяє цьому і підвищена кількість сонячних днів, які підсилюють процеси фотосинтезу, насичення водою розчиненим киснем тощо.

Крім того, високі значення індексу ІГЕП восени, в деяких випадках найвищі (рис. 3.10, 3.11), ймовірно пояснюються відсутністю в цей період паводків, відповідно зменшення попадання забруднюючих речовин з водозбірної території гідроекосистеми.

На рис. 3.12 представлена модель внутрішньорічного розподілу ІГЕП для р. Бистриця-Надвірнянська – с. Черніїв (водозбір м. Івано-Франківська), де апріорно контролюється забруднення на водозбірній площі і якість природних вод можна вважати фоновією для гідроекосистем північно-східного макросхилу Карпат.

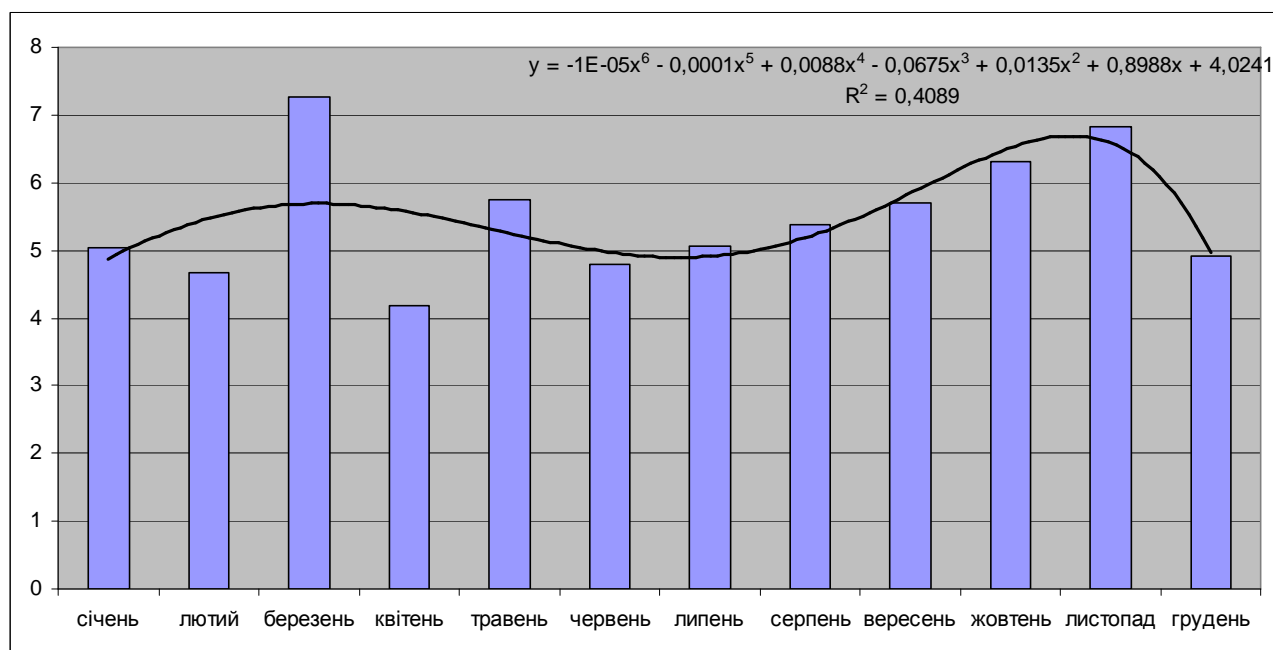


Рисунок 3.12 – Модель внутрішньорічного розподілу індексу гідроекологічного потенціалу з лінією тренду для р. Бистриця-Надвірнянська – с. Черніїв

В цілому закономірності виявляються подібними до описаних вище на прикладі попередніх моделей. Даний розподіл можна вважати типовим для незабруднених правих приток Дністра. Гідроекологічний потенціал річкових вод значно вищий у вегетаційний період, причому незалежно від втручання людини. Цей факт здається нам цілком логічним з огляду на визначаючу роль

живих організмів у створенні якісного потенціалу природних вод. Навесні життєдіяльність гідробіонтів активізується, а для значної кількості однорічних гідробіонтів до початку зими із закінченням вегетаційного періоду завершується.

Більш детально внутрішньорічні зміни якісної складової гідроекологічного потенціалу з амплітудою сезонних значень показані на рис. 3.13.

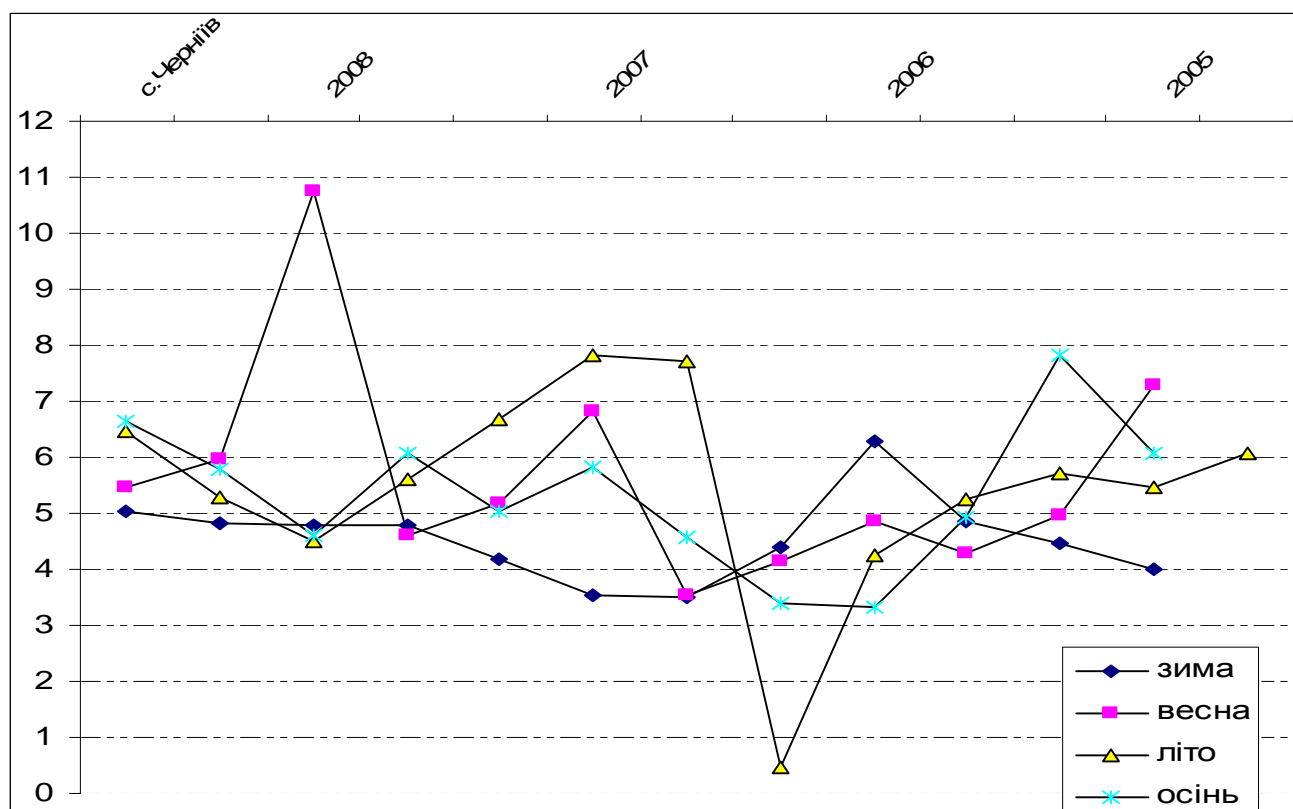


Рисунок 3.13 - Внутрішньорічний розподіл індексу гідроекологічного потенціалу за 2005-2008 рр. по створу: р. Бистриця-Надвірнянська – с. Чернів

Даний приклад є підтвердженням загальних описаних вище закономірностей:

- протягом останніх трьох років фонова середньорічна якість води покращувалась, гідроекологічний потенціал збільшувався;

- найбільша амплітуда коливань ІГЕП характерна для весни і для літа, що, на нашу думку, пов'язано з різкими змінами водності (водопіллям, паводками) у ці сезони року;

- під час максимальної водності потенціал якості природних вод зменшується, що пояснюється змиванням забруднюючих речовин з поверхні

водозбірної площі поверхневим (схилувим стоком);

- після проходження паводку (повені), навіть катастрофічного характеру, як це спостерігалось в кінці липня 2008 р., гідроекологічний потенціал вже у другій половині серпня - вересні місяці відновлювався до середньобаторічних сезонних значень.

Проаналізувавши отримані значення ємності гідроекологічного потенціалу, можна зробити загальний висновок: найбільші потенційні можливості опірності гідроекосистеми зовнішньому впливу будуть спостерігатись у весняно-літній період. Найбільш вразливою гідроекосистема (з найменшим кількісно-якісним гідроекологічним потенціалом) буде взимку. Це обов'язково необхідно враховувати при створенні природно-техногенних гідроекосистем Карпатського регіону з метою управління екологічною безпекою.

3.7 Залежність рядів ІГЕП різних гідроекосистем

Цікаві результати були нами отримані при дослідженні зв'язку між рядами значень індексу гідроекологічного потенціалу в різних пунктах спостережень.

На рис. 3.14 представлена динаміка ІГЕП по трьох суміщених за датами спостережень створах: р. Прут – м. Яремча, р. Прут – м. Коломия, р. Прут – с. Неполоківці. Останні три роки (2005-2009) навіть без математичної моделі яскраво демонструють пряму залежність та ідентичність коливань індексу якості в часі та поступове зменшення в абсолютних показниках вниз по течії. Ймовірніше за все, внутрішньорічна зміна індексу гідроекологічного потенціалу визначається природною складовою, параметрами гідроекосистеми.

Для підтвердження цієї думки був розрахований коефіцієнт кореляції між рядами індексів гідроекологічного потенціалу, розрахованими за 2008 рік між різними річками північно-східного мегасхилу Карпатських гір. Цікавим виявився факт високої залежності двох рядів ІГЕП на рівні $K=0,83$ між сусідніми басейнами рік Бистриці-Надвірнянської та Бистриці-Солотвинської,

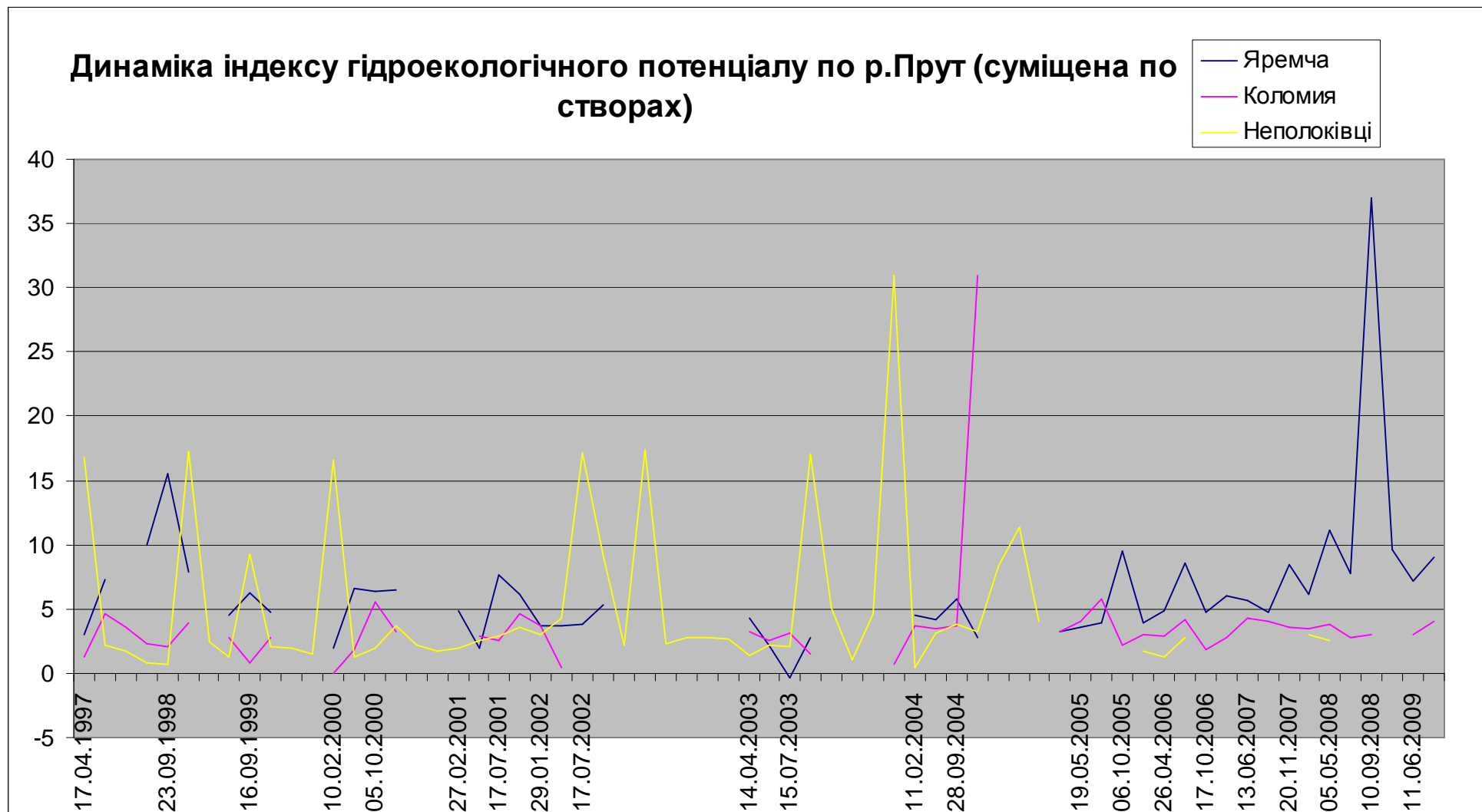


Рисунок 3.14 – Суміщена по створах спостережень динаміка індексу гідроекологічного потенціалу гідроекосистеми р. Прут в межах Карпатського регіону

які мають приблизно однакові площі водозборів, фізико-географічні умови басейнів та порівняну водність. При цьому потенціал якості Бистриці Солотвинської в абсолютних значеннях є нижчим.

А ось коефіцієнт кореляції індексу гідроекологічного потенціалу між р. Вороною та р. Бистрицею, в яку перша несе свої води, виявився рівним одиниці. Створи відбору проб розташовані один за одним по течії. Тобто за умов відбору проб води на аналіз протягом декількох днів для природних показників річок заповідної зони цей факт був би нормою. Зауважимо, що моніторинг на даних водних об'єктах проводився в різні місяці одного сезону (раз в квартал), а також те, що обидва створи розташовані після скидання основної кількості стічних вод, до того ж ріка Ворона вважається однією з найбрудніших на Прикарпатті (такі показники як прозорість води, колір води, вміст амонійного азоту, фосфатів практично в кожній пробі не відповідають стандартам), а на р. Бистриця моніторинг проводиться після скидання стічних вод обласного центру (такі показники як прозорість води, колір води, вміст амонійного азоту, фосфатів, нітритів, а також показники БСК та ХСК в більшості проб не відповідають стандартам). Отже, з цього випливає, що внутрішньорічна зміна індексу гідроекологічного потенціалу визначається природною складовою, параметрами гідроекосистеми.

Нами було виконано дослідження залежності середньобаторічного індексу гідроекологічного потенціалу від висоти місцевості для басейну Дністра в межах Карпатського регіону [12]. Як і передбачалось, коефіцієнт кореляції виявився досить високим $K=0,84$, тобто з підвищенням місцевості якість природних вод покращується. У зв'язку з тим, що середня висота річкових водозборів прямо пропорційно залежить від модуля річкового стоку, можемо зробити висновок, що якість природних вод покращується із збільшенням модуля річкового стоку. Незалежно від рівня антропогенного навантаження в гідроекосистемах зберігається така закономірність.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ:

1. Таким чином, запропонований показник індексу гідроекологічного потенціалу дає змогу:

- оцінити вплив народногосподарських об'єктів на водне середовище;
- виконати порівняння якості вод одного і того ж водного об'єкту вище і нижче місця скиду стічних вод (по течії);
- виконати порівняння якості вод різних водних об'єктів між собою, незалежно від тих забруднюючих речовин, які в них присутні;
- оцінити динаміку змін якості водних об'єктів в часі;
- виявити якісну складову гідроекологічного потенціалу;
- оцінювати фонові якісні показники природних водних об'єктів;
- порівнювати якісний стан поверхневих вод різної чистоти, в тому числі заповідних, рекреаційних, рибогосподарських та іншого призначення водних об'єктів;
- виявляти багаторічні тенденції змін якості природних вод, базуючись на даних державного екологічного моніторингу;
- оцінювати внутрішньорічну динаміку природних змін якості водних об'єктів, узгоджувати динаміку антропогенного навантаження;
- розраховувати рівень самоочищення водних об'єктів, їх здатність до перетворення забруднюючих речовин в умовах постійного техногенного навантаження;
- визначати величину максимально можливого антропогенного навантаження;
- оцінювати рівень індексу гідроекологічного потенціалу для рік, на яких не проводяться моніторингові дослідження та ін.;
- здійснювати гідроекологічний прогноз;
- моделювати та картувати гідроекологічну ситуацію та ін.

2. Запропонована модель якісної складової гідроекологічного потенціалу має оптимізаційну мету, тобто визначає допустимий антропогенний вплив для збереження екологічної рівноваги басейнової системи. Частково

запропоновану модель можна вважати імітаційною, яка за означенням має на меті споглядання за динамікою розвитку екологічного процесу.

3. Запропонований індекс гідроекологічного потенціалу дає можливість оцінити самоочищення басейнових систем в часі і в просторі. Встановлено, що ІГЕП збільшується з підвищенням висоти місцевості, виявляє тенденцію до збільшення потенціалу за останні 12 років в більшості екосистемах Карпатського регіону. ІГЕП має закономірності внутрішньорічного розподілу, підвищуючись у вегетаційний період та зменшуючись у період зимової межени.

4. Запропонований показник дає можливість використання простого методу встановлення пріоритетів, тобто певні райони чи ділянки гідроекосистем, які відповідають визначеним стандартам якості навколишнього середовища, без подальшого втручання можуть вважатись еталонними, в той час як інші ділянки гідроекосистем можуть ранжуватись і оцінюватись в залежності від знаку і величини ІГЕП.

5. Запропонований показник виявляє закономірності природного характеру, які можна описати математично. Тому перспективним є проведення районування території і визначення залежностей для оцінки гідроекологічного потенціалу рік, на яких не проводяться спостереження за хімічним складом води.

4 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ НА ГІДРОЕКОСИСТЕМИ

4.1 Екологічна оцінка будівництва малих ГЕС в Карпатському регіоні

4.1.1 *Узагальнена оцінка впливів на навколишнє середовище впровадження програми розвитку малої гідроенергетики*

В нижченаведеному підрозділі роботи надана оцінка наслідків для навколишнього середовища і гідроекосистем, зокрема, впровадження програми розвитку малої гідроенергетики в Карпатському регіоні. Підрозділ складений з метою усунення занепокоєності щодо можливої загрози здоров'ю людини та завдання шкоди довкіллю; доведення сприяння підвищенню рівня життя шляхом мінімального втручання в навколишнє середовище, гарантування збереження біорізноманіття і відновлювальної властивості екосистем як основного джерела життя, тобто екологічної безпеки.

Мета програми розвитку малої гідроенергетики Карпатського регіону полягає в тому, щоб задовольнити зростаючі національні потреби у енергії на локальному рівні, забезпечивши екологічний баланс навколишнього середовища. Впроваджуючи цю програму, регіон зменшує економічну залежність від іноземних джерел органічного палива, забезпечує економічний добробут, індустріальне виробництво та національну безпеку.

Одним з методів попередження і запобігання надзвичайним та техногенним небезпечним ситуаціям є екологічна експертиза передпроектної і проектної документації, державних планів і програм. Однак, екологічна експертиза стосується лише оцінки *значимих* екологічних впливів [40].

В цілому, згідно з директивою Ради Європейських Співтовариств від 27 червня 1985 р. (85/337/ЕЭС), проекти ГЕС не належать до проектів, що потребують обов'язкової екологічної експертизи (ЕЕ), а відносяться до проектів, що потребують ЕЕ при вірогідності значних впливів на навколишнє

середовище. Потрібно додати, що суттєве значення має потужність електростанцій. Наприклад, обов'язкової ЕЕ потребують ТЕС потужністю більше 300 МВт, ми ж пропонуємо максимальну потужність МГЕС - 5 МВт. Таким чином, якщо проекти ГЕС значної потужності (> 10 МВт) викликають значні екологічні впливи у визначених, але не у всіх випадках (тобто залежно від сукупного впливу їх характеристик, розміру і розташування) [38], то проекти з запропонованим з метою техногенної екологічної безпеки зменшенням максимальної потужності МГЕС з 10 до 5 МВт, які ми надалі й розглядаємо, на наш погляд, не будуть викликати екологічних впливів, що виходять за межі можливих природних коливань компонентів довкілля.

Однак, вважаємо, що на стадії розробки робочих проектів улаштування МГЕС з метою визначення природоохоронних заходів для покращання існуючого стану навколишнього середовища в Карпатському регіоні, потрібно провести оцінку впливу на навколишнє середовище.

Розглянемо більш детально очікувані впливи впровадження програми розвитку малої гідроенергетики на навколишнє середовище:

а) в абіотичному навколишньому середовищі:

- літосфера – *зміни не передбачаються;*
- атмосфера: зміни якості повітря від улаштування МГЕС – *не передбачаються;*
- гідросфера: зміни кількості води - *не передбачаються,*
якості води – хімічні – *не передбачаються,*
біологічні – *очікується покращення;*
- геофізсфера: зміни рівня шуму і вібрації – *передбачаються в допустимих межах;*
- педосфера: кількісні зміни земельних площ – *часткове вилучення земель заплавних або першої надзапавної тераси;*
 - *ерозія ґрунту – очікується послаблення руслової;*
 - *зміни якості ґрунту – не передбачаються;*

б) в біотичному навколишньому середовищі:

- зоосфера - втрати для фауни і природних екосистем з наступним впливом на різноманітність і кількість видів, на сільське господарство - *в цілому не передбачається, очікується покращення гідробіологічних умов;*
- фітосфера - втрати для флори і природних екосистем з наступним впливом на різноманітність і кількість видів, на сільське і лісове господарство - *в цілому не передбачається;*

в) в соціальному навколишньому середовищі:

- демосфера: зміна рівнів смертності і захворюваності людей – *очікується покращення умов життя людей;*
зміна естетичної цінності ландшафту – *часткова;*
- техносфера: пошкодження окремих будівель, споруд і груп споруд – *не передбачається;*
зміна зовнішнього виду окремих будівель і якості забудованого навколишнього середовища – *не передбачається.*

Щодо чинників навколишнього середовища природно-антропогенної геосистеми МГЕС, то діючим антропогенним фактором були лише порушення компонентів довкілля, забруднення сфер внаслідок впровадження програми розвитку малої гідроенергетики відбуватися не буде.

Потреба у ресурсах при будівництві та експлуатації МГЕС складатиме:

Земельних – у процесі будівництва буде вилучена земля у тимчасове короткострокове користування, в процесі експлуатації – у тимчасове довгострокове користування;

Сировинних – в процесі будівництва будуть використовуватись місцеві будівельні матеріали; використання інших природних сировинних ресурсів не очікується.

Енергетичних – не очікується;

Водних – в процесі експлуатації до закриття станції використовуватиметься гідроекологічний потенціал в кількості, що залежить від потужності МГЕС, як основна сировина без зміни якісного складу поверхневих вод;

Трудових – в процесі будівництва і експлуатації потреба буде задовільнена за рахунок надлишку трудових ресурсів по всьому Карпатському регіону.

Таким чином незворотне використання природного потенціалу не очікується.

Соціально-економічна необхідність запропонованої діяльності полягає у збільшенні виробництва електроенергії зі збільшенням соціальних відрахувань у бюджет та наданням нових робочих місць; покращання умов життя населення, розвиток індустрії, зокрема, рекреаційно-туристичної.

Запропонований процес оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) на стадії розробки робочих проектів улаштування МГЕС з метою покращання існуючого стану навколишнього середовища в Карпатському регіоні, повинен методично складатися з наступних робіт (рис. 4.1) [38]. Вважаємо, що ОВНС МГЕС – це комплексний прогноз змін стану довкілля на підставі аналізу впливів запланованої діяльності з урахуванням можливих попереджувальних і захисних заходів з метою визначення прийнятності таких змін і можливості практичної реалізації будівництва МГЕС в тих чи інших умовах Карпатського регіону.

Враховуючи сучасний стан навколишнього середовища Карпатського регіону та існуючі соціально-екологічні проблеми були розглянуті можливі впливи проектованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на навколишнє середовище, види впливів та поведений аналіз очікуваних змін ресурсів навколишнього середовища.

Впливи, що очікуються, можуть поділятися на:

- первинні впливи – це ефекти, які викликані безпосередньо цією діяльністю і загалом відбуваються у тому ж місці і у той же час, що й сама діяльність;

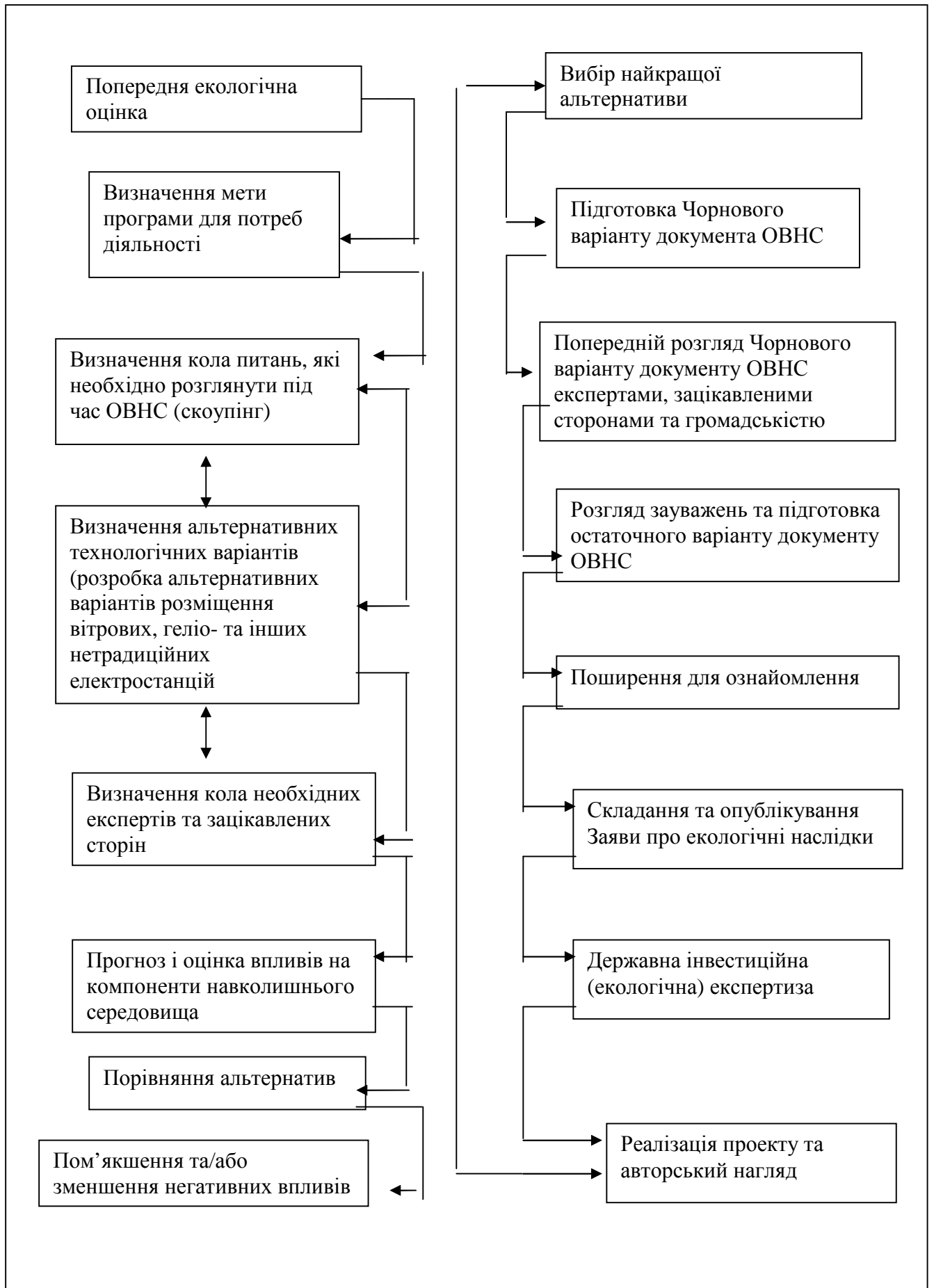


Рисунок 4.1 - Процес оцінки впливів на навколишнє середовище

- вторинні впливи – непрямі впливи діяльності; вони охоплюють потенційні ефекти від додаткових змін, та скоріш за все відбуватимуться пізніше або у іншому місці, хоча і будуть результатом втілення саме цієї діяльності;

- інтегральні (кумулятивні) впливи – це екологічні впливи, які є результатом зростаючого впливу запропонованої діяльності на певний ресурс, якщо розглядати його спільно з минулими, сучасними та реально передбачуваними діяльностями.

Впливи, що очікуються, можуть крім описаних поділитися на довго- і короткострокові, позитивні і негативні. Результатом очікуваних впливів будуть наслідки, які пом'якшуються або мінімізуються комплексом природоохоронних, технічних та/або технологічних заходів.

Екологічні критерії та норми оцінок впливу на те чи інше середовище регламентуються діючим природоохоронним законодавством України – Закони, Кодекси, ГОСТ, ДВСТ, СанПін, БНіП, РД, ВРД тощо.

Оцінку екологічних впливів та очікувані наслідки планованої діяльності автор проводив, базуючись на досвіді проведення таких робіт у Карпатському регіоні. Для кожного конкретного об'єкту будівництва повинен бути розроблений відповідний “Робочий проект”, що є наступним кроком інвестиційного процесу оцінки екологічних впливів. В означених “Проектах” буде надана детальна оцінка впливів кожного запропонованого об'єкту на компоненти навколишнього середовища. Такий приклад наведений в підрозділі нижче.

Очікувані зміни в геологічному середовищі – очікується мінімальне руйнування гірських порід при будівництві малих і міні ГЕС, порушення гірських порід не буде спостерігатись при виборі варіанту спорудження мікро ГЕС потужністю до 100 кВт. Проведені дослідження екзодинамічних явищ та процесів вказали на яроутворення, зсувонебезпечність, селенебезпечність і т ін. Карпатського регіону. Жодна з МГЕС не може бути збудована в межах сейсмо-

та/або екзодинамічно активних ділянок, а також в зонах виходу тектонічних розломів на денну поверхню. Середній сейсмічний потенціал регіону може викликати активізацію зсувів (за результатами сейсмічних спостережень тектонічна активізація рухів складає один землетрус силою до 5 балів на 10 років). Крім того, можлива активізація зсувних тіл, утворення ярів при будівництві під'їзних шляхів, улаштуванні майданчиків МГЕС, прокладанні ліній електропередач (ЛЕП). Очікується затухання руслової ерозії в місцях впливу МГЕС.

Більшості негативних впливів на геологічне середовище можна уникнути або зменшити їх через впровадження заходів контролю і запобіжних заходів.

Очікувані зміни в атмосферному середовищі – запропонована діяльність не планує улаштування джерел викиду в атмосферне повітря, тому додаткового впливу в межах регіону не очікується. Планується використовувати технологічний автотранспорт, який буде забруднювати вихлопними газами атмосферне повітря в період будівництва. Двигуни автотранспорту викинуть в атмосферу: оксид вуглецю, вуглеводні та оксид азоту. Також очікується погіршення видимості в місцях запилення під'їзних шляхів. Але в цілому перевищення забруднення атмосферного повітря регіону при будівництві та експлуатації МГЕС не очікується.

Виходячи з того, що атмосферне повітря – єдиний компонент навколишнього середовища, який буде відчувати мінімальні зміни при впровадженні проектованої діяльності, вважаємо за доцільне отримати конкретні значення цього забруднення.

При впровадженні етапів проекту будуть використані вантажні автомобілі з дизельними двигунами. Середній пробіг всіх автомобілів цього типу, задіяних при різних операціях в будівництві, становить близько 1,5 тис.км/рік. Середній вік автомобілів 8-10 років, технічний стан – добрий. Забруднення атмосферного повітря вихлопами двигунів автотранспорту розраховано за формулою:

$$M = m \cdot Z \cdot P_k, \quad (4.1)$$

де M – маса викинутої за розрахунковий період шкідливої речовини;

m – питомий викид шкідливої речовини автомобілем даної групи;

P_k – коефіцієнт, що враховує середній вік парку і технічного стану автомобілей.

Підставивши дані, отримуємо:

$M_{CO} = 0,053065$ т/рік;

$M_{CH} = 0,01998$ т/рік;

$M_{NO} = 0,00999$ т/рік.

На ґрунтових дорогах довжина хмари пилу складає від 50 до 150 м. Концентрація пилу на дорозі в хмарі може перевищувати 100 мг/м^3 , при цьому максимальний осад пилу відбувається на відстані до 30 м від дороги. На цій смузі на 1 м^2 за розрахунками осідає від 1,47 до 5,12 г пилу. Загальна смуга, на якій відбувається інтенсивне осад пилу, становить 100-150 м від дороги. Забруднення буде відбуватися в межах санітарно-захисних зон доріг, а загальний об'єм викидів забруднюючих речовин значно зменшиться після закінчення етапу будівництва.

В цілому більшості негативних впливів на атмосферне середовище можна уникнути або зменшити їх через впровадження заходів контролю і запобіжних заходів.

Мікроклімат – впливів не очікується при улаштуванні запропонованих безгребельних МГЕС.

Очікувані зміни у водному середовищі – Запропонована діяльність не планує улаштування джерел викиду в водне середовище, тому додаткового впливу в межах регіону не очікується; забруднення поверхневих і підземних вод в період будівництва і експлуатації буде відсутнє. Для водного середовища характерні прямі впливи, які полягають у промисловому використанні річкового стоку, що призведе до зміни динамічних властивостей водотоків; ймовірна зміна морфології русел.

Очікується покращання водообміну та аерації води, поліпшення кисневого

режиму і підвищення біологічної активності поверхневих водойм; покращання режимів водотоків. Жоден з нормативів якості води не буде перевищений, окрім випадків недотримання технологічного регламенту проведення робіт та аварійних ситуацій на будівництві. При улаштуванні нерукавної МГЕС буде очікуватись деградація русла в місці спорудження. При будівництві МГЕС на вибраних ділянках запропонованої потужності виснаження рік не очікується так само, як будь-яких кількісних і якісних змін у ґрунтових водах.

До потенційних впливів на водне середовище, які також можуть мати місце внаслідок виконання запропонованої програми, належать: підвищення стоку поверхневих вод та збільшення кількості наносів через пошкодження ґрунту при улаштуванні майданчика будівництва та прокладанні доріг і ліній електропередач (ЛЕП). Ступінь впливу на водні ресурси залежатиме від близькості пошкодженої ділянки до русла потоку, нахилу і стрімкості схилу, ступені та об'єму території пошкоджень, характеру ґрунтів та підстилаючих порід, а також тривалості проведення споруджувальних робіт та вчасного застосування запобіжних заходів; їх успіху чи невдачі. Вплив, скоріше за все буде підвищеним одразу після початку проведення споруджувальних робіт, та, вірогідніше, зменшуватиметься з часом через природну стабілізацію, застосування відновлювальних та рекультиваційних заходів. Споруджувальні роботи відбуватимуться на протязі відносно короткого періоду, а тому більшість пошкоджень будуть інтенсивними, але короткостроковими.

Проведений аналіз показав, що переміщення наносів до русел буде дуже незначним, але все ж їх слід контролювати в межах чутливих басейнів шляхом обмеження на ерозійних ділянках через запровадження найефективніших методів та запобіжних заходів. В цілому наявність серйозного впливу на водне середовище видається малоімовірною за умов дотримання природоохоронних вимог, впровадження техніко-технологічних заходів та застосування запобіжних заходів.

Очікувані зміни ґрунтів – очікується, що жоден з нормативів якості

грунтового покриву не буде перевищений, джерела забруднення ґрунтів відсутні. Очікується пошкодження ґрунтового покриву (зняття рослинного покриву, оголення ґрунту, ймовірно змішування горизонтів ґрунту, ущільнення ґрунту, втрата родючості ґрунту та зниження опору ґрунтів вітровій та водній ерозії) при будівництві під'їзних шляхів до об'єктів МГЕС (мінімальна ширина полотна дороги 3 м), майданчиків МГЕС та при прокладанні ЛЕП. Більшість цих впливів можуть призвести до ускладнень при відновленні через низький та дуже низький відновлювальний потенціал ґрунтів.

Базуючись на професійній оцінці та попередньому досвіді щодо ґрунтової ерозії у Карпатському регіоні, допуск втрат ґрунту (наближається до рівня використання ґрунту) складає приблизно 2 тонни/га/рік. Існуючий обсяг природної ерозії в регіоні оцінений на рівні приблизно 1,5 т/га/рік. Очікується зменшення руслової ерозії ґрунту в межах впливу МГЕС.

Після закінчення робіт, пов'язаних з порушенням ґрунтового покриву, організація-підрядник буде проводити рекультивацією земель, які були передані у тимчасове короткострокове користування після завершення будівництва та повну механічну рекультивацію пошкоджених земель, які були передані у тимчасове довгострокове користування після закриття станції і передасть їх постійному землекористувачу для подальшої біологічної рекультивації.

За умов уникнення ділянок з чутливими ґрунтами та схилів з нахилами $>25^{\circ}$, а також розробки продуманих планів рекультивації та контролю поверхневих стоків, ерозії та наносів для тих ділянок з чутливими ґрунтами, уникнути яких неможливо, впровадження запропонованої діяльності не матиме значного впливу на ґрунтові ресурси.

Очікувані зміни в рослинному і тваринному світі, вплив на заповідні об'єкти – вплив на біологічні ресурси виражений у вигляді вилучення у тимчасове короткострокове і довгострокове користування земель, придатних для пасовиськ і заготівлі кормів для свійських тварин навколо кожного

майданчику МГЕС. При плануванні майданчиків будівництва слід уникати лісових ділянок. Очікується руйнування рослинного покриву, а відповідно й корму для тварин, і зміни в його різноманітті в цих межах з подальшою рекультивацією за тих же строків, що й ґрунту. Мутагенні або міграційні зміни у біологічних ресурсах не очікуються.

Очікується покращення гідробіологічних умов.

Прямих впливів на тваринний світ і заповідні об'єкти не очікується. Можливий травматизм серед свійських та/або диких тварин за рахунок підвищення дорожньо-транспортного руху, ймовірного попадання риби в рукав ріки або відвідний канал, на якому улаштовується МГЕС, а відповідно й на споруди МГЕС, що призводитиме до її загибелі. Але в зв'язку з тим, що райони перспективного улаштування МГЕС є досить заселеними територіями (передача енергії на відстань більше 5 км від МГЕС не вигідна), дикий тваринний світ представлений в них дуже бідно. Усі ділянки перспективного впровадження МГЕС знаходяться за межами заповідних зон.

Більшості негативних впливів на рослинний і тваринний світ можна уникнути або зменшити їх через впровадження заходів контролю і запобіжних заходів.

Очікуваний вплив на навколишнє соціальне середовище – соціальне середовище безумовно буде і є одним з основних та найвпливовіших об'єктів при впровадженні запропонованих дій по улаштуванню МГЕС. Місцеві жителі можуть відчувати вплив від електромагнітних полів навколо ЛЕП та підвищення рівня шуму при будівництві та експлуатації МГЕС. Утворення радіоактивних полів не очікується. Зона впливу фізичних полів обмежується санітарно-захисною зоною об'єкту МГЕС або ЛЕП. Нормативні значення допустимих рівнів звукового тиску регулюються СН № 3223-85 та СНіП II-12-77. Нормативні значення допустимих впливів електромагнітного поля регулюються ГОСТ 12.1.002-84 та СН № 5802-91.

Можливе погіршення естетичного сприйняття довкілля. Порушення

місцевими жителями елементарних правил безпеки життєдіяльності може призвести до травматизму і навіть загибелі людей під час будівництва та експлуатації МГЕС.

Як позитивний вплив очікується підвищення рекреаційного використання території, покращання умов питного водозабезпечення. Прогнозується покращання енергозабезпеченості населення, підвищення рівня життя населення регіону, збільшення кількості робочих місць при впровадженні програми розвитку малої гідроенергетики регіону, збільшення відрахувань в місцевий і обласний бюджет, що покращить матеріальне становище місцевого населення.

Більшості негативних впливів на соціальне середовище можна уникнути або зменшити їх через впровадження заходів контролю, запобіжних заходів та дотримання техніки безпеки.

Очікуваний вплив на навколишнє техногенне середовище – покращення енергозабезпеченості промислових підприємств в зоні впливу МГЕС. За умов об'єднання МГЕС з спеціалізованими водогосподарськими системами можливе риборозведення, протиповіневий захист тощо.

Відходи – в процесі експлуатації не утворюються; в процесі будівництва – мінімальні (бутобетонне сміття).

Таким чином, в результаті впровадження програми розвитку малої гідроенергетики в Карпатському регіоні очікуються як позитивні, так і негативні впливи на навколишнє середовище. Останні не можна вважати значимими. Мінімізація або уникнення існуючих негативних впливів можливо шляхом повної відповідності запланованих дій до діючого чинного природоохоронного законодавства та проєктованих техніко-технологічних рішень та застосування необхідного комплексу заходів, спрямованих на охорону навколишнього середовища.

В цілому можна зробити висновок, що порушення навколишнього середовища улаштуванням МГЕС порівняно з їх народногосподарським

значенням є незначним, при цьому зміна хімічного складу компонентів навколишнього середовища не очікується. Ось чому такі джерела енергії загальноприйнято вважати екологічно чистими.

Аналізуючи конкретні технологічні варіанти впровадження МГЕС, сучасний стан навколишнього середовища в межах розглядаємих ділянок, а також враховуючи існуючі екологічні проблеми в Карпатському регіоні та ставлення громадськості щодо запропонованої діяльності, в проекті оцінки впливу на навколишнє середовище конкретної МГЕС на стадії робочого проекту повинно розглядатися декілька альтернатив подальшої господарської діяльності. Оцінку екологічних впливів та очікувані наслідки по альтернативах запланованої діяльності проводять, базуючись на існуючій інформації конкретного проекту, а також за аналогічними даними з робочих проектів на будівництво вже існуючих МГЕС.

Однією з альтернатив, що розглядатимуться, може бути альтернатива повного використання річкового стоку на відміну від часткового, як це запропоновано у всіх без виключення рекомендованих МГЕС в Карпатському регіоні. Максимальне використання річкового стоку неможливе без будівництва греблі і створення водосховища. Це констатується найбільшими об'ємами будівництва, утворенням відходів і найбільшим негативними екологічним впливом, який полягає у порушенні геологічного середовища будівництвом греблі, водосховища, зміною мікроклімату, можливою активізацією зсувів і інших небезпечних геодинамічних процесів навколо водосховища, підйомом рівня ґрунтових вод, можливим заболочуванням прилеглих територій, невід'ємною абразією берегів тощо. Всі ці екологічні впливи відсутні при впровадженні МГЕС. Крім того, решта існуючих впливів при улаштуванні МГЕС буде збільшена до того ступеня, що вони можуть стати значимими.

Обов'язково повинна бути розглянута альтернатива відмови від діяльності. Ця альтернатива розглядається як базовий варіант для оцінки та порівняння

прогнозованих екологічних впливів та наслідків впровадження інших альтернатив. Для цього потрібне детальне вивчення сучасного стану навколишнього середовища та існуючих соціально-економічних проблем з метою подальшої мінімізації екологічних впливів та наслідків, базуючись на діючих природоохоронних нормативах та обмеженнях. Ця альтернатива, безумовно, є найбільш екологічно безпечною, тому що за її діями не передбачається будь-якого промислового будівництва. Альтернатива в зв'язку з її економічною нерентабельністю розглядається і оцінюється як базовий (фоновий) варіант для порівняння з іншими альтернативами.

Запропонована діяльність – є альтернативою оптимального використання річкового стоку, тобто енергію все ж таки виробляти потрібно, але з мінімізацією очікуваних впливів на навколишнє середовище. Автор рекомендує застосовувати матеріали даної роботи по тих питаннях, що стосуються розподілу кількісних і якісних показників стоку, гідроекологічної вивченості території.

Отримання додаткової кількості енергії за рахунок розширення існуючих електростанцій. Ця альтернатива пропонує відмову від нового будівництва, що можливо буде економічно вигідним, але наслідки впливів на навколишнє середовище і завдання шкоди довкіллю МГЕС і ТЕС є непорівнянними. Для порівняння впливу на навколишнє середовище МГЕС і ТЕС була розроблена матриця впливів на базі матриці Леопольда (Leopold, Luna B. Et al, A Procedure for Evaluating Environmental Impact, USGS, Circular 645, 1991) (табл. 4.1, де + позначений негативний вплив, 1 – позитивний вплив, - – відсутність впливу, 0 – ймовірний вплив, що залежить від прийнятих технологічних рішень). Проведене порівняння доводить екологічну чистоту та безпеку впровадження будівництва і експлуатації МГЕС.

Наступна альтернатива, яку ми пропонуємо розглянути - отримання додаткової кількості енергії за рахунок впровадження інших відновних екологічно чистих джерел енергії (наприклад, вітрові електростанції (ВЕС),

геліоустановки).

Цю альтернативу за умов вивченості і дослідження території Карпатського регіону для розташування об'єктів нетрадиційної енергетики за умов екологічної раціональності можна детально розглянути, оцінити і порівняти в інших проектах при наявності відповідних розробок та домовленості зацікавлених сторін впровадження діяльності.

Враховуючи всі вищенаведені аргументи за і проти подальшого впровадження програми розвитку малої гідроенергетики в Карпатському регіоні, можна зробити висновок, що вироблення додаткової кількості електроенергії в сумі 4,5 млрд.кВт·год не зашкоджуватиме навколишньому природному середовищу, якщо для цього будуть використані відновні (нетрадиційні) джерела енергії, зокрема МГЕС. Якщо прийняти за основу до впровадження альтернативу вироблення цієї кількості енергії за рахунок існуючих джерел ТЕС, то навколишнє середовище буде відчувати максимальні незворотні зміни та значимі впливи від запропонованої діяльності.

Екологічний ефект впровадження запропонованих МГЕС в Карпатському регіоні розраховувався як порівняння забруднення навколишнього середовища при виробництві енергії на Бурштинській ТЕС і його відсутності при виробництві тієї ж запланованої кількості енергії на МГЕС.

Бурштинська теплова електростанція (БТЕС) є найбільшим забруднювачем атмосферного повітря в Івано-Франківській області. Викиди в атмосферу БТЕС складають 70 % від загальнообластних, а по сірчистому ангідриду і окислах азоту 80 %. Потужність станції 2400 МВт (12 блоків по 200 МВт кожний).

При максимальному завантаженні БТЕС виробляє за рік 15,5 – 16 млрд. кВт·год електроенергії. За таких умов використовується близько 1,7 млрд.м³ води, більша частина якої попадає під теплове або хімічне забруднення. За рік станція спалює 5 млн. т вугілля, при цьому викидається 1,3 – 1,5 млн. т попелу і шлаку у відвали, 350 тис. т в атмосферу, з них 250 тис. т припадає на оксиди сірки, 28-34 тис. т на окисли азоту, 64 тис. т на тверді

летючі домішки. Крім того спалюється 600 тис. т мазуту та 1,2 – 1,3 млрд. м³ природного газу.

Зрозуміло, що крім хімічного забруднення довкілля, при якому страждає кожний без виключення компонент навколишнього середовища, Бурштинська теплова електростанція вносить свій вклад в розвиток глобальних екологічних проблем, а саме: сприяє подальшому підсиленню парникового ефекту, збільшенню кількості кислотних дощів тощо. Несприятливі екологічні впливи відбиваються в першу чергу на здоров'ї людей. За статистикою загальна захворюваність населення області з часу запуску станції (наприкінці 50-х) зросла більше чим в 4 рази.

Екологічний ефект впровадження запропонованої діяльності рахуємо як порівняльна характеристика забруднення навколишнього середовища при виробленні однакової кількості енергії МГЕС і Бурштинською ТЕС. Тобто за умови впровадження МГЕС потужністю 500 МВт з виробленням 4,5 млрд. кВт·год електроенергії і відповідного зменшення потужності БТЕС позитивні екологічні наслідки будуть такими:

- 1) Як цінна сировина для інших потреб залишиться невикористаною:
 - вугілля – 1,4 млн. т;
 - газу – 365,63 млн.м³;
 - мазуту – 168,75 тис. т.
- 2) В повітрі залишиться 8760 млн.м³ кисню, що покращить біотичні умови.
- 3) В гідросфері непошкодженими хімічним і тепловим забрудненням залишиться 478,13 млрд.м³ води.
- 4) Буде запобігнуто викиду в навколишнє середовище 421,875 млн. т попелу і шлаку, для яких потрібно вирішувати проблему утилізації.
- 5) Буде запобігнуто викиду в атмосферу 113,86 тис. т забруднюючих речовин.

Величина екологічного ефекту від зменшення викидів в атмосферу Бурштинською ТЕС за рахунок впровадження запропонованих МГЕС очевидна.

4.1.2 Природоохоронні заходи в рамках всієї програми

При проектуванні конкретного об'єкту МГЕС повинен передбачатися комплекс охоронних, захисних, відновлювальних, компенсаційних заходів та контролю за станом навколишнього середовища, які спрямовуватимуться на забезпечення нормативного стану навколишнього середовища, його покращання та попередження надзвичайних ситуацій. Запропоновані в цьому підрозділі рекомендації та дії по заходам наведені узагальнено і не стосуються конкретно географічно прив'язаних об'єктів. Спеціальні методи спорудження і запобіжні заходи, що будуть розроблені для проектних об'єктів, розташування котрих на чутливих природних ділянках неможливо уникнути, повинні базуватись на конкретних результатах польового аналізу і представлені в наступному підрозділі.

В результаті проведеної узагальненої оцінки впливів на навколишнє середовище запропонованої діяльності автор рекомендує розміщення об'єктів будівництва в екологічно безпечних зонах та застосування наступних заходів для забезпечення екологічної безпеки гідроекосистем.

Рекомендовані запобіжні заходи:

Геологічне середовище

1. Запобігати будівництву МГЕС в зсувонебезпечних зонах та зонах виходу тектонічних розломів на денну поверхню. Там, де це не є можливим, необхідно влаштувати підпірні сітки, особливо в місцях проходження трас ЛЕП, доріг і майданчиків будівництва МГЕС. Уникати проведення будівельних робіт в районах з крутими схилами та застосовувати спеціальні засоби стабілізації схилів у разі, якщо будівництва в цих районах неможливо уникнути.

2. Дренажні канали повинні пересікатись по можливості під кутом 90° , круті схили, згини доріг малого радіусу повинні уникатись, профіль під'їзних шляхів вибирається на ділянках зі стійкими ґрунтами та схилами, на яких

тимчасовий поверхневий стік має незмінний напрям.

3. Піщано-гравійна суміш для будівництва та підсипки доріг повинна використовуватись з спеціально відведених місць. Заборонити використання руслових відкладів для будівництва об'єктів МГЕС.

Якість повітря

1. На об'єктах будівництва не повинно спалюватись сміття та інші відходи.

2. Дороги, споруджені на землях, що мають схильність до вітрової ерозії, покриваються гравієм або ж на не асфальтованих місцевостях, колекторних та головних дорогах, де існують проблеми пилоутворення, періодично використовуються інгібітори пилу.

3. Повинно бути встановлено обмеження швидкості на усіх не асфальтованих дорогах і слідкування за його виконанням.

Ґрунти

1. Під'їзні шляхи необхідно прокладати через біологічно малоцінні землі з мінімальним порушенням ландшафту і рельєфу місцевості. Зменшити площу пошкодження до абсолютного мінімуму, необхідного для будівництва.

2. Проведення комплексу захисних рекультиваційних робіт по очистці, плануванню та озелененню території. Після закінчення будівельних робіт повинна здійснюватись технічна та біологічна рекультивація земель і передача її землевласнику у стані, придатному для подальшого використання. Відновлення складових природного ландшафту, як правило, містить такі операції:

- повна очистка пошкоджених зон;
- відновлення пошкоджених зон до тих контурів, які існували до будівництва об'єкту;
- внесення органічних та мінеральних добрив на усіх пошкоджених ділянках;
- заміна верхнього шару земельного покриву на усіх пошкоджених

ділянках на потенційно родючі ґрунти;

- засів відновлених ділянок сумішшю насіння багаторічних трав.

3. Зрізати та зберігати верхній шар ґрунту товщиною 15-30 см з усіх пошкоджених ділянок. Ґрунти, які буде знято при підготовці майданчика для будівництва, необхідно складувати у бурти, та використовувати його при подальшій рекультивації земель. Необхідно докладати усіх можливих зусиль щодо мінімізації змішування верхнього та нижнього шарів ґрунту та змішування ґрунту грубої структури із верхнім шаром, що має м'яку структуру.

4. Засівання, мульчування та збагачення напівнасіпів повинно бути обов'язковою частиною будь-якого проекту будівництва доріг, де передбачено руйнування ґрунтового та рослинного покриву.

5. При здійсненні планування окремих ділянок будівництва МГЕС максимально уникати ділянки з чутливим ґрунтом, райони з малим та дуже малим відновлювальним потенціалом та схили більше 30°.

6. За виключенням ділянок, на яких безпосередньо проводяться роботи, усі чутливі пошкоджені ділянки та ділянки з високою схильністю до ерозії, які залишатимуться незайнятими або невідновленими більше одного місяця, повинні мати захисне покриття з певного матеріалу, наприклад, мульчі або рослинного покриву. На усіх інших пошкоджених ділянках встановлюється ефективне захисне покриття на протязі шести місяців до того, як ці ділянки можна буде засіяти визначеними для них сумішами насіння у перший посівний сезон (весна або осінь). Необхідно обмежити споруджувальні роботи періодами, коли ґрунти сухі, а не замерзлі або вологі.

7. Вводити до проектів доріг адекватні заходи та пристрої контролю дренажу (наприклад дорожні берми та дренажні канали, відвідні канали, перехресні стоки, дренажні галереї, насипи та гасники енергії) на достатній відстані та з достатньою щільністю для адекватного контролю та стоку над, під та в межах дороги для уникнення ерозійних потоків. Разом з поверхневими заходами контролю стоків та дренажу застосовувати пристрої та заходи

контролю ерозії, такі як тимчасові бар'єри, блоки канав, ерозійні екрани, покриття, мульчі та рослинні покриття. Запровадити програму відновлення рослинності якнайшвидше для відновлення захисту ґрунту, що забезпечується рослинним покриттям.

8. Після закриття і ліквідації МГЕС відновити всі ділянки станції, доріг та ЛЕП майже до контурів, що існували до початку робіт; вносити добрива у разі необхідності; засівати та мульчувати при необхідності.

Водні ресурси

1. Суворо дотримуватись технологічного регламенту проведення будівельних робіт. Обмежити спорудження дренажних ліній періодами з малим обсягом стоків або періодами, коли він взагалі відсутній.

2. Мінімізувати площу пошкодження поблизу постійних, тимчасових та періодичних дренажних каналів.

3. Проектувати перехрестя каналів так, щоб мінімізувати зміни у геометрії каналів та гідравліці потоків.

4. Підтримувати рослинні смуги між ділянками проведення споруджувальних робіт та тимчасовими і періодичними каналами.

5. Розробити і впровадити ефективні заходи контролю ерозії, поверхневих стоків та наносів на усіх пошкоджених ділянках. До таких заходів можуть належати уловлювальні канали, пастки наносів, водовідводи, загорожі проти наносів та заходи по відновленню рослинного покриву та стабілізації ґрунту.

6. Отримувати воду для проведення споруджувальних робіт з джерел водопостачання, що мають достатні запаси та після отримання дозволів.

7. Дороги і ЛЕП заборонено споруджувати в межах 25 м від тимчасових та періодичних дренажних каналів, в межах 100 м від потоків, озер, водосховищ, каналів та прибережної зони, а також колодязів; в межах 150 м від джерел, артезіанських свердловин. Виключення з цього правила затверджуються управлінням екобезпеки згідно оцінки впливу на навколишнє

середовище та планів впровадження запобіжних заходів на цих ділянках.

8. Вирівнювати русло потоків після ліквідації МГЕС до його початкових контурів використовуючи той самий або дуже схожий матеріал.

Рослинність

1. При проектуванні нових доріг та під'їзних шляхів до МГЕС максимально використовувати існуючі дороги.

2. Якщо на місці запропонованої діяльності буде знайдено вид рослин, котрий потребує захисту, вплив буде мінімізований через уникнення ареалів цієї рослини по можливості. У розташування проектних об'єктів будуть внесені поправки для запобігання або мінімізації впливу на ареали таких видів рослин.

3. Проводити озеленення пошкоджених територій рослинами, які характерні для даної місцевості чи багаторічними травами. Під час відновлювальних робіт визначити види кормових рослин, що є корисними для місцевих травоядних тварин, вказавши необхідний склад сумішей насіння у затвердженому проекті на рекультивацію земель.

4. Зберігати 25-метрову буферну смугу природної рослинності там, де це можливо (не включаючи болотну рослинність) між усіма ділянками проведення будівельних робіт та одноразовими та періодичними потоками.

Тваринний світ

1. Узгоджувати з власниками худоби питання функціональності загорож від худоби під час будівництва та експлуатації МГЕС.

2. Для зниження кількості випадків незаконного вбивства та поранення тварин увесь персонал повинен бути проінструктований щодо місцевого законодавства, яке стосується диких тварин, а відповідні закони та нормативні акти повинні бути вивішені на видних місцях на ділянках проведення робіт. Персонал також необхідно проінструктувати щодо видів диких тварин, які зустрічаються на ділянці проведення робіт, потенційних впливів на ці види та заходів, до яких можна вдатися з метою запобігання або мінімізації цих впливів.

Візуальні ресурси

1. Найкращим методом послаблення впливу на певну ділянку є її уникнення. Уникнення можливо досягти через зміну проекту з метою мінімізації або досягнення повної відсутності впливу. Повне уникнення важливих культурних ресурсів не завжди можливе та розумне через наявність інших цілей. Повне уникнення певних ділянок (наприклад, історичних шляхів) може не розглядатись як пріоритетний вихід, якщо воно призводить до більшого загального пошкодження земель та спричиняє серйозний вплив на інші ресурси, такі як тваринний світ, гідроресурси, ґрунти або земельні ресурси. Зменшення впливу на ділянки, яких неможливо уникнути, буде здійснюватись через документацію фізичних решток. Для археологічних ресурсів документація фізичних решток виражатиметься у відновленні даних.

2. Послаблення негативного впливу на культурні/ історичні ділянки, яких неможливо уникнути, буде здійснюватись через розробку плану захисту культурних ресурсів.

3. Якщо культурні ресурси будуть знайдені під час проведення споруджувальних робіт, усі роботи слід припинити та негайно повідомити працівників управління екобезпеки. Роботи не будуть продовжені до видачі управлінням екобезпеки дозволу на продовження.

Охоронні заходи

Метою будь-яких охоронних заходів довкілля є постійні інструментальні спостереження в зонах впливів проектованої діяльності за нормативним станом навколишнього середовища та розробка при необхідності системи оповіщення населення при аварійних ситуаціях. Загалом охоронні заходи зводяться до наступного:

1. Проведення періодичного гідробіологічного та гідрохімічного контролю в межах ділянок розташування МГЕС.

2. При виникненні аварійної ситуації на промислових майданчиках необхідно сповістити відповідні спеціалізовані служби. Необхідно скласти та

затвердити плани ліквідації аварійних ситуацій.

3. Після завершення будівельних робіт за проектною діяльністю необхідно передбачити створення локальної моніторингової системи стану контролю технологічних процесів та їх впливів на навколишнє середовище.

4. Після припинення господарської діяльності та проведення необхідних демонтажних робіт і природоохоронних заходів необхідно передбачити створення локальної моніторингової системи стану навколишнього середовища на визначення залишкових впливів.

Відновлювальні і компенсаційні заходи

1. Відновлювальні заходи спрямовані на повернення стану навколишнього середовища до першопочаткового вигляду, який був до будівництва МГЕС. З цією метою передбачається проведення комплексу заходів по технічній рекультивативації порушених земель, які описані вище.

2. Компенсація впливів за користування водним середовищем, землями тощо проводиться згідно діючих методик розрахунків відшкодування збитків за користування природними ресурсами.

Моніторинг та організація контролю за станом навколишнього середовища

Організація, що буде займатися улаштуванням МГЕС, планує свої дії з дотриманням екологічних стандартів, забезпеченням застосування запобіжних заходів на протязі всього періоду виконання проекту (впровадження програми) та здійснення моніторингу для контролю за станом навколишнього середовища. Методи та графіки проведення моніторингу визначаються через запровадження заходів, що вказані в цьому розділі.

Регулярно повинен проводитись візуальний моніторинг поверхневих вод з метою встановлення зниження якості від осадів. Періодично відбиратимуться проби води та аналізуватимуться з метою забезпечення відповідності стандартам щодо якості води і гідробіологічного різноманіття.

Організація, що буде займатися улаштуванням МГЕС, та постійний

землекористувач спільно проводитимуть моніторинг успішності рекультивації. Типовим критерієм успішності є досягнення 50 % рівня рослинного покриву від початкового протягом трьох років та 80 % протягом п'яти років.

Виробничий контроль за охороною навколишнього природного середовища на території улаштування МГЕС повинен здійснювати спеціальний підрозділ підприємства, що експлуатуватиме МГЕС, на підставі нормативно-технічної документації, розробленої підприємством. В обов'язки призначеного підрозділу для контролю за станом навколишнього середовища повинен входити постійний контроль за технічним станом споруд; контроль за правильним використанням доріг, дотриманням протипожежних вимог при будівництві в лісовій місцевості, забрудненням території відходами будівництва, за утилізацією будівельних і харчових відходів; контроль за дотриманням норм допустимих викидів, встановлених для території розташування МГЕС в цілому і прилеглих населених пунктів, та інше, що порушує чистоту і ландшафт довкілля.

Таким чином, запропоновані природоохоронні заходи та рішення мінімізують очікувані негативні впливи на чинники навколишнього середовища від запропонованої діяльності. Запропоновані заходи потрібно взяти за основу та деталізувати їх для кожного окремого робочого проекту на будівництво МГЕС, доріг, ЛЕП тощо.

4.1.3 Загальна екологічна оцінка проекту побудови водосховища і міні ГЕС в межах верхньої течії р. Прут (5-й кілометр від с.м.т. Ворохта)

В нижченаведеному підрозділі надана оцінка наслідків для гідроекосистеми р. Прут впровадження проекту побудови водосховища і міні ГЕС в межах її верхньої течії (створ знаходиться на 5-му кілометрі від межі с.м.т. Ворохта вище по течії). Робота виконувалась в межах договору між ІФНТУНГ та п/п "Леві" у 2004 р. В життя проект втілений не був.

Мета проекту полягла в тому, щоб задовольнити зростаючі національні

потреби у енергії на локальному рівні, забезпечивши екологічний баланс навколишнього середовища. Позитивні сторони даного і подібних проектів:

1) сприяння розвитку туристичної галузі і галузей, що їй супутні; це у свою чергу створить нові робочі місця;

2) зменшить залежність від ввезення дорогих енергоносіїв;

3) забезпечить енергетичну незалежність віддаленим від державної мережі споживачам електроенергії, що дуже важливо для гірських районів;

4) зробить, завдяки дешевій енергії, рентабельним виробництво, що сприятиме збільшенню товарної маси і зниженню собівартості;

5) сприятиме покращенню екологічної ситуації шляхом регулювання стоку р. Прут і зменшення катастрофічних повеней з затопленням територій і нанесенням матеріальних збитків;

6) заощадить велику кількість гостродефіцитного органічного палива;

7) дозволить суттєво підняти рівень життя населення, особливо у гірських та сільських районах;

8) сприятиме підвищенню рівня техногенної безпеки регіону.

Назвемо ще декілька позитивних рис малої гідроенергетики порівняно з іншими джерелами децентралізованого енергозабезпечення. Це, зокрема, такі переваги:

1) доступність та відновлюваність дешевого джерела енергії;

2) безпосереднє розташування біля споживача, завдяки чому немає потреби будувати багатокілометрові лінії електропередач для транспортування енергії;

3) довготривалі терміни експлуатації МГЕС;

4) нескладна технологія виробництва обладнання та будівельних робіт;

5) проста експлуатація, що дає змогу повністю автоматизувати обслуговування;

6) покращення режимів водотоків за рахунок створення невеликих підпірних б'єфів;

7) зменшення ерозії ґрунту, поліпшення водообміну та аерації води і, як наслідок, покращення кисневого режиму і підвищення біологічної активності

річок;

10) підвищення рекреаційного використання річок, поліпшення умов питного водозабезпечення; можливість об'єднання міні ГЕС з багатоцільовими чи спеціалізованими водогосподарськими системами (водозабезпечення, очисними, риборозведення, протиповіневими тощо);

11) мобільність в задоволенні потреб як невеликих міст, районів так і окремих фермерів.

Вищезгаданий проект з потужністю МГЕС 250 кВт, якій ми надалі й розглядаємо, на наш погляд, не викликав би суттєвих екологічних впливів, що виходять за межі можливих природних коливань компонентів довкілля (рис. 4.2).

Незворотне використання природного гідроекологічного потенціалу в таких випадках не очікується.

Потреба у водних ресурсах при будівництві та експлуатації МГЕС наступна: в процесі експлуатації до закриття станції використовуватиметься гідроекологічний потенціал в кількості, що залежить від потужності МГЕС, як основна сировина без зміни якісного складу поверхневих вод.

Мікроклімат – впливів не очікується при улаштуванні безгребельних МГЕС, в даному випадку внаслідок впровадження пропонуємої МГЕС потужністю 250 кВт і побудови водосховища площею 19-21 га зміни мікроклімату могли б відбуватись за рахунок:

- збільшення кількості випаровування з дзеркала водосховища, особливо в літній період, і як наслідок збільшення вологості повітря в межах 1-2 %;

- пониження денної температури повітря у весняно-літній період в межах 1 °С на площі до 40 га (враховуючи площу водосховища);

- підвищення денної температури повітря в осінньо-зимовий період в межах 1 °С на площі до 40 га (враховуючи площу водосховища);

- можливе збільшення кількості проявів небезпечних метеорологічних явищ в межах 2-кілометрової ділянки дороги вздовж водосховища, а саме :

 - а) в осінньо-зимовий період утворення туманів випаровування в ранкові

години, що погіршить умови пересування транспортних засобів;



Рисунок 4.2 – Карта-схема розташування проектної ділянки МГЕС

б) підвищена вологість збільшить кількість випадків ожеледиці в осінньо-зимовий період, таким чином ймовірність аварійних ситуацій на вказаній ділянці дороги збільшиться.

Очікувані зміни у водному середовищі – такого роду діяльність не планує улаштування джерел викиду в водне середовище, тому додаткового впливу в межах регіону не очікувалось; забруднення поверхневих і підземних вод в

період будівництва і експлуатації відсутнє. Для водного середовища характерні прямі впливи, які полягають у промисловому використанні річкового стоку, що призводить до зміни динамічних властивостей водотоків; зміни морфології русла р. Прут.

Очікується покращання водообміну та аерації води, поліпшення кисневого режиму і підвищення біологічної активності поверхневих водойм; покращання режимів водотоків. Жоден з нормативів якості води згідно проекту не перевищується, окрім випадків недотримання технологічного регламенту проведення робіт та аварійних ситуацій на будівництві. При улаштуванні греблі буде очікуватись деградація русла в місці спорудження. При будівництві МГЕС на вибраній ділянці запропонованої потужності виснаження ріки Прут не очікується так само, як будь-яких якісних змін у ґрунтових водах.

До потенційних впливів на водне середовище, які також можуть мати місце внаслідок впровадження проекту належать: підвищення стоку поверхневих вод внаслідок вирубки лісів в берегозахисній зоні, збільшення кількості наносів через пошкодження ґрунту при улаштуванні водосховища, майданчика будівництва та прокладанні доріг і ліній електропередач (ЛЕП), а також внаслідок вирубки частини лісів в межах заплави для улаштування водосховища. Ступінь впливу на водні ресурси залежатиме від близькості пошкодженої ділянки до русла потоку, нахилу і стрімкості схилу, ступеня та об'єму території пошкоджень, характеру ґрунтів та підстилаючих порід, а також тривалості проведення споруджувальних робіт та вчасного застосування запобіжних заходів; їх успіху чи невдачі. Вплив, скоріше за все, буде підвищеним одразу після початку проведення споруджувальних робіт, та, вірогідніше, зменшуватиметься з часом через природну стабілізацію, застосування відновлювальних та рекультиваційних заходів. Споруджувальні роботи відбуватимуться протягом відносно короткого періоду, а тому більшість пошкоджень будуть інтенсивними, але короткостроковими.

Очікується затухання руслової ерозії в місцях впливу МГЕС і водосховища, тобто і у нижньому, і у верхньому б'єсах.

Проведений аналіз показав, що переміщення наносів до русел буде дуже незначним, але все ж їх слід контролювати в межах чутливих басейнів шляхом обмеження на ерозійних ділянках через запровадження найефективніших методів та запобіжних заходів. В цілому наявність серйозного впливу на водне середовище видається малоімовірною за умов дотримання природоохоронних вимог, впровадження техніко-технологічних заходів та застосування запобіжних заходів.

Очікується покращення гідробіологічних умов.

Як позитивний вплив очікується підвищення рекреаційного використання території, покращання умов питного водозабезпечення. Прогнозується покращання енергозабезпеченості населення, підвищення рівня життя населення регіону, збільшення кількості робочих місць, збільшення відрахувань в місцевий і обласний бюджет, що покращить матеріальне становище місцевого населення.

Найбільшою екологічною проблемою є необхідність вирубування лісів для створення ложа водосховища обсягом 700 м. куб., які перебувають в межах водоохоронних та лісозахисних (шириною не менше 100 м по обидва береги) смуг р. Прут, крім того, належать до території Карпатського національного природного парку, де, згідно з Законом України від 10 лютого 2000р. № 1436, вирубування лісів заборонено: “Цей Закон встановлює мораторій терміном на 10 років на проведення суцільних рубок в ялицево-букових деревостанах, рубок головного користування у високогірних лісах, в лісах в лавинонебезпечних та селенебезпечних басейнах та в берегозахисних ділянках лісу в Карпатському регіоні України”.

Крім того, згідно з архітектурно-планувальним завданням п/п “Леві” на будівництво міні ГЕС виділено земельну ділянку площею 16,5 га. Проектом передбачено максимальне охоплення території площею 24,67 га.

Таким чином, в результаті впровадження запропонованого проекту в Карпатському регіоні очікуються як позитивні, так і негативні впливи на навколишнє середовище. Останні не можна вважати значимими. Мінімізація

або уникнення існуючих негативних впливів можливо шляхом повної відповідності запланованих дій до діючого чинного природоохоронного законодавства та проєктованих техніко-технологічних рішень і застосування необхідного комплексу заходів, спрямованих на охорону навколишнього середовища.

В цілому можна зробити висновок, що порушення навколишнього середовища улаштуванням МГЕС порівняно з їх народногосподарським значенням є незначним, при цьому зміна хімічного складу компонентів навколишнього середовища не очікується. Ось чому такі джерела енергії загальноприйнято вважати екологічно чистими.

4.1.4 Розрахункові показники гідроекологічного потенціалу в створі побудови водосховища і міні ГЕС в межах верхньої течії р. Прут

Віддаль від гирла р. Прут до с. ремінці (нині с. Татарів), де знаходиться перший від витoku діючий гідрологічний пост мережі спостережень Гідрометеослужби України, 932 км, площа водозбору – 366 км². Середня висота водозбору – 1000 м, середній нахил водозбору – 285 ‰. Площа лісу 85 %, озер 0 %, боліт 0 %.

Майже на всій ділянці простежується переривчаста по схилах тераса, шириною 50-100 м (у с.м.т. Ворохта розширюється до 570 м) з крутими виступами висотою від 3 до 30 м. Поверхня її хвиляста, лучна, місцями переорана, іноді лісиста. Ґрунти суглинисті. У с.м.т. Ворохта простежується друга тераса шириною від 30 до 450 м, з крутим виступом висотою до 15 м. Її поверхня рівна, лучна, біля поселень розорана, ґрунти суглинисті. У с.м.т. Ворохта у вигляді вузьких уривчастих смуг зустрічається третя тераса.

Заплава переривчаста, шириною 30-50 м, в багатьох місцях відсутня. Здебільшого вона суха.

Русло помірно звивисте, порожисте, помірно розгалужене. Острови в межах досліджуваної ділянки не виявлено. Найпоширеніша ширина ріки 15-

40 м, глибина порядку 0,5- 1,5 м. Швидкість течії змінюється від 0,4 до 4 м/с, найпоширеніша 1,0-1,5 м/с. Русло незаросле. Дно нерівне, крупно кам'янисте або валунне, в багатьох місцях скелясте, де-не-де галечно-кам'янисте.

Стік Пруту досить великий; середні річні витрати води (норма стоку) складають 8,28 м³/с (с. Татарів). В окремі роки бувають різкі коливання стоку.

Меженні рівні можуть спостерігатися на протязі всього року, як це було в 1961 р., чи на протязі всього літа, як це спостерігалось в 1946 і 1950 рр. або ж перериватись частими дощовими паводками, які не дають можливості встановитися низьким витратам. Таким чином, мінімальні літні витрати води можуть спостерігатися в будь-якому місяці в період після закінчення весняної повені і до приходу льодоставу.

Льодовий режим, тут, як і на інших карпатських ріках, надто нестійкий. Ріка замерзає в кінці грудня - на початку січня, скресання і льодохід починаються в кінці лютого - на початку березня. Середня тривалість льодоставу близько 45—50 днів і коливається в окремі роки в межах 10—80 днів.

В цілому насиченість досліджуваної території підземними водами невелика. Широкий розвиток флішу і наявність водостійкого глинистого делювіального плаща утруднює живлення ґрунтових і підземних вод атмосферними опадами, визначає швидке виклинювання водоносних горизонтів. Потужних добре витриманих горизонтів підземних вод тут мало. Хімічний склад їх надзвичайно строкатий, що зумовлено характером вміщуючих порід. Характеристика горизонтів підземних вод, які живлять річку Прут та її притоки, подана в таблиці 4.2.

Таким чином, створення водосховища може сприяти підняттю рівня ґрунтових вод горизонту сучасних алювіальних відкладів шляхом підпору місць дренажу підземних вод та шляхом просочування частини вод водосховища в ґрунтові води. Тому, для запобігання підмиву частини автомобільної дороги, що проходить по лівому березі проєктованого

водосховища, необхідно прийняти запобіжні заходи дренажу ґрунтових вод та відведення їх від дороги.

Таблиця 4.2

Характеристика горизонтів підземних вод, які зустрічаються у верхів'ях р. Прут та її приток

Назва горизонту	Склад порід	Глибина залягання. Потужність водоносного горизонту, м	Дебіт, л/с	Участь в живленні рік	Використання для практичних цілей
Горизонт в сучасних алювіальних відкладах	Прошарки і лінзи дрібнозернистих і глинистих пісків, які чергуються з прошарками глин і суглинок, рідше супісків. Піски різно- і крупнозернисті з гравієм та галькою.	0,0 - 7,0 6-8	0,2 - 2,0	Дренується	Для місцевого дрібно-го водопостачання
Горизонт в древньо-алювіальних відкладах	Піски крупнозернисті з прошарками галечників і гравію та валунами. Піски дрібнозернисті з галькою та прошарками супісків.	0,6-20 0,5 - 20	0,2 - 30	Дренується	Незначне для дрібно-го водопостачання
Горизонт в еолово-делювіальних відкладах	Лесовидні суглинки, супіски, суглинки, рідше піски з уламками і щебенем корінних порід	0,5-18,4 0,0-9,0	0,1	Дренується	Незначне локальне
Комплекс в флішевих відкладах крейди Карпат	Вивітрена зона порід флішевої серії вапняків, піщаників, конгломератів, що чергуються з мергелями, аргілітами, алевролітами	1,5-28 0,5-1,5-15,8	0,2-35	Інтенсивно дренується	Локальне місцеве

Особливо небезпечний підйом рівня води у верхній течії р. Прут можливий під час танення снігу, яке супроводжується значними опадами, і влітку, при проходженні над Карпатами середземноморських циклонів. У такі дні в горах випадає надмірна кількість опадів (табл. 4.3). З поверхневим стоком на крутих

схилах території залишок води швидко поступає в русла долини, де утворюються небезпечні паводки. Вони виникають, якщо інтенсивність зливи перевищує 30 мм/год. Швидкість підняття рівня води в гідромережі й масштаби розливів гірських рік залежать і від ценотичної структури, характеру й стану рослинного покриву на схилах водозбірних басейнів. Експериментально доведено, що в смерековому лісі Чорногори затримується і з часом випаровується від 31 до 49 % опадів, у буковому — близько 32 %, у криволіссі сосни гірської до 80 %, у трав'яному покриві — від 65 до 97 % [48].

Таблиця 4.3

Середня кількість днів за рік з опадами та паводками у верхній частині басейну р. Прут

Ріка – пункт	Площа, км. кв	Кількість днів з опадами >0,1мм	Кількість днів з опадами > 20мм	Кількість паводків
Прут – с. Татарів	366	165	8	22
Прут – м. Яремча	597	174	8	21

Аналіз матеріалів спостережень за стоком і опадами, а також дослідження Карпатської експедиції УкрНДГМІ показали, що найбільш руйнівними паводками на річках північно-східних схилів Карпат у 20 столітті були зливові паводки 1911, 1927, 1941, 1969, 2008 років.

Коливання середніх річних витрат води складають: у с. Татарів 2,81-9,37 м³/с, м. Яремча 5,62-21,8 м³/с. Як правило, максимальні витрати від дощових вод перевищують максимальні витрати від талих вод. Так, у м. Яремча найбільша витрата дощового паводка 8/VI 1969 р. склала 1530 м³/с (модуль стоку 2560 л/(с·км²), а найбільша витрата талих вод спостерігається 2/IV 1952 р. і склала всього 299 м³/с (модуль стоку 509 л/(с·км²)).

Природні екологічно небезпечні відмітки на р. Прут в межах досліджуваної території і нижче по течії наведені в таблиці 4.4. На жаль, в даних Управління з надзвичайних ситуацій в Івано-Франківській області рівень екологічної

небезпеки, тобто рівень води в ріці, який є загрозовим для населення і спричинює господарські збитки р. Прут в межах с.м.т. Ворохта не визначений. Можна зробити висновок, що до с.м.т. Ворохта населені пункти та господарські території знаходяться на безпечній відстані від заплави основної течії ріки Прут і не підлягали затопленню за час спостережень.

Таблиця 4.4

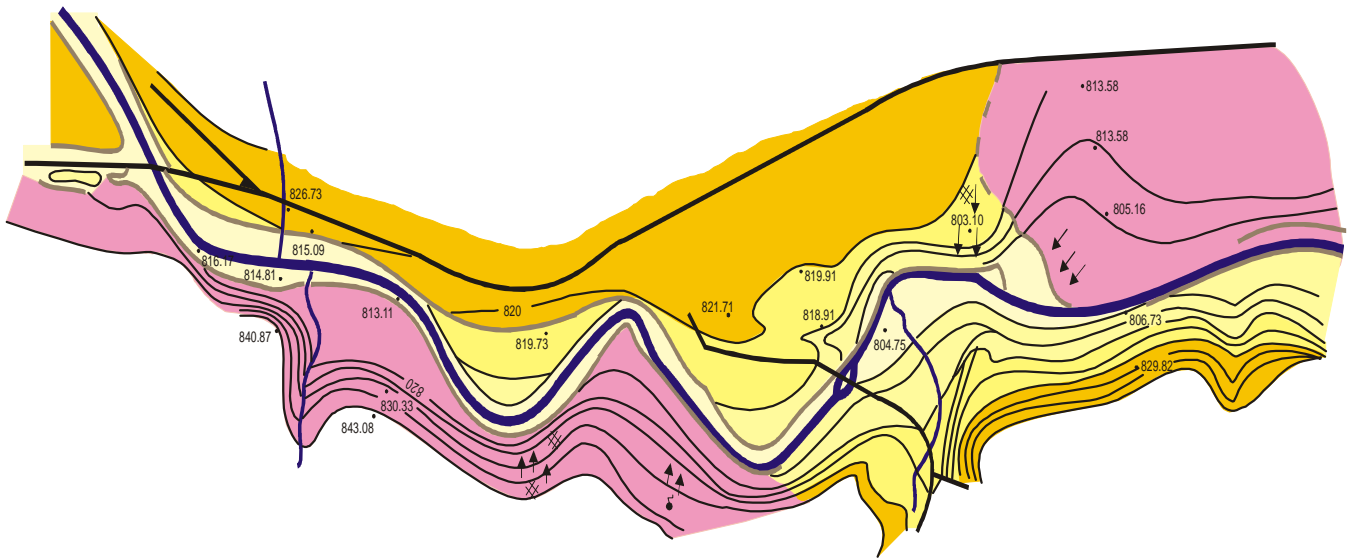
Рівень екологічної небезпеки (в см над нулем графіку гідрометричного посту)

№ поста	Ріка	Місце розташування	Абсолютна відмітка Б.С., м	Середній рівень, см	Найбільший рівень, см	Рівень екологічної небезпеки, см
70	Прут	с.м.т. Ворохта	804,33	208	269	н/в
71	Прут	с. Кремінці	636,57	204	619	350
72	Прут	м. Яремча	499,89	235	760	500

Створ проектованої греблі розташований на 5-му кілометрі вище с.м.т. Ворохта по течії р. Прут (рис.4.3) Натурні дані спостережень для цієї ділянки ріки відсутні, на ній ніколи не існувало гідрологічного посту. Найближчі повні гідрометричні спостереження знаходимо на р. Прут – с. Кремінці та р. Прут - м. Яремче, для яких вище і були наведені небезпечні максимальні рівні води. Всі кількісні параметри стоку для створу проектованої греблі є розрахунковими.

Розрахункова проектна максимальна витрата води в створі греблі, ймовірність повторювання якої складає 1 раз на 100 років, дорівнює $418 \text{ м}^3/\text{с}$.

Користуючись теоретичним обґрунтуванням гідроекологічного потенціалу, приведеним в розділі 2 цієї книги, проведемо необхідні розрахунки для проектного створу, в якому ніколи не проводились натурні спостереження. Досліджувана ділянка р. Прут належить до четвертого гідроекологічного району (рис.2.1). Середня висота водозбору досліджуваної ділянки р. Прут до розрахункового створу греблі, визначена шляхом планіметрування, складає 1100 м. Таким чином, виходячи з залежності (рис. 2.8), середньобаторічний модуль стоку складає $26,12 \text{ л/с км}^2$.



Умовні позначення:

Q_{IV}^{al}	низька і висока заплавні тераси		автодорога		зсувні тіла
Q_{IV}^{al}	I надзаплавна тераса		русло ріки		водопровояви
Q_{III}^{al}	II надзаплавна тераса		урвище		
Q_{III}^{al}	III надзаплавна тераса		умовна лінія контакту		
Q_{I-IV}^{el+dl}	елювіально-делювіальні відклади		утворень різного генезису		

Рисунок 4.3 - Карта-схема території запропонованого водосховища і греблі міні гідроелектростанції

Модуль стоку розраховується за формулою:

$$M = (Q/F) 1000. \quad (4.1)$$

Звідси знаходимо норму стоку:

$$Q = (112 \times 26,12)/1000 = 2,925 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

Необхідно відмітити, що в проекті зустрічаються різнорідні і не завжди об'єктивні дані. Так, наприклад, норма стоку р. Прут - с. Татарів розрахована в кількості $7,05 \text{ м}^3/\text{с}$. Ці дані є дещо заниженими порівняно з нашими розрахунками, які орієнтуються на норму стоку в даному створі в кількості $8,28 \text{ м}^3/\text{с}$, що пояснюється вибіркою даних лише за 29 років, закінчуючи 1988 р. Нами був проведений розрахунок норми стоку за даними тривалості розрахункового ряду понад 50 років. Розрахунок типового внутрішньорічного розподілу стоку для створу греблі представлений в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Розрахунковий розподіл стоку (% від річного) за характерні по водності роки (1- середній за водністю рік, 2- багатоводний, 3 – маловодний, 4 – дуже маловодний)

Водність року	За місяцями												За сезонами			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	весна (II-IV)	літо (IV-VIII)	осінь (IX-XI)	зима (XII-I)
р. Прут																
1	2,0	6,5	7,1	21,8	12,4	17,6	9,5	5,4	6,6	4,0	2,9	4,2	41,3	32,5	13,5	12,7
2	3,2	2,4	7,9	24,4	15,7	12,6	9,0	5,5	5,6	3,5	4,4	5,8	48,0	27,1	13,5	11,4
3	3,1	2,5	10,9	27,1	19,0	10,1	6,6	5,6	4,7	3,8	2,4	4,2	57,0	22,3	10,9	9,8
4	2,3	1,8	15,4	35,7	21,8	6,6	3,6	3,3	3,0	2,2	1,5	2,8	72,9	13,5	6,7	6,9

Аналіз динаміки стоку дозволяє зробити висновок, що лімітуючим періодом при визначенні розрахункового розподілу гідроекологічного потенціалу в роки різної водності є межень. В середній за водністю рік лімітуючим сезоном є зима (12,7 % річного стоку), тобто нульовий показник гідроекологічного потенціалу спостерігається у січні (2 % річного стоку). Так само небагато води протікає на протязі осені (13,5 %).

У багатоводний та маловодний рік (табл. 4.5) закономірності розподілу мінімального стоку практично не змінюються. Лімітуючим сезоном залишається зима; найменше води стікає у лютому та листопаді. В цілому виділення меженого періоду на ріках Карпатського регіону досить умовно, тому що паводки спостерігаються протягом цілого року, і навіть в дуже маловодні роки для рік характерні високі паводки восени і взимку.

Характерність для басейну Прута літньо-осінньої межені підтверджує внутрішньорічний розподіл стоку в середньому за багаторіччя для дуже маловодного року. В цілому за періоди осені і зими тут проходить лише 13,6 % річного стоку, які між сезонами поділяються практично порівну. До 3% річного стоку в такі роки протікає у січні, лютому, вересні, жовтні, листопаді і грудні.

В цілому закономірності внутрішньорічного розподілу кількісної складової

гідроекологічного потенціалу досліджуваної ділянки полягають у наступному:

- в різні за водністю роки виділяється один багатоводний період, який охоплює фазу повені і паводків і триває з квітня по серпень за умов початку підйому рівнів води у березні і закінчення спаду до передвесняних рівнів у вересні. За цей час проходить біля 70 % річного стоку;

- лімітуючим сезоном є межень, яка охоплює осінньо-зимовий період. При цьому в більшості випадків місяцем найменшої водності виявляється січень, хоча стійкий щорічний льодостав зовсім не є обов'язковим. За цей сезон проходить в середньому 13-26 % річного стоку;

- в середньому за багаторіччя об'єм весняної повені залишається порівняно однаковим в середні, багатоводні та маловодні роки, а зміна річного об'єму стоку по сезонах залежить від кількості рідких опадів, які і є визначаючими характеристику водності року. Тобто в середньому за багаторіччя запас води в сніговому покриві для досліджуваного району в різні за водністю роки мало чим відрізняється.

Використання наведеної типової схеми дає можливість для довільного створу в межах розглянутої території розподілити річний стік і визначити кількісну складову гідроекологічного потенціалу при відсутності матеріалів натурних спостережень (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6

Середньомісячна кількісна складова гідроекологічного потенціалу (у м³/с) в створі проектованої греблі для умов середнього за водністю року, маловодного та багатоводного років

Створ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середній за водністю рік												
1	0,073	1,664	1,876	7,08	5,593	3,753	2,726	1,275	1,699	0,779	0,39	0,85
Маловодний рік												
1	0,186	0,027	2,257	6,558	4,408	2,045	1,115	0,85	0,611	0,372	0	0,478
Багатоводний рік												
1	0,779	0,425	2,859	10,16	6,31	4,938	3,346	1,797	1,841	0,912	1,31	1,93

Таким чином, у середній за водністю рік за умови тижневого регулювання стоку водосховищем МГЕС буде забезпечена водою протягом 5-6-ти місяців, нестача водних ресурсів буде відчутна взимку.

4.1.5 Оцінка ризику прориву дамби, сценарії

Місце для будівництва міні ГЕС розташоване в 5-ти км на південний схід від с.м.т. Ворохта по дорозі на с.м.т. Верховину на р. Прут. Проектом передбачено будівництво греблі з мостовим переходом, споруди ГЕС та створення водосховища площею при нормальному підпертому рівні 19,6 га, при форсованому підпертому рівні 23,57 га. Водосховище розміщується в заплаві ріки Прут з незначним затопленням сіножатей в повеневий період.

Площа під греблею 1,1 га, висота греблі 14,5 м, довжина 160 м. Споруда ГЕС має розміри в плані 6 x 7,5 м. (рис. 4.4). Потужність міні ГЕС за розрахунками становить 250 кВт, що дозволить виробляти за рік максимально біля 2 млн.кВт.год електроенергії. Для нормальної роботи МГЕС потрібні водні ресурси в кількості 2,42 м³/с. Площа водозбору до створу греблі складає 112 км².

Норма стоку для розрахункового створу греблі, що розрахована нами, як це показано вище, практично співпадає з середньорічною витратою води 50% забезпеченості, яка надана в проекті (2,95 м³/с). Тому можна вважати, що розрахункові дані по кількісним показникам гідроекологічного потенціалу для створу розташування греблі відповідають натурним. Витрати води різної забезпеченості наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Максимальні і мінімальні витрати води різної забезпеченості для розрахункового створу греблі

Максимальні витрати, м ³ /с						Мінімальні витрати, м ³ /с					
						Зимовий період			Літній період		
1 %	2 %	3 %	5 %	10 %	25 %	75 %	90 %	95 %	75 %	90 %	95 %
418	263	205	151	103	60	0,22	0,18	0,16	0,38	0,25	0,2

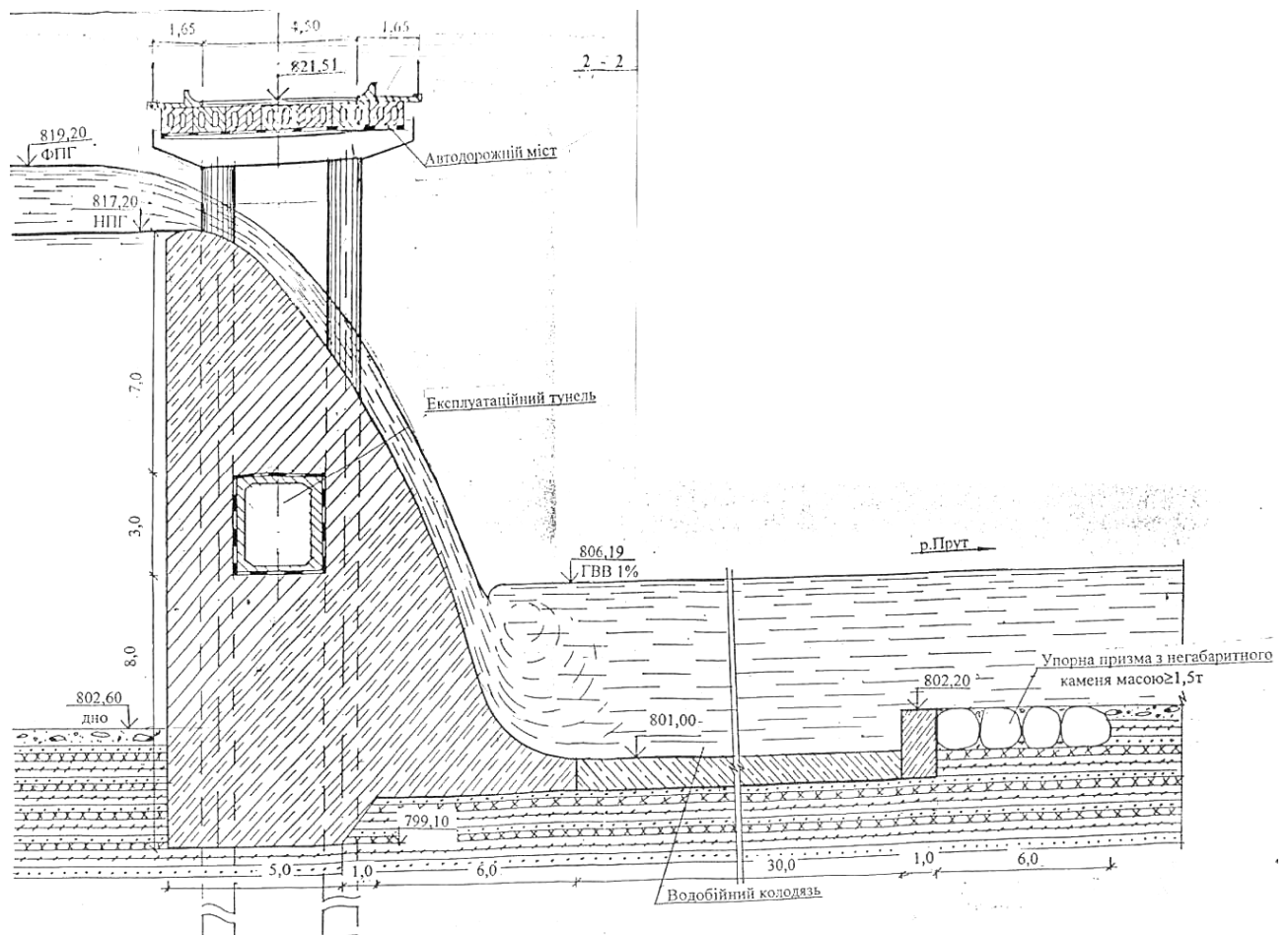


Рисунок 4.4 – Схема перерізу греблі міні ГЕС

Згідно з проектом середня довжина водосховища складає 1550 м, середня ширина 126,45 м за умови нормального підпертого рівня крива вільної поверхні розрахована на витрату паводку 1 % забезпеченості $Q=418 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таким чином, орієнтовно об'єм водосховища складатиме близько 1 млн. м^3 при середній глибині 5 м.

Як вже було зазначено, для збереження екологічної рівноваги у р. Прут у нижньому б'єфі водосховища кількість води, яка повинна скидатись через водопропускні споруди греблі, не повинна зменшуватись в жоден з сезонів року нижче $0,637 \text{ м}^3/\text{с}$.

В такому випадку, якщо водосховище почати заповнювати у березні за умови середнього по водності року, воно заповниться за тиждень, в квітні для цього потрібно буде лише дві доби, а в листопаді – місяць. За умови найнижчих витрат води в зимовий період та з врахуванням утворення льодових явищ в руслі ріки, заповнювати водосховище в період грудня-лютого не

рекомендується. Оптимальним на наш погляд є будівництво в літній період, а заповнення водосховища поступове в період вересня-листопада.

За умови роботи МГЕС в нижній б'єф водосховища згідно з проектом має надходити 2,42 м³/с води. За місяць об'єм стоку складе:

$$W = Q \times T = 6352500 \text{ м}^3.$$

Таким чином, якщо МГЕС буде працювати безперервно, то умовно оновлення води у водосховищі буде відбуватись шість разів на місяць або раз на 5 днів. Тобто регулювання у водосховищі може бути лише тижневе. У зв'язку з цим безперервну роботу МГЕС у середній за водністю рік можна забезпечити з березня до середини серпня, далі з перервами для заповнення водосховища – ще декілька тижнів роботи у серпні, вересні, жовтні, листопаді. За добу безперервної роботи МГЕС потребує 209 088 м³ води, за тиждень 1,46 млн.м³. Для витрат жовтня середнього по водності року для тижневої роботи МГЕС потрібно тиждень заповнювати водосховище, для меженних витрат листопада для тижневої роботи МГЕС потрібно два тижні заповнювати водосховище.

Розрахункові витрати маловодного року 75 % забезпеченості у заданому створі дозволять безперервну роботу МГЕС з березня по червень, далі з перервами для заповнення водосховища по жовтень включно.

Розрахункові витрати багатоводного року 25 % забезпеченості у заданому створі дозволять безперервну роботу МГЕС з березня по вересень, далі з перервами для заповнення водосховища по грудень включно за умови сприятливих погодних умов і відсутності льодових явищ.

Запроектоване водосховище може утримувати від 1 до 1,5 млн.м³, максимум 2 млн.м³ води, тобто при проходженні паводку 1% забезпеченості 418 м³/с водосховище зможе зрізати максимум до 20 м³/с води, тобто через греблю повинно скидатись до 400 м³/с руслового стоку. Таким чином, чим більшого розміру будуть витрати води під час паводку, тим меншою виявиться регулююча роль водосховища. Як вже було сказано, повністю уникнути підняття рівнів води в р. Прут під час повеней і паводків уникнути не вдасться.

Під час паводку 1 % забезпеченості кількість води в нижньому б'єфі водосховища зменшиться на 5 %; під час паводку 5 % забезпеченості поступлення води нижче греблі зменшиться на 8 %, паводку 10 % забезпеченості – на 10 %.

Якщо змоделювати техногенну катастрофу з проривом проектованої дамби, то, за нашими розрахунками нижче по течії ситуація складеться приблизно така, як під час дощових паводків, що вже спостерігались на р. Прут, тобто :

- ситуація паводку 1 % забезпеченості (повторюваність раз на 100 років), коли по руслу ріки за добу проходить близько 37 млн.м³ води, дозволяє повністю спуск водосховища за годину;
- ситуація паводку 5 % забезпеченості (повторюваність раз на 20 років), коли по руслу ріки за добу проходить близько 13 млн.м³ води, дозволяє повністю спуск водосховища за дві години;
- ситуація паводку 10 % забезпеченості (повторюваність раз на 10 років), коли по руслу ріки за добу проходить близько 9 млн.м³ води, дозволяє повністю спуск водосховища за час біля трьох годин.

Вибір ситуації відповідно залежатиме від величини прориву дамби, але в цілому можна зробити висновок, що створюване водосховище не належатиме до техногенних об'єктів, що ймовірно можуть створити ситуацію, яка виходитиме за межі природних коливань водності ріки в досліджуваному створі.

4.1.6 Замулення водосховища і зміна якісної складової гідроекологічного потенціалу

Середня річна каламутність води р. Прут по мірі пересування до гирла зростає: у м. Яремча вона складає 180 г/м³. В найбільшому по стоку насосів році (1969) середня річна каламутність у м. Яремча була 3100 г/м³. Дуже висока каламутність спостерігається в період проходження інтенсивних дощових паводків. Так, у м. Яремча в 2008 р. середній модуль насосів дорівнював

2700 г/км², за липень стік насосів склав 94 % річної суми. Зауважимо, що в м. Яремче знаходиться перший від верхів'я р. Прут пункт спостереження за річковими наносами.

2001р. відмічався визначними паводками, особливо в районі м. Яремче (20.06-21.06 та 24.08). На селевих постах Карпатської селестокової станції, що знаходяться на притоках р. Прут в районі м. Яремче особливо високий підйом рівня води спостерігався на р. Жонка (ліва притока), мутність складала – 5400 г/м³. На посту Чорногірчик - Потік (F=3,2 км²), що знаходиться на лівій притоці Прута р. Чорногірчик, спостерігалась мутність - 7900 г/м³. На посту Чорногірчик - Яремче (F=3,88 км²) рівень води піднявся на 94 см над меженним (максимальний - 277 см), а максимальна витрата води O_{max} - 9,48 м³/с (в межень - 0,0033 м³/с), мутність - 15000 г/м³. З наведених вище даних можна зробити висновок, що гідрологічні характеристики водотоків перевищували в багато разів меженні показники. витрата води перевищувала меженну від 100 до 300 разів, а мутність води від 1000 до 1600 разів.

Середня мутність р. Прут біля м. Яремче змінювалась від 31,2 г/м³ до 45,2 г/м³, максимальна досягала 3400 г/м³ в червні 1997 р. під час весняно-літньої повені, що пов'язано з накопиченням пухкого матеріалу в басейні ріки за зимово-осінній період. Максимальна середньомісячна витрата завислих наносів (кг/с) переважно спостерігається в серпні під час паводків (рис. 4.5).

Середньорічні витрати наносів і середньорічна мутність води, розраховані для пропонуємого створу греблі наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Середньорічні витрати наносів і мутність води

Створ водотоку	Витрати наносів, R кг/с			Мутність води, p г/м ³		
	R 50 %	R 75 %	R 95 %	p 50 %	p 75 %	p 95 %
р. Прут – створ греблі	1,7	1,0	0,6	135	55	30

Якщо орієнтуватись на витрату наносів у середній за водністю рік, то на протязі календарного року у водосховище потрапить близько 54 млн. кг твердого матеріалу, і об'єм водосховища за рік умовно зменшиться на 5 %.

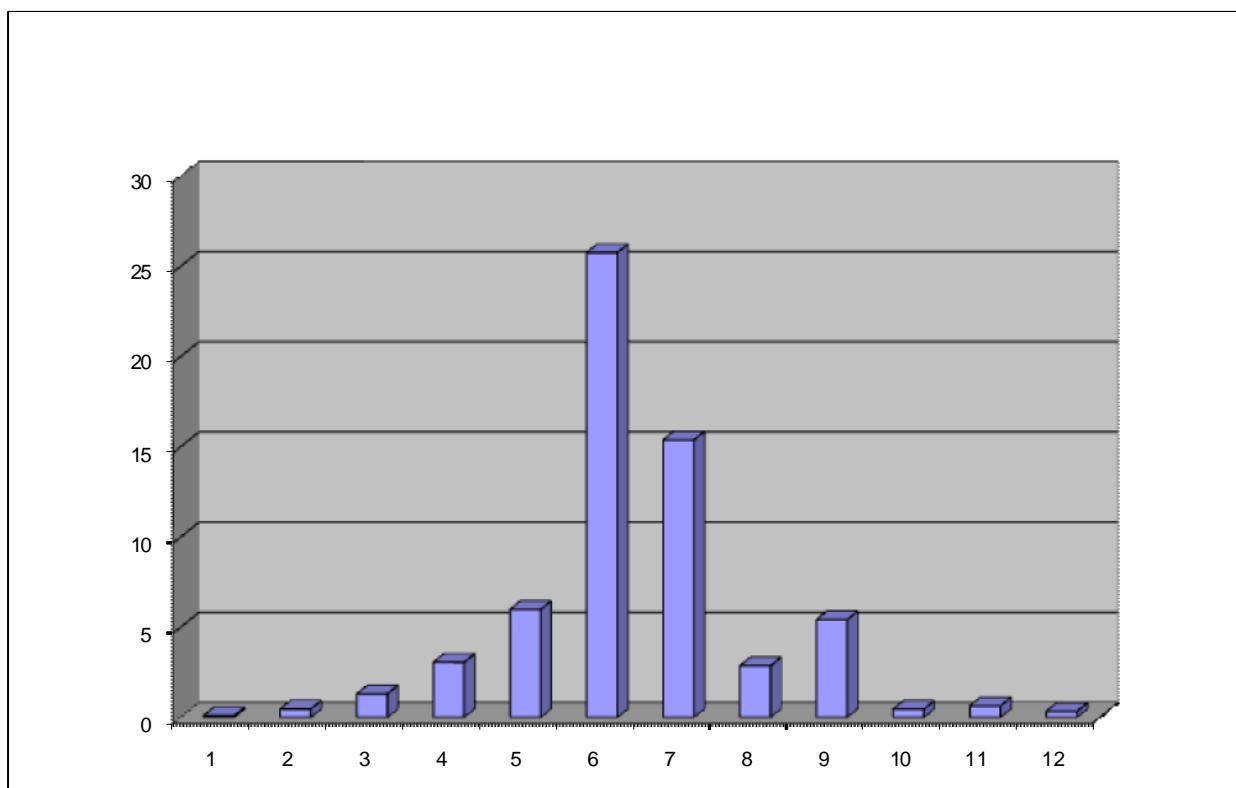


Рисунок 4.5 – Середньомісячні витрати завислих наносів р. Прут – м. Яремче (кг/с), осереднені за 33 роки.

Приблизно за 15 років водосховище повністю заповниться твердим матеріалом, якщо не застосовувати очистку водосховища, прибирання твердих включень та промивання ложа від мулу. За умови несприятливих гідрологічних умов (повторювання багатоводних років) зменшення об'єму водосховища може відбуватись набагато швидше.

Доцільним було б передбачити у робочому проекті систему очистки від твердих наносів у місці виклинювання верхнього б'єфу водосховища.

Якість води верхньої течії р. Прут

У верхній частині ріки мінералізація води мала і помірна, тільки деколи підвищена: вода відноситься до гідрокарбонатно-кальцієвого класу з переважанням іонів HCO_3^- і Ca^{2+} . В середній частині ріки склад води може бути

віднесений до гідрокарбонатно-сульфатного класу групи кальцію і натрію. Мінералізація води коливається від 169 до 571 мг/л залежно від сезону. Найменші показники мінералізації мають місце в період весняної повені, найбільші характерні для зимової межені. Показники жорсткості води знаходяться у прямій залежності від гідрологічного режиму ріки, а також ідуть паралельно з показниками загальної мінералізації. В меженні періоди жорсткість коливається від 6,2 до 9,9 мг-екв/л, а в паводки знижується до 2,8 мг-екв/л.

Вміст розчиненого кисню у воді 7,7-10,9 мгО/л. Концентрація іонів водню – водневий показник (рН) перебуває в межах 7,4-8,2.

Забарвленість води в р. Прут визначали візуально у нефільтрованій пробі. Забарвленість вимірювалась у градусах платино-кобальтової шкали. Протягом трьох років цей показник дорівнював 10° незалежно від сезону.

Прозорість є достатньо стабільною для р. Прут і складає 20 см.

Вміст завислих речовин внаслідок скидання стічних вод не повинен підвищуватись більше чим на 0,75 мг/л у водоймах культурно-побутового призначення. В р.Прут цей показник сягає 1-2 мг/л.

Показник лужності не регламентується і для р.Прут становить 1,5-1,8 мг-екв/л.

З киснем пов'язані такі показники, як біохімічне та хімічне його споживання. Біохімічне споживання кисню (БСК) виражають у мг О/л. БСК-5 у р. Прут становить 2,0 - 2,6 мг О/л, що свідчить про відсутність органічного забруднення водойми.

Для р. Прут показник ХСК лежить в межах 2,1 - 2,6 мг О/л.

Азотовмісні речовини утворюються у воді внаслідок відновлення нітритів і нітратів заліза сірководнем, гумусовими та іншими речовинами, а також у процесі розкладу білкових сполук, що потрапляють у водойми разом зі стічними водами. В останньому випадку води санітарно-небезпечні. Найбільша кількість нітритів в р. Прут спостерігається взимку - 0,04 - 0,05 мг/л, найнижчі концентрації їх - влітку (0,025 - 0,03 мг/л), що пояснюється інтенсивною

діяльністю фітопланктону, який ними живиться. Масова частка іонів амонію теж незначна і складає 0,13 - 0,47 мг/л. Обидва ці показники не перевищують їх ГДК.

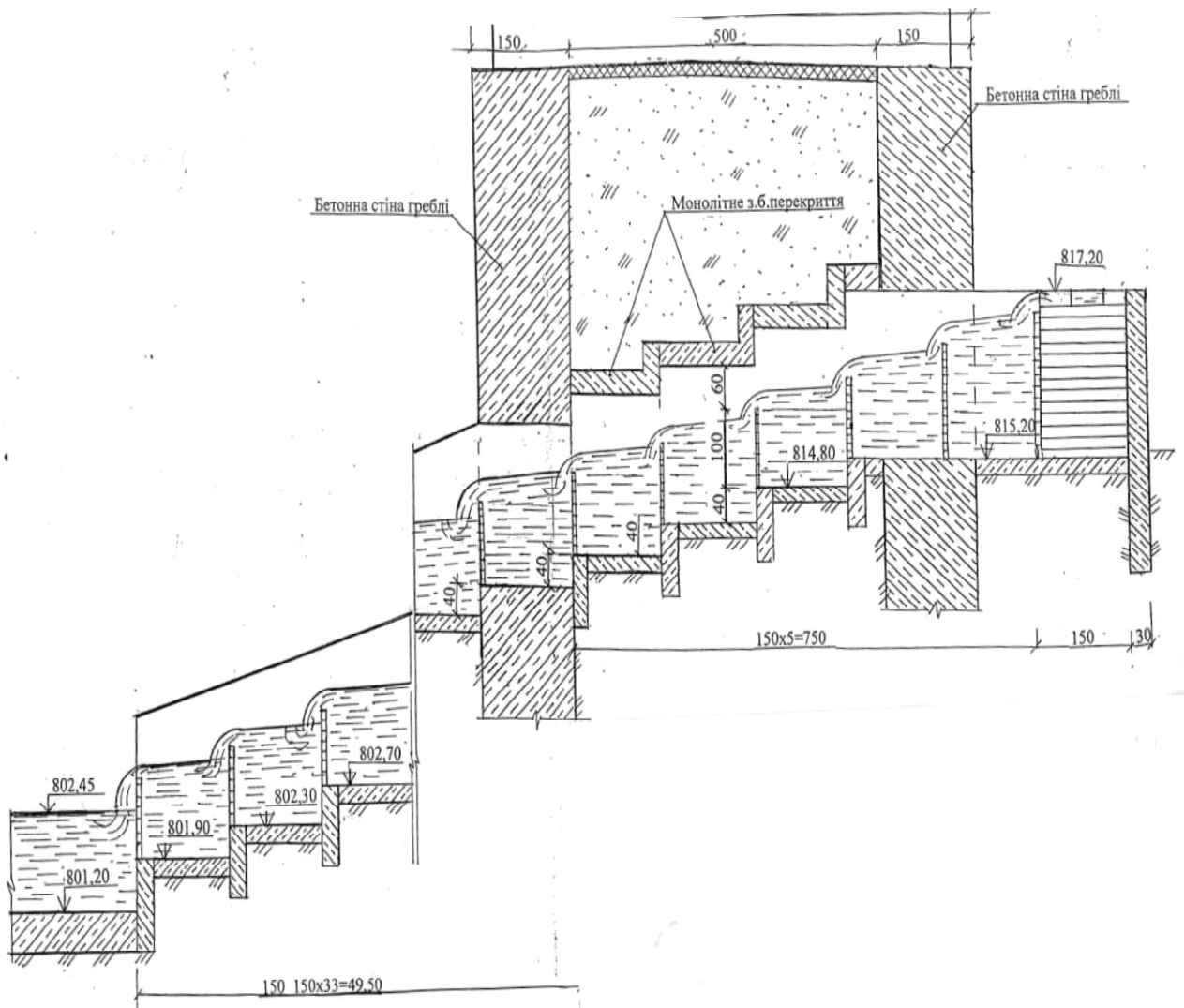


Рис.4.6 – Схема рибоходу мініГЕС

Концентрація нітрат-іонів у воді значно вища, оскільки вони є кінцевим продуктом процесу мінералізації органічної речовини. Нітрати також споживаються фітопланктоном, тому в теплий період їх менше, а взимку їх кількість зростає. Закономірно, що в р. Прут влітку масова частка нітрат-іонів складає 2,4 мг/л, взимку - 6,6 мг/л, не перевищуючи ГДК.

В цілому, результати досліджень КНПП [3,5] свідчать про відповідність води в р. Прут встановленим показникам якості, що регламентуються "Санітарними правилами і нормами охорони поверхневих вод від забруднення"

(СанПіН 46-30-88), і вказують на її сприятливий гідрохімічний стан в межах Яремчанської туристсько-рекреаційної зони і вище по течії.

Створення водосховища дещо уповільнить швидкість течії води і може в незначній кількості змінити фізичні показники якості води в межах водосховища.

А саме: кількість розчиненого кисню у воді внаслідок зменшення аерації у водосховищі може зменшитись на 10-20 %, але й в такому випадку цей показник буде відповідати нормативному.

Мінералізація води в початковий період після наповнення водосховища дещо збільшиться внаслідок розмиву ґрунтів ложа водосховища, але солоність ґрунтів Карпатського регіону не дозволить показнику мінералізації води вийти за межі гранично допустимого для питного водопостачання, навіть якщо він збільшиться вдвічі.

Значно збільшиться кількість органічних речовин за рахунок вимивання гумусових речовин з ґрунтів ложа водосховища, а також розкладу решток рослинності території, яка планується до затоплення. Цей показник спрогнозувати в кількості досить важко, потрібні натурні спостереження.

Щодо вмісту завислих речовин, то водосховище буде здійснювати позитивну роль в період повеней і паводків. Уповільнення швидкості течії у водосховищі сприятиме осаду завислих речовин на дно водосховища та покращенню показників прозорості води в цей період.

Занепокоєння викликає існування великої кількості решток деревної рослинності та кам'яного матеріалу, що переміщує р. Прут особливо під час повеней і паводків із збільшенням швидкості течії . У водосховищі все це буде осідати на дно і прискорювати процес замулення або частково збиратись біля греблі, де передбачені пристрої для уловлювання наносів.

Робочим проектом повинно бути передбачено, яким чином буде здійснюватись очистка ложа водосховища і як часто. Від цього в решті-решт буде залежати і якість води, у випадку перегнивання деревного матеріалу якість води важко спрогнозувати.

Що стосується водокористувачів нижче по течії місця проектованої греблі, потрібно зауважити, що вони не мали б відчутти будь-яких змін у кількості води для водопостачання, виходячи з невеликого об'єму водосховища, незначного проміжку часу, необхідного для його заповнення. Навпаки, тут ймовірні позитивні зміни, тому що під час проходження меженних витрат в руслі ріки для роботи МГЕС проектується витратити воду з водосховища, тобто кількість води, що скидається через греблю, повинна збільшитись саме під час періодів малої водності.

Зміна індексу гідроекологічного потенціалу для р. Прут - м. Яремче представлена на рис. 4.7. Як бачимо, якість води протягом останніх дванадцяти років має тенденцію до покращення від 5 ІГЕП до 8 ІГЕП.

В межах території досліджень з прямих забрудників поверхневих вод існує лише навчально-спортивна база "Заросляк". В цілому НСБ "Заросляк" з р. Прут для власних потреб забирається 12 тис.м³ води в рік. Після очисних споруд бази у ріку скидається 10,9 тис.м³ недостатньо очищених стоків, тобто щороку ріка втрачає 1,1 тис.м³ води.

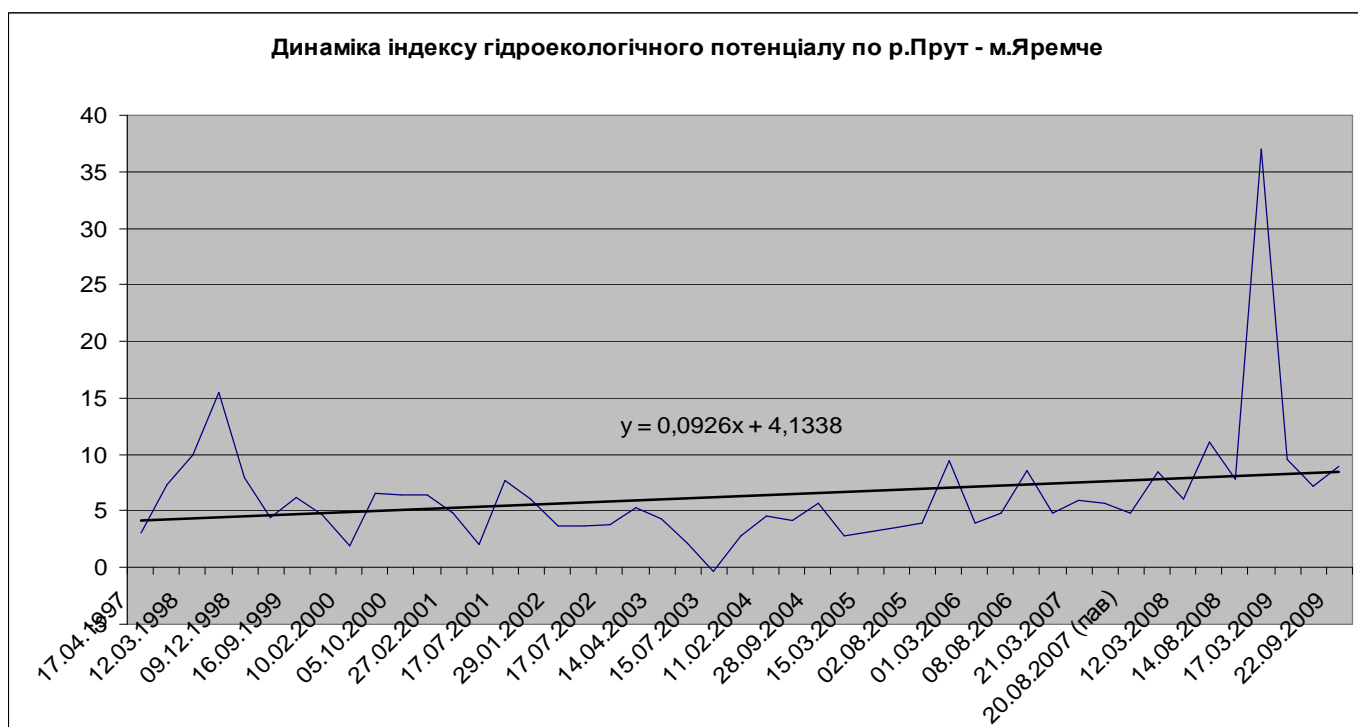


Рисунок 4.7 - Динаміка індексу гідроекологічного потенціалу для р. Прут - м. Яремче з рівнянням лінії тренду

Недостатньо очищені стоки спортбази не можуть суттєво впливати на якісні показники води р. Прут тому, що скид стічних вод порівняно з річним об'ємом стоку Прута в межах НСБ "Заросляк" є досить малий (не більше 10 %).

Крім того, самоочисна властивість Прута достатньо велика. Нормативи скидів шкідливих речовин НСБ "Заросляк" та фактичні обсяги скидів у 2004 році представлені в табл.4.9

Таблиця 4.9

Скиди шкідливих речовин у водні об'єкти НСБ "Заросляк"

Назви забруднюючих речовин	Ліміти скидів, т	Фактичні обсяги скидів, т
Завислі речовини	0,2	0,1
Азот амонійний	-	0,1
Сульфати	0,3	0,3
Хлориди	0,7	0,7
Нітрати	-	0,1
БСК	0,2	0,1

Опосередкованими забрудниками поверхневих вод можуть бути: автомобільний транспорт (наприклад, аварійний вилив масла на дорогу та змив його в ріку); туристи без відповідної культури поведінки засмічують стежки або безпосередньо ріку, що неодноразово підтверджено польовими дослідженнями. На сьогоднішній момент виразити кількісними показниками опосередкований антропогенний вплив на поверхневі води не уявляється можливим.

4.1.7 Альтернативи будівництва МГЕС і та заходи пом'якшення впливу на навколишнє середовище

Аналізуючи конкретний технологічний варіант впровадження МГЕС на запропонованій ділянці, сучасний стан навколишнього середовища в межах проектної території, а також враховуючи існуючі екологічні проблеми в Карпатському регіоні та ставлення громадськості щодо запропонованої діяльності, в проекті оцінки впливу на навколишнє середовище на стадії

робочого проекту повинно розглядатися декілька альтернатив подальшої господарської діяльності.

Однією з альтернатив, на думку автора, повинна бути альтернатива міні ГЕС дериваційного типу, тобто часткового використання річкового стоку на відміну від повного, як це запропоновано у проекті.

Енергію гірських рік, які мають великі нахили, використовують переважно на так званих дериваційних гідроелектростанціях. На одному з берегів будують канал, який підводить воду до гідроелектростанції. Рівень води в такому каналі на деякій відстані від його початку внаслідок різниці нахилів, виявляється значно вище рівня ріки, завдяки чому при скиді води з каналу назад в ріку, створюється необхідне для гідроелектростанції сконцентроване падіння води. Можна використовувати енергію течії води і безпосередньо, встановивши водяний двигун в самому потоці (безгребельні гідроелектростанції). Такі установки застосовують на ріках з великими швидкостями течії води і достатніми глибинами. Безгребельні міні- і мікро ГЕС (гірляндні, рукавні, консольні) є малокоцентрованими джерелами енергії, які не спричиняють у природному середовищі серйозних змін і тому вважаються екологічно безпечними. Економічну доцільність побудови МГЕС характеризують такі показники, як: встановлена потужність, вартість споруд і устаткування, річне виробництво енергії і затрати на експлуатацію. Майже всі гребельні станції, за умовою рівної потужності, дорожчі від дериваційних. Це пояснюється високою вартістю греблі. Вартість дериваційних станцій на ріках з великими нахилами менше, ніж на ріках з малими, тому що при великих нахилах скорочується при заданому напорі довжина деривації. Вартість цього типу станцій залежить від рельєфу схилу долини, по якому прокладається деривація. За умовою порізаного схилу виникає необхідність в додаткових водопровідних спорудах (лотки, дюкери), які збільшують вартість будівництва. Вартість споруд гідроелектростанції в великій мірі визначається геологічними умовами. Наприклад, при скельних ґрунтах доброї якості вартість будівництва знижується.

В даному випадку можна розглянути проект, де дериваційний канал

проводиться умовно по існуючій автомобільній дорозі, а русло ріки залишається недоторканим.

Обов'язково повинна бути розглянута альтернатива відмови від діяльності. Ця альтернатива розглядається як базовий варіант для оцінки та порівняння прогнозованих екологічних впливів та наслідків впровадження інших альтернатив. Для цього потрібне детальне вивчення сучасного стану навколишнього середовища та існуючих соціально-економічних проблем з метою подальшої мінімізації екологічних впливів та наслідків, базуючись на діючих природоохоронних нормативах та обмеженнях. Ця альтернатива, безумовно, є найбільш екологічно безпечною, тому що за її діями не передбачається будь-якого промислового будівництва. Альтернатива у зв'язку з її економічною нерентабельністю розглядається і оцінюється як базовий (фоновий) варіант для порівняння з іншими альтернативами.

Запропонована діяльність – є альтернативою оптимального використання річкового стоку, тобто енергію все ж таки виробляти потрібно, але з мінімізацією очікуваних впливів на навколишнє середовище. Для забезпечення потреби малої гідроелектростанції у воді при ній створюється водосховище. Від типу регулювання стоку залежить величина водосховища. Чим на більший відрізок часу планується регулювання (доба, тиждень, сезон, рік), тим більший об'єм водосховища воно потребує. В регіоні існує річне регулювання стоку на Теремле-Ріцькій ГЕС.

Запропоноване водосховище створює умови для зниження піків водопілля. Мілководне і невелике за об'ємом водосховище не перешкоджатиме водообміну в річкових системах, сприяючи перемішуванню водних мас і їхній аерації. Однак, для водосховищ гірських і передгірських районів дуже гостро стоїть проблема їх замулення і пов'язана з нею проблема зниження енергопотенціалу. Крупні фракції наносів впливають і на роботу турбін (стирання лопастей кварцевими частками). Схема впливів на навколишнє середовище при будівництві і експлуатації міні ГЕС на р. Прут наведена на рис. 4.8

Отримання додаткової кількості енергії шляхом розширення існуючих

електростанцій. Ця альтернатива пропонує відмову від нового будівництва, що, можливо, буде економічно вигідним, але наслідки впливів на навколишнє середовище і завдання шкоди довкіллю МГЕС і ТЕС є непорівнянними (табл. 4.1).

Наступна альтернатива, яку ми пропонуємо розглянути, це отримання додаткової кількості енергії за рахунок впровадження інших відновних екологічно чистих джерел енергії (наприклад, вітрові електростанції (ВЕС), геліоустановки).

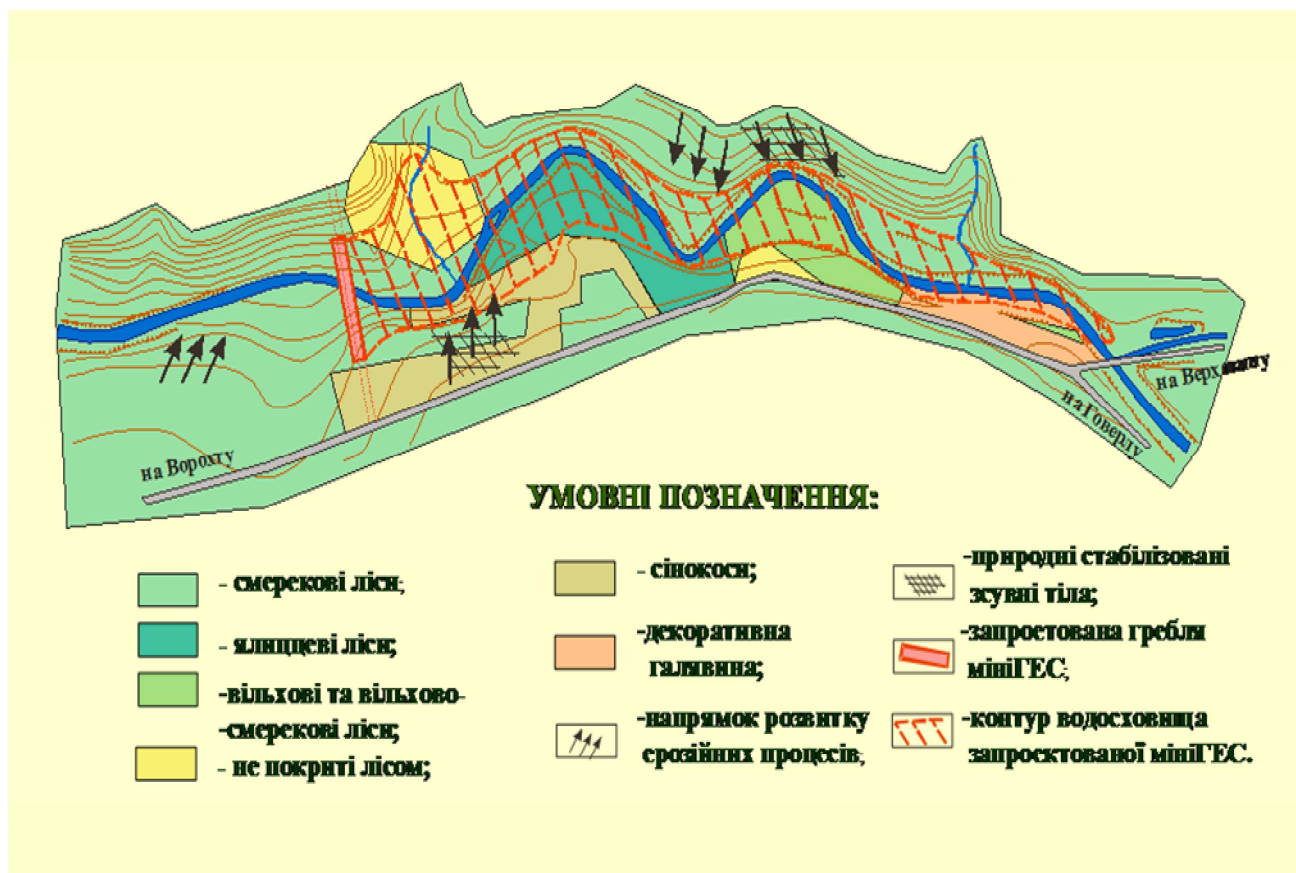


Рисунок 4.8 – Картографічна модель природно-техногенної гідроекосистеми субтопічного рівня (МГЕС на р.Прут)

Що стосується геліоустановок, то дослідження, проведені на географічному факультеті Львівського національного університету ім. І.Я. Франка довели, що в Закарпатті існують місця перспективного рентабельного улаштування таких установок. Решта території Карпатського регіону, виходячи з недостатньої кількості сонячних днів, що спостерігаються протягом року, не є перспективною для геліоустановок.

Крім того, вартість таких споруд непорівнянна з вартістю МГЕС і є на сьогоднішній день досить великою. За даними Київського інституту нетрадиційних джерел енергії, питома вартість встановленого кВт потужності складає 1500-2000 доларів США.

Цю альтернативу за умов вивченості і дослідження території Карпатського регіону для розташування об'єктів нетрадиційної енергетики за умов екологічної раціональності можна детально розглянути, оцінити і порівняти в інших проектах при наявності відповідних розробок та домовленості зацікавлених сторін впровадження діяльності.

Враховуючи всі вищенаведені аргументи за і проти подальшого впровадження запропонованого проекту можна зробити висновок, що вироблення додаткової кількості електроенергії в сумі близько 1,5 млн.кВт·год на рік та рекреаційне, водогосподарське і рибогосподарське використання запроєктованого водосховища не зашкоджуватиме навколишньому природному середовищу, якщо для цього будуть враховані та дотримані всі запропоновані природоохоронні заходи. Якщо прийняти за основу до впровадження альтернативу вироблення цієї кількості енергії за рахунок існуючих джерел (крім ТЕС альтернативи немає), то навколишнє середовище буде відчувати максимальні незворотні зміни та значимі впливи від запропонованої діяльності.

З метою пом'якшення впливу МГЕС запропонований комплекс охоронних, захисних, відновлювальних, компенсаційних заходів та контролю за станом навколишнього середовища, які спрямовуватимуться на забезпечення нормативного стану навколишнього середовища, його покращання та попередження надзвичайних ситуацій.

У процесі досліджень та розробок протиерозійних, протипаводкових, протисельових та інших заходів виділено три основні ерозійно-небезпечні градації ділянок. Найбільш небезпечні в ерозійному відношенні землі з крутизною схилів 17° і більше, середньо-небезпечні з крутизною схилів від 9° до 17° і потенційно небезпечні з крутизною схилів до 9° .

Івано-Франківським проектно-конструкторським інститутом лісової промисловості розроблені методи та засоби боротьби з небезпечними екзогенними процесами в умовах Карпат. Для різних висотних гірсько-лісових поясів Б.Я. Голядом [5] розроблені комплекси заходів.

Для висотного поясу (1000 і вище м н.р.м.) потрібно провести такі основні протиерозійні заходи:

- розчистка від хмизу і порубаної деревини території басейнів з укладанням їх у валики по горизонталях у шахматному порядку;

- влаштування водозатримуючих і водорегулюючих валів і каналів (ловчих і нагірних), дренажів і найпростішої конструкції лотків, бистротоків;

- укріплення зсувних і осипних ділянок плотовими загатами і решітчастими кам'яними загорожами;

- по берегах потоків влаштувати смуги шириною до 25 м з вільхи зеленої, лози, сосни гірської, ялівцю сибірського;

- поглиблення і розширення в окремих місцях русла струмків з метою збільшення пропускної здатності води;

- розчистка русла струмків від деревних відходів і заторів для вільного пропуску води;

- влаштування хмизової вистилки і плотокам'яних перепадів для попередження розмиву русла струмків і зменшення швидкості течії води;

Найбільш небезпечні в ерозійному відношенні площі потребують застосування таких видів протиерозійних заходів:

- влаштування ловчих каналів для перехоплення води і дрібнозему від процесу денудації площинного змиву ґрунтів з розміщенням їх під гострим кутом до горизонталей;

- засипка і вирівнювання ерозійних вибоїв, каналів, виїмок і інших поглиблень;

- розкидування порубочних залишків по території (або влаштування валиків, висотою 0,6-0,7 м), де потенційно можливі або спостерігаються інтенсивні процеси ерозії;

- на крутих ділянках місцевості (15-25 %) влаштування хмизової вистилки з закріпленням її кілочками для припинення площинної ерозії і переродження її в лінійну;

- на трельовальних волоках виконання комплексу протиерозійних заходів (влаштування водовідводних і водопропускних споруд, фашинних і кам'яних перепадів, кріплення відкосив мощенням, планування поверхні з подальшою посадкою сіянців лісових порід).

На ділянках з середньою і потенційною ерозійною небезпекою пропонуються проерозійні, протипаводкові і протисельові заходи у меншому масштабі в залежності від потреби, а саме: розчистка русел рік від захаращеності і заторів; поглиблення і розширення русла ріки; влаштування перепадів і наносотримуючих загат; будівництво низових і верхових підпірних стінок та дамб обвалування; будівництво головних і берегових дренажів, водопропускних і водоспускних споруд.

4.2 Оцінка впливу на гідроекосистеми туристичного комплексу «Чорногори»

4.2.1 Загальна характеристика проекту туристичного комплексу

“Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) перспективи розвитку туристичного комплексу «Чорногори» виконувалась в рамках договору між ТзОВ «Чорногори» та ІФНТУНГ у 2006 році. Автором була проведена, зокрема, оцінка впливів на гідроекосистеми.

Об'єкт знаходиться в високогірній зоні Карпат у басейні річки Бистрець. (рис. 4.9) На прилягаючій території відсутні значні види господарської діяльності. В проекті розвитку курорту “Чорногори” передбачено: відведення земельної ділянки площею 200 га з поступовим розширенням території до 1000 га; спорудження 14 підйомників, близько 30 000 м гірськолижних трас середньою шириною 40 м; будівництво котеджного комплексу на 2 000 ліжко-місць з відповідною інфраструктурою – ресторан, сауна, колиба, магазини,

пункти прокату лижного спорядження, біотуалети; 3 паркінга по 100 автомобілів кожний; реконструкція 6,5 км дороги Верховина- Ільці-Бистрець; станція очистки стічних вод та аварійний дизель-генератор (потужністю 300 кВт, розхід пального 17-18 л/год.);

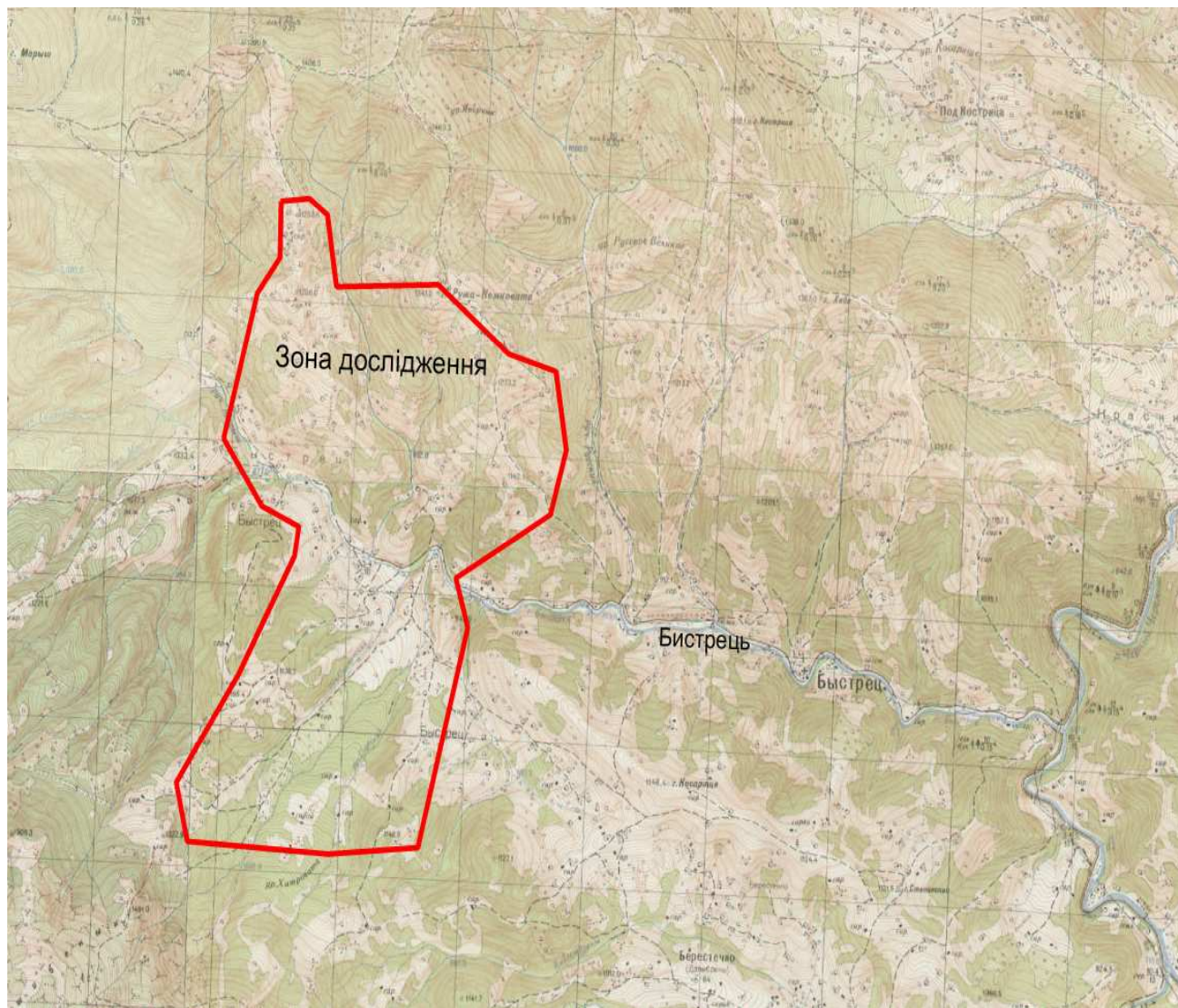


Рисунок 4.9 – Карта-схема розташування майбутнього курорту «Чорногори»

На замовлення ТЗОВ «Чорногори» австрійська спеціалізована фірма розробила «Майстер-план розвитку туристичного комплексу «Чорногори»», який передбачає будівництво гірськолижного комплексу з подальшим розширенням існуючого у курортний центр. За цим планом курортний центр зможе приймати до 2 000 відпочиваючих власною готельно-туристичною інфраструктурою та надавати послуги в цілому до 5 000 рекреантів.

Територія, яка передбачає розвиток означеної рекреаційної зони (Чорногори), частково захоплює зону Карпатського національного природного

парку (територію Бистрецького природоохоронного науково-дослідного відділення). Згідно з „Положенням про Карпатський національний природний парк», у цій зоні забороняються рубки головного користування, рибальство, влаштування місць для масового відпочинку, прокладання трубопроводів та інших комунікацій, будівництво промислових та інших об'єктів, які можуть негативно впливати на стан навколишнього середовища. Цим „Положенням ...» також передбачено можливість переведу цієї зони у господарську.

За «Майстер-планом „Чорногори”» для облаштування та нормального функціонування запропонованого об'єкту планується використовувати такі ресурси:

- площа житлової забудови: для двоповерхових котеджів – 100 га; для готелів – 50 га; для інфраструктури – 45 га.

- електроенергії: для канатних підвісних доріг – 22 тис.кВт.год/добу; для готельно - котеджного комплексу – 22 тис.кВт.год/добу; для засніження трас – 100 тис.кВт.год/добу.

Передбачається побудова лінії електропередач потужністю 6 МВт.

- засніження біля 20 км лижних трас (60 га), для чого необхідно збудувати два резервуари (глибина 3 м, площа – 5,5 тис.м², об'єм – 16,0 тис.м³).

- на кожні 10 км трас необхідно мати один ратрак для трамбування сніжного покриву, тобто загальна потреба у ратраках – 3 одиниці.

- автомобільна дорога (реконструкція): ширина проїзної частини – 6,5 м; ширина бордюру – 0,25 м; ширина тротуару 1,5 м; довжина – 6,5 км.

- водопостачання – 300-350 л на одне ліжко-місце/добу (всього 0,7 тис.м³/добу); водовідведення – 0,7 тис.м³/добу.

- один обслуговуючий робітник на 3-4 відпочиваючих під час основного сезону, тобто 500-700 робочих місць.

При розробці проекту оцінки впливу на навколишнє середовище враховані наступні екологічні обмеження:

– господарська діяльність на землях Бистрецької сільської ради, а також – Верховинського держлісгоспу та райлісгоспу;

– територія Карпатського національного природного парку (Бистрецьке природоохоронне науково-дослідне відділення) – площа 450 га;

– мораторій на вирубку лісових насаджень в Українських Карпатах (відповідно до Закону України від 10 лютого 2000 р. № 1436 вирубка лісів заборонена) – цей Закон встановлює мораторій строком на 10 років на проведення суцільних рубок в ялицево-букових деревостанах, рубок головного користування у високогірних лісах, в лісах лавинонебезпечних та селенебезпечних басейнів та в берегозахисних ділянках лісу в Карпатському регіоні України;

– охорона атмосферного повітря;

– вплив від електромагнітних та шумових полів;

– охорона поверхневих та ґрунтових вод.

– охорона рослинного та тваринного світу.

При розробці проекту оцінки впливу на навколишнє середовище враховані наступні санітарно-гігієнічні обмеження:

– охорона поверхневих вод від забруднення відповідно до вимог СанПіН № 4630-88;

– зони рекреації відповідно до вимог Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів від 19.06.96 р. № 173;

– санітарно-захисна зона від джерел викиду (котельня) – 50 м;

– для повітряних ліній електропередач (ПЛЕ) напругою 330 кВ межа санітарно-захисної зони становить 20 м по обидва боки від ПЛЕ ;

– водоохоронна зона річки Бистрець – 25 м вздовж кожного берега ріки та зміна цієї зони в залежності від рівня нахилу бортів долини ріки;

– захисна смуга автомобільної дороги – 30 м або до найближчої межі природних і господарських угідь;

– граничнодопустимі рівні шуму для територій заповідників та заказників – до 20 дБа з 23 до 7 години (ніч) та до 25 дБа з 7 до 23 години (день).

В результаті впровадження об'єкту передбачаються наступні джерела та види впливу на гідроекосистеми:

– зміна динаміки поверхневого і підземного стоків в результаті додаткового нерівномірного тиску споруд та відбору води для господарсько-побутових потреб;

– формування зрегульованого стоку системою технічних засобів;

– збільшення руйнівної сили стікаючих вод в результаті будівництва водозбірних технічних споруд;

– можливе підвищення рівня ґрунтових вод, як результат вищенаведених факторів;

– спорудження двох резервуарів для води (штучне засніження лижних трас) – глибина 3 м, об'єм 16 тис м³ кожен;

– скид очищених стічних вод (при розгляді альтернатив водовідведення в ріки Бистрень, Чорний Черемош).

Мета проведеної оцінки впливу перспективного курорту на гідроекосистеми території досліджень:

– визначення можливостей будівництва гірськолижних трас і туристичного комплексу;

– оцінки ступеню впливу будівництва трас і туристичного комплексу на гідрологічні і гідрогеологічні параметри водних об'єктів в зоні проектованої діяльності;

– встановлення можливих впливів на поверхневі і підземні води специфічних забруднюючих речовин, які надходять до водного середовища при скидах всіх видів стічних вод;

– оцінка можливості водопостачання та водовідведення;

– розробки заходів техногенно-екологічної безпеки з попередження та зменшення впливу на водне середовище.

Внаслідок впровадження проекрованої діяльності прогнозується такий вплив на гідроекосистеми:

а) зміна динаміки поверхневого і підземного стоків внаслідок вирубки лісів на схилах в місцях побудови гірськолижних трас, причому поверхневий стік під час повеней і паводків значно збільшиться, а середньорічний рівень підземних вод зменшиться;

б) зміна динаміки поверхневого і підземного стоків в результаті забору води для побутових потреб із рік;

в) зміна кількісних і якісних показників стоку внаслідок:

- спорудження ставків;
- будівництва водозбірних технічних споруд;

г) ерозійна діяльність поверхневих вод на оголених схилах може набути загрозового характеру для проекрованої діяльності за умови невиконання природоохоронних запобіжних заходів.

Вивчення природно-антропогенного стану території, де пропонується впроваджувати діяльність, показало, що він, в певній мірі, стабільний і не викликає яких-небудь турбувань. Основний вплив пов'язаний з процесом будівництва і частково з рекреаційною діяльністю. Протягом часу експлуатації існуючих гірськолижних трас в аналогічних умовах не спостерігалися появи і розвиток небажаних явищ чи процесів, пов'язаних з деградацією навколишнього середовища.

4.2.2 Оцінка селенебезпечності території, інших аварійних і катастрофічних ситуацій

Існує ряд природних факторів, які обумовлюють селеві явища в Карпатах: висока розчленованість басейнів гірських рік, значне падіння русел, наявність крутих схилів, слабка денудаційна стійкість флішових товщ, значна потужність пухкого матеріалу на схилах, поширення безлісних площ, великий поверхневий стік. Для типу морфологічної зональності схилів досліджуваної території характерний такий поздовжній профіль гірських селенебезпечних

потоків: у верхньому ярусі, де розміщений водозбір, переважають круті схили площинного змиву; середній і нижній яруси перетинають канал селю, тут поширені переважно схили площинного змиву, обвально-осипні явища і конус виносу, який перекриває нижні тераси. Перевага в безлісному водозбірному басейні схилів площинного стоку сприяє під час зливових дощів раптовому зростанню водних мас і посиленню ерозії в каналі стоку. Схили площинного змиву та обвально-осипні, які перетинають русло гірського потоку, живлять уламковим матеріалом струмків і посилюють селеві явища.

В межах території, де пропонується спорудження гірськолижних трас, вершини гір та схили переважно залісені. Але, враховуючи зменшення лісистості водозборів внаслідок побудови гірськолижних трас, існує ймовірність утворення пухкого матеріалу на схилах та підвищення селенебезпечності існуючих потоків території або перевід їх з розряду селебезпечних до розряду селенебезпечних.

Селепроявам сприяють наступні фактори:

- наявність обширних водозборів в приполонинській безлісній зоні, які обумовлюють максимальний стік зливових дощів;
- значна неотектонічна активність району впливає на великі ухили русел, крутизну схилів, інтенсифікацію ерозійних і обвально-осипних явищ, збільшуючи величину твердого стоку;
- геолого-геоморфологічні умови глибоких, місцями ущелиноподібних долин транзитних ділянок селів;
- лісосічні роботи на водозборах, внаслідок яких в руслах і на схилах потоків нагромаджується щєбнисто-делювіальний матеріал і залишки лісосічної деревини.

У гірській частині басейну Пруту, до якого належить Чорний Черемош з притоками, за період з 1900 по 1941 рр. селеві прояви були відмічені 5 разів, з 1948 по 1964 рр. – 7, а з 1964 по 1994 рр. – 9 разів, з 1995 по 2009 рр. – 11 разів. Таке збільшення кількості селевих явищ було викликане, очевидно, інтенсивною вирубкою лісів у післявоєнні роки.

У процесі досліджень та розробок протиерозійних, протипаводкових, протисельових та інших заходів виділено три основні ерозійно-небезпечні градації ділянок. Найбільш небезпечні в ерозійному відношенні землі з крутизною схилів 17° і більше, середньо-небезпечні з крутизною схилів від 9° до 17° і потенційно небезпечні з крутизною схилів до 9° . Запропонована територія для спорудження туристичного комплексу “Чорногори” належить до територій найбільш небезпечних в ерозійному відношенні.

Для оцінки селенебезпеки басейну р. Бистрець важливо знати геоморфологічну будову річкової долини.

В річковій долині р. Бистрець заплава низька, висотою 0,4-1,5 м (середнє 0,6 м) при середній ширині 5,0 м та трапляється фрагментарно. Це викликане частими в горах повенями та паводками, що спричинюють розмив низької заплави. Цоколь занурений, як правило, під русло ріки на глибину 2,5-5,0 м.

I надзаплавна тераса має висоти 3,0-8,0 м (середнє 5,8 м) при середній ширині до 90,0 м. Цоколь міститься на рівні врізу води. II надзаплавна тераса має висоти 8,0-13,5 м (середнє 11,2 м), а середня ширина 65,0 м. Трапляється повсюди. Цоколь тераси піднятий над урізом ріки на 7,0-8,0 м. III надзаплавна тераса має висоту 15,0-27,0 м (середнє 21,1 м) і трапляється майже повсюди. Ширина – 160,0 м, в деяких місцях до 250-300 м. Поверхня практично вирівняна, в деяких місцях на поверхні зустрічаються заболочені ділянки.

IV надзаплавна тераса має висоту 22,0-31,0 м (середнє 26,8 м). Зустрічається в середній частині поперечника з шириною площадки 117,0 м. У всіх випадках вирівняна, нахил площадки $3-5^\circ$. Цоколь міститься на висоті 20 м над урізом води. V надзаплавна тераса має відносну висоту 29,0-45,0 м (середнє 37,4 м) при ширині 105 м. Трапляється рідко.

На ділянках з високою ерозійною небезпекою потрібно застосувати заходи, наведені вище. На ділянках з середньою і потенційною ерозійною небезпекою пропонуються протиерозійні, протипаводкові і протисельові заходи у меншому масштабі залежно від потреби, а саме: розчистка русел рік від захаращеності і заторів; поглиблення і розширення русла ріки;

влаштування перепадів і наносоутримуючих загат; будівництво низових і верхових підпірних стінок та дамб обвалування; будівництво головних і берегових дренажів, водопропускних і водопускних споруд.

Практично всі запроектовані траси розташовані на елементарних вододілах, тому небезпеки руйнування гірськолижних трас поверхневими водами під час повеней і паводків не передбачається.

Відмічене вище не стосується випадків катастрофічних явищ та аварійних ситуацій. Конкретні наслідки в цих випадках передбачити дуже складно, а тим більше спрогнозувати. У випадку ж їх прояву можна відмітити один дуже позитивний ефект проекрованої діяльності. Катастрофічні явища та аварії не спричинять викиду в атмосферу чи скиду у водні об'єкти ніяких шкідливих, токсичних чи радіоактивних речовин. А весь дестабілізуючий ефект обмежиться виключно втратою (частковою або повною) можливості подальшого використання об'єкту.

Під час проходження паводків завжди виникає інтенсивний розмив берегів та активізація екзогенних процесів. Це обумовлює небезпеку прориву вод з русла потічка, в місці, де він різко повертає, утворюючи меандру (місце впадіння правого притоку струмка Глибокий). Це саме та територія, де планується влаштування котеджів, готелів та першої черги гірськолижних трас і витягів (рис 4.10).

Гідродинамічні характеристики р. Бистрець та спрямованість ерозійних процесів не загрожують на даний час майданчику проектованого будівництва.

Рекомендації щодо забезпечення надійної експлуатації споруд курорту „Чорногори”: укріплення берегів р. Бистрець та її приток і захист проектованих очисних споруд на випадок паводків, спорудження захисних дамб і водовідвідних каналів.

4.2.3 Водопостачання курорту „Чорногори”

Перспективне будівництво і розширення туристичного комплексу поставить проблему водопостачання, очистки стічних вод побутового

характеру та відведення стоків. Рекомендуємо розглянути такі варіанти джерел водопостачання:

- водозабір підземних вод;
- водозабір з річкової мережі у верхів'ях р. Бистрець (після впадіння струмка Мреє) шляхом створення водозбірних штучних басейнів;
- водозабір з річкової мережі струмка Глибокий і Степанський шляхом створення водозбірних штучних басейнів;

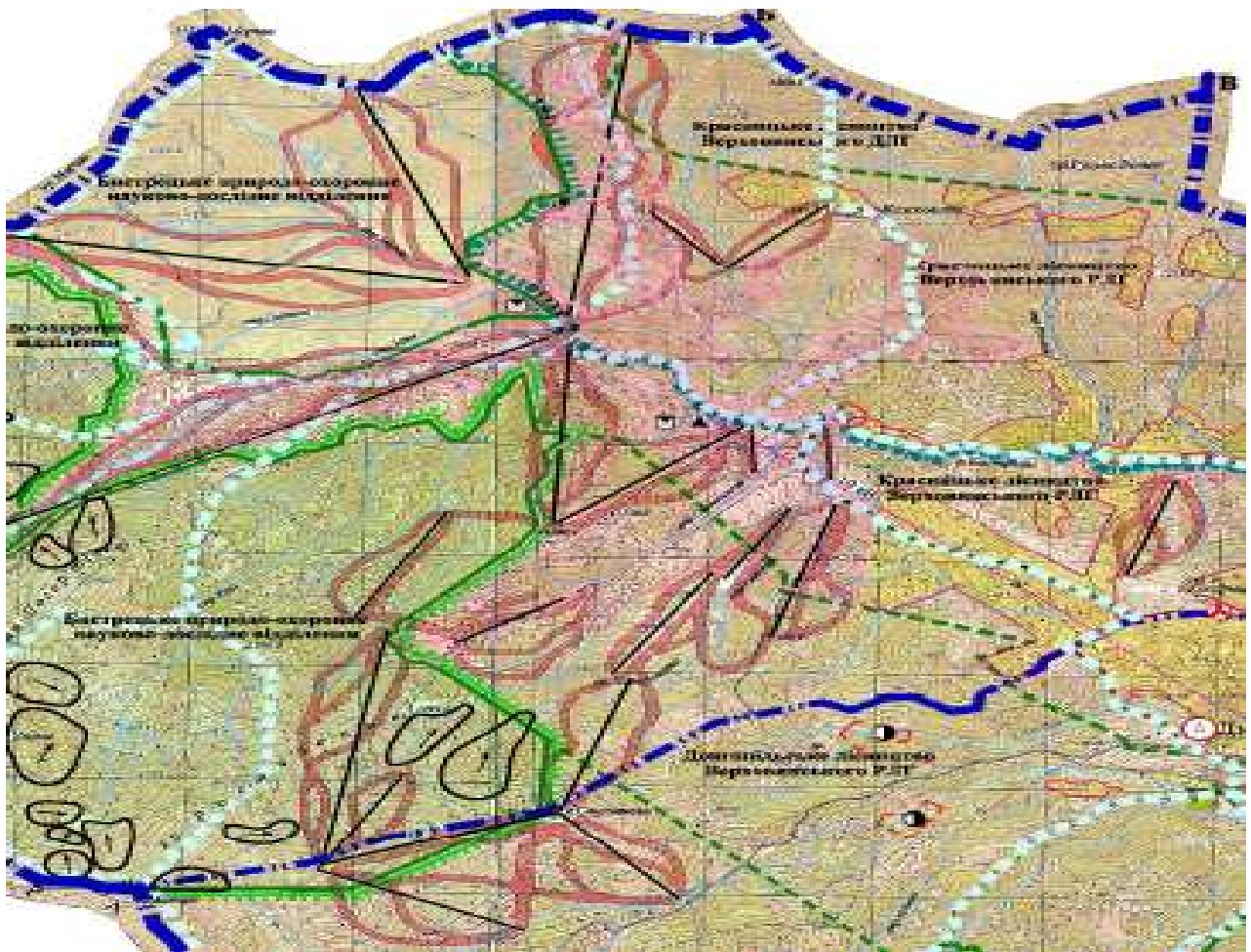


Рисунок 4.10 - Картографічна модель природно-техногенної системи субтопічного рівня (готельно-туристичний комплекс на р.Бистрець)

- водозабір з річкової мережі струмка Руський шляхом створення водозбірних штучних басейнів;
- водозабір з р. Бистрець вище (за течією) розташування сільського кладовища з подачею води до котеджно-готельного комплексу;

- водозабір з р. Чорний Черемош (перед впадінням р. Бистрець) з подачею води до котеджно - готельного комплексу;
- створення нагірних ємностей для питного водозабезпечення;
- комбінації означених варіантів.

Згідно норм добових витрат, на одне місце (відпочиваючого) потреба у господарсько-питній воді складає: при обладнанні усіх спальних приміщень душовими установками – 250 л, ваннами – 350 л (наказ МОЗ України “Про затвердження державних санітарних правил розміщення, улаштування та експлуатації оздоровчих закладів” від 19.06.96р № 172). За запропонованим задумом на одного відпочиваючого добова потреба у воді складатиме 300 літрів плюс 50 літрів на кожного для інфраструктури (ресторани, бари, сауни тощо).

Виходячи з запропонованого задуму та «Майстер-плану „Чорногори”», регіональний курортний центр „Чорногори” зможе вмістити дві тисячі відпочиваючих, тобто потреба у воді на таку кількість складатиме 648,0 тис.м³ за рік, а саме:

- у зимовий період відпочинку – 700 м³/добу або 2800 м³ за сезон;
- у літній період відпочинку (на 60 % менше) – 280 м³/добу або 2240 м³ за сезон.

Водопостачання туристичного комплексу не планується проводити з підземних горизонтів. Гідрогеологічні особливості цього району такі, що тут залягають в основному води у тріщинуватих колекторах. Запаси цих вод – не встановлені, тому необхідно провести детальні інженерно-гідрогеологічні роботи по вишукуванню та встановленню запасів підземних вод.

На даній стадії запропонованого задуму, поки що не є можливим створювати водозабір підземних вод. Якщо виникне така пропозиція, слід пам’ятати, що водозабір підземних вод повинен знаходитись, як правило, не на території житлової забудови. Організовується зона санітарної охорони (ЗСО) на водопроводах, що подають воду з підземних джерел, яка використовується для господарсько-питних потреб.

Слід звернути увагу на негативний досвід гірськолижного курорту «Буковель», де водопостачання проводиться свердловинами з глибини 75 м, з середнім дебітом 40 м³/добу. Дебіти існуючих свердловин за останні п'ять років значно впали та не підтвердили очікувані гідрогеологічні показники.

Для стабільного водопостачання курорту «Чорногори" рекомендуємо здійснювати водозабір з поверхневих вод.

В зв'язку з тим, що гідрологічні спостереження в басейні р. Чорний Черемош ведуться лише у м. Верховина та с. Ільці, значення характеристик річкового стоку для басейну р. Бистрець вирахуємо теоретично.

Для визначення кількісної складової гідроекологічного потенціалу виберемо чотири створи в місцях, що зазначені вище:

- 1-ий створ - водозабір з річкової мережі у верхів'ях р. Бистрець (після впадіння струмка Мреє) шляхом створення водозбірних штучних басейнів;
- 2-ий створ - водозабір з річкової мережі струмків Глибокий і Степанський шляхом створення водозбірних штучних басейнів;
- 3-ий створ - водозабір з річкової мережі струмка Руський шляхом створення водозбірних штучних басейнів;
- 4-ий створ - водозабір з р. Бистрець вище (за течею) розташування сільського кладовища з подачею води до котеджно - готельного комплексу;
- 5-ий створ - водозабір з р. Чорний Черемош (перед впадінням р. Бистрець) з подачею води до котеджно - готельного комплексу.

По першому створу водозбір р. Бистрець (після впадіння струмка Мреє) складає 16,7 км², середня висота водозбору, визначена шляхом планіметрії, складає 1300 м.

По другому створу водозбір струмків Глибокий і Степанський у сукупності складає 6,44 км², середня висота водозбору, визначена шляхом планіметрії, складає 1200 м.

По третьому створу водозбір струмка Руський шляхом підрахунку за картою складає 8 км², середня висота водозбору, визначена шляхом планіметрії, складає 1100 м.

По четвертому створу водозбір р. Бистрець вище (за течією) розташування сільського кладовища – 55,4 км², середня висота водозбору, визначена шляхом планіметрії, складає 1000 м.

По п'ятому створу водозбір р. Чорний Черемош (перед впадінням р. Бистрець) складає 442,6 км², середня висота водозбору, визначена шляхом планіметрії, складає 1200 м.

Ріка Чорний Черемош зі своїми притоками належить до п'ятого гідроекологічного району (рис.2.1).

Виходячи з залежності, представленої на рисунку 2.9, середньобагаторічний модуль стоку:

- для першого створу складає 22,47 л/с·км²;
- для другого створу складає 19,85 л/с·км²;
- для третього створу складає 17,46 л/с·км²;
- для четвертого створу складає 15,27 л/с·км²;
- для п'ятого створу складає 19,85 л/с·км²;

Норма стоку у створі № 1 складатиме:

$$Q = (16,7 \times 22,47)/1000 = 0,375 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Норма стоку створу № 2 складатиме:

$$Q = (6,44 \times 19,85)/1000 = 0,13 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Норма стоку створу № 3 складатиме:

$$Q = (8 \times 17,46)/1000 = 0,14 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Норма стоку створу № 4 в складатиме:

$$Q = (55,4 \times 15,27)/1000 = 0,845 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Норма стоку створу № 5 в складатиме:

$$Q = (442,6 \times 19,85)/1000 = 8,785 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Параметри кількісної складової внутрішньорічного розподілу стоку для умов середнього, багатоводного і маловодного року для р. Чорний Черемош

наведені в таблиці 2.3 (5 гідроекологічний район).

Використання наведених типових схем дає можливість для довільного створу в межах розглянутої території розподілити стік року при відсутності матеріалів натурних спостережень. Для вказаних вище створів курорту «Чорногори» витрати води в м³/с, розраховані для умов середнього, маловодного та багатоводного років, наведені в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Середньомісячні витрати води у вибраних створах курорту «Чорногори» для умов середнього за водністю року, маловодного та багатоводного років

Створ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середній за водністю рік												
1	0,14	0,15	0,29	0,64	0,76	0,64	0,58	0,44	0,29	0,2	0,21	0,17
2	0,05	0,05	0,1	0,22	0,26	0,22	0,2	0,15	0,1	0,07	0,07	0,06
3	0,05	0,06	0,11	0,24	0,28	0,24	0,22	0,16	0,11	0,08	0,08	0,06
4	0,30	0,34	0,65	1,45	1,7	1,45	1,3	0,99	0,66	0,46	0,47	0,38
5	3,15	3,52	6,74	15,1	17,7	15,1	13,6	10,3	6,82	4,75	4,87	3,95
Маловодний рік												
1	0,093	0,15	0,21	0,43	0,715	0,425	0,278	0,29	0,17	0,156	0,257	0,19
2	0,032	0,053	0,072	0,15	0,248	0,147	0,097	0,102	0,06	0,054	0,089	0,067
3	0,035	0,057	0,077	0,161	0,267	0,159	0,104	0,11	0,064	0,058	0,096	0,072
4	0,209	0,344	0,467	0,973	1,61	0,958	0,628	0,664	0,388	0,351	0,578	0,438
5	2,174	3,574	5,116	10,12	16,76	9,96	6,53	6,91	4,032	3,65	6,01	4,554
Багатоводний рік												
1	0,157	0,134	0,462	0,704	0,951	0,788	0,653	0,687	0,338	0,231	0,329	0,195
2	0,053	0,046	0,157	0,24	0,324	0,269	0,223	0,234	0,115	0,079	0,112	0,066
3	0,058	0,05	0,172	0,263	0,355	0,294	0,244	0,256	0,128	0,086	0,123	0,073
4	0,352	0,302	1,039	1,584	2,14	1,774	1,47	1,546	0,761	0,521	0,734	0,438
5	3,663	3,136	10,8	16,47	22,27	18,45	15,28	16,07	7,919	5,415	7,695	4,559

Аналіз динаміки стоку рік басейну р. Чорний Черемош дозволяє зробити висновок, що лімітуючим періодом при визначенні розрахункового

розподілу стоку в роки різної водності є межень (жовтень-лютий), а лімітуючим сезоном – зима. Виділення меженого періоду на ріках Карпатського регіону досить умовно, тому що паводки спостерігаються протягом цілого року, і навіть в дуже маловодні роки для рік характерні високі паводки восени і взимку.

Аналіз типового розподілу маловодного року показує, що розподіл стоку по сезонах принципово залишається таким самим як і в середній по водності рік. Перерозподіл стоку відбувається помісячно. Максимальним за водністю залишається квітень, а лімітуючим місяцем виступає листопад, хоча необхідно відмітити, що в середньому за багаторіччя для умов маловодного року об'єми стоку в жовтні, листопаді, грудні і лютому є порівняними.

В будь-який за водністю рік максимальний об'єм річного стоку спостерігається в травні, що нехарактерно для решти території Карпатського регіону. Виділяється для всіх типів років один багатоводний період з квітня по серпень. Танення снігу у весняну повінь, згідно кліматичних показників території, починається у березні, але саме для рік цього району в середньому за багаторіччя об'єми стоку березня і вересня порівняні, і на типовому гідрографі їх можна прийняти за точки початку підйому і завершення спаду багатоводної хвилі. Лімітуючим місяцем є січень, в багатоводні роки - лютий, відповідно сезоном найменшої водності в будь-який за водністю рік залишається зима, причому відносні показники зимового стоку зменшуються в багатоводні роки і збільшуються в маловодні. В досліджуваному районі багатоводні роки в середньому за багаторіччя характеризуються великою часткою дощового стоку, маловодні - його різким зменшенням. Найбільша амплітуда коливання стоку характерна для маловодних років, сягаючи 18 %.

Розрахунок кількісної складової гідроекологічного потенціалу (табл. 4.11) проводився, базуючись на твердженні, що з метою збереження екологічної безпеки в ріці необхідно залишати в незмінному природному стані витрату, яка дорівнює ґрунтовому живленню. Тобто, в кількісному вираженні гідроекологічному потенціалу відповідає частка місячного стоку, яка є

більшою, ніж мінімальна середньомісячна витрата маловодного року. Тобто, цей гідроекологічний потенціал може бути використаний з метою водопостачання і цю воду можна акумулювати у водозбірних басейнах.

Таблиця 4.11

Кількісна складова гідроекологічного потенціалу вибраних створів курорту
«Чорногори»

Створ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середній за водністю рік												
1	0,047	0,057	0,197	0,547	0,667	0,547	0,487	0,347	0,197	0,107	0,117	0,077
2	0,018	0,018	0,068	0,188	0,228	0,188	0,168	0,118	0,068	0,038	0,038	0,028
3	0,015	0,025	0,075	0,205	0,245	0,205	0,185	0,125	0,075	0,045	0,045	0,025
4	0,091	0,131	0,441	1,241	1,491	1,241	1,091	0,781	0,451	0,251	0,261	0,171
5	0,976	1,346	4,566	12,93	15,53	12,93	11,43	8,126	4,646	2,576	2,696	1,776
Маловодний рік												
1	0	0,057	0,117	0,337	0,622	0,332	0,185	0,197	0,077	0,063	0,164	0,097
2	0	0,021	0,04	0,118	0,216	0,115	0,065	0,07	0,028	0,022	0,057	0,035
3	0	0,022	0,042	0,126	0,232	0,124	0,069	0,075	0,029	0,023	0,061	0,037
4	0	0,135	0,258	0,764	1,401	0,749	0,419	0,455	0,179	0,142	0,369	0,229
5	0	1,4	2,942	7,946	14,59	7,786	4,356	4,736	1,858	1,476	3,836	2,38
Багатоводний рік												
1	0,064	0,041	0,369	0,611	0,858	0,695	0,56	0,594	0,245	0,138	0,236	0,102
2	0,021	0,014	0,125	0,208	0,292	0,237	0,191	0,202	0,083	0,047	0,08	0,034
3	0,023	0,015	0,137	0,228	0,32	0,259	0,209	0,221	0,093	0,051	0,088	0,038
4	0,143	0,093	0,83	1,375	1,931	1,565	1,261	1,337	0,552	0,312	0,525	0,229
5	1,489	0,962	8,626	14,3	20,1	16,28	13,11	13,9	5,745	3,241	5,521	2,385

В цілому закономірності розподілу кількісної складової гідроекологічного потенціалу протягом року рік досліджуваного басейну р. Бистрець полягають у наступному:

– в різні за водністю роки виділяється один багатоводний період, який охоплює фазу повені і паводків і триває з квітня по серпень за умов початку

підйому рівнів води у березні і закінчення спаду до передвесняних рівнів у вересні. За цей час проходить біля 70 % річного стоку. Цей час є найбільш сприятливим для використання гідроекологічного потенціалу;

– лімітуючим сезоном є межень, яка охоплює осінньо-зимовий період. При цьому місяцем найменшої водності є січень з нульовим показником гідроекологічного потенціалу в маловодний рік (за визначенням), хоча стійкий щорічний льодостав зовсім не є обов'язковим. За цей сезон проходить в середньому 30 % річного стоку. Цей час є найбільш несприятливим для використання гідроекологічного потенціалу;

– в середньому за багаторіччя об'єм весняної повені залишається порівняно однаковим в середні, багатоводні та маловодні роки, а зміна кількісної складової гідроекологічного потенціалу по сезонах залежить від кількості рідких опадів, які і є визначаючими для характеристики водності року. Тобто в середньому за багаторіччя запас води в сніговому покриві для басейнів рік досліджуваного району в різні за водністю роки мало чим відрізняється;

– на притоках р. Чорний Черемош, максимальні місячні об'єми води частіше утворюються від випадіння дощів під час паводків;

– амплітуда коливань місячних показників гідроекологічного потенціалу збільшується із збільшення водності року, підвищенням середньої висоти водозбору та з північного заходу на південний схід досліджуваного регіону.

Таким чином, аналіз кількісних показників гідроекологічного потенціалу дає право стверджувати, що річкові води будуть основним джерелом водопостачання туристичного комплексу “Чорногори” за умови застосування певних технічних рішень для регулювання внутрішньорічного розподілу стоку та збереження екологічної рівноваги у водних об'єктах.

4.2.4 Особливості використання гідроекологічного потенціалу для водопостачання туристичного комплексу “Чорногори”

Водозабір з річкової мережі у верхів'ях р. Бистрець (після впадіння струмка Мреє). Для збереження екологічної рівноваги у верхів'ях р. Бистрець

та її приток (струмки Мариш, Гаджина, Мреє) нижче створу № 1 – кількість води не повинна зменшуватись в жоден з сезонів року нижче $0,093 \text{ м}^3/\text{с}$. Така витрата води спостерігається в січні маловодного року, тобто в цей період повинно бути передбачено альтернативне водопостачання. Вже в лютому місяці маловодного року використаний гідроекологічний потенціал в повному обсязі дозволяє акумулювати до $4900 \text{ м}^3/\text{добу}$ річкової води (в середній за водністю рік), яка може забезпечувати 14 000 відпочиваючих за нормативом 350 л/добу на людину (табл. 4.11). У всі інші місяці маловодного року, а також середнього за водністю, включаючи січень, води в струмках (створ № 1) є достатньою (понад так звану екологічну витрату) для забезпечення водою туристів в кількості до 10 тисяч відпочиваючих.

Основна проблема використання гідроекологічного потенціалу тут полягає в нерегулярності річкового стоку, і, як вже зазначалось, період найменших витрат води в річках Карпат припадає на зимовий період – період найщільнішого заповнення туристичного комплексу відпочиваючими. Таким чином, лише використання верхів'я приток р. Бистрець може розглядатись для повноцінного водозабезпечення туристичного комплексу.

Можливим і необхідним є створення невеликих акумулюючих водосховищ вище створу № 1 для допоміжного водопостачання в зимовий період, з яких вода самопливом по трубопроводах може постачатись в готелі і котеджі. Щоправда, міцність греблі повинна бути розрахована на можливість пропускати річковий стік, який в 25 разів більший за нульовий гідроекологічний потенціал. Крім того, річкова вода в період повеней і паводків сильно замулена і потребуватиме додаткових засобів для очистки.

Доцільним до розгляду є варіант створення декількох невеликих акумулюючих басейнів, наприклад, на притоках Мариш, Гаджина, Мреє.

Наприклад, якщо в створі № 1 побудувати греблю висотою в 10 м, то утвориться водосховище довжиною 300 м, шириною 200 м, об'ємом $250\text{-}300 \text{ тис.м}^3$. Нескладний розрахунок показує, що для водопостачання туристичного комплексу на 2 тисячі місць з добовою потребою максимум

350 л/добу потрібно 0,7 тис.м³ води, яка відповідає стандартам якості для питного водопостачання. Таким чином, створене водосховище зможе забезпечити туристичний комплекс протягом року. Заповнення водосховища (за умови скиду через греблю щосекундну кількості води на рівні нульового гідроекологічного потенціалу) буде відбуватись в середній за водністю рік не більше місяця.

Водозабір з річкової мережі струмків Глибокий, Степанський, Руський.

Аналізуючи кількість річкового стоку в створах № 2, № 3 необхідно зауважити, що нульовий гідроекологічний потенціал в даних створах порівняний і становить 0,032-0,035 м³/с (аналогічно в січні місяці маловодного року). Як і в попередньому випадку період найменших витрат води припадає на зимовий період – період найщільнішого заповнення туристичного комплексу відпочиваючими. Таким чином, лише використання води приток р. Бистрець не може розглядатись для повноцінного водозабезпечення туристичного комплексу без акумуляції стоку.

Але можливим, як і в попередньому випадку, є створення невеликих акумулюючих водосховищ для допоміжного водопостачання в зимовий період. Ці водосховища можуть бути розташовані не в руслі струмків безпосередньо, а за умови знаходження сприятливих геоморфологічних умов – в межах заплави (долини) річки, куди вода надходитиме через водовідвідний канал.

Струмки Степанський та Глибокий є досить привабливими для проектувальників в зв'язку з тим, що між ними планується побудова першої черги готельно - котеджного комплексу. Умовно розрахована кількість води в створі № 2 відповідає сукупній кількості води в обох струмках. Потрібно зауважити, що виміряна натурним шляхом кількість води в згаданих струмках в маловодну фазу складала 12-18 л/с (за даними замовників проекту). Як бачимо, ця кількість відповідає розрахованому нами гідроекологічному потенціалу в створі № 2 (табл. 4.11).

За умови створення гребельного водосховища, міцність греблі в даному створі повинна бути розрахована на можливість пропускати річковий стік, який в 15-20 разів більший за нульовий гідроекологічний потенціал.

Такий варіант можливий, але створить одразу декілька складних проблем, а саме – загроза затоплення автомобільної дороги та подачу води по трубопроводам від більш низьких до більш високих гіпсометричних відміток (від 800 м до 900 м на рівні готельно - котеджного комплексу, що планується улаштувати між струмками Степанський і Глибокий), та від 800 м до 950-1000м на рівень житлово-відпочинкового комплексу в міжріччі Мреє і Кізі).

Водозабір з р. Бистрець вище (за течією) розташування сільського кладовища з подачею води до котеджно - готельного комплексу.

Аналізуючи кількісну складову гідроекологічного потенціалу в створі № 4, необхідно зауважити, нульове його значення в даному місці становить $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ (аналогічно в січні місяці маловодного року) (табл. 4.10). Як і в попередньому випадку період найменших витрат води припадає на зимовий період – період найщільнішого заповнення туристичного комплексу відпочиваючими. Але в середній за водністю рік витрата води в січні складає $0,3 \text{ м}^3/\text{с}$. Для водозабезпечення туристичного комплексу “Чорногори”, як вже зазначалось, потрібно $0,7 \text{ тис.м}^3$ води за добу, що в перерахунку на витрату води складає $0,008 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таким чином, в навіть у середній за водністю рік в січні місяці води в р. Бистрець в даному створі буде достатньо для безперебійного водозабезпечення туристичного комплексу за умови екологічно безпечного водоспоживання (в річці залишається недоторканою санітарна витрата води).

В цьому випадку прогнозується відсутність негативного екологічного впливу на гідроекосистеми (крім січня місяця маловодного року) в зв'язку з тим, що кількість водозабору не перевищуватиме $2,79 \%$ найменшої середньомісячної витрати багаторіччя. Основна проблема в цьому випадку – технічна реалізація рішення подачі води з висоти 780 м над рівнем моря на висоту 900-1000 м та на відстань (по долині ріки до 4 км).

Водозабір з р. Чорний Черемош (перед впадінням р. Бистрець) з подачею води до котеджно-готельного комплексу.

В створі № 5 нульовий гідроекологічний потенціал складає 2,174 м³/с. Як і в попередньому випадку водопостачання туристичного комплексу з р. Чорний Черемош може бути безперебійне і за відсутності негативного екологічного впливу на водні екосистеми в зв'язку з тим, що кількість водозабору не перевищуватиме 0,37 % середньомісячної витрати маловодного року. Основна проблема як і в попередньому випадку – технічна реалізація і економічна доцільність рішення подачі води з висоти 680 м над рівнем моря на висоту 900-1000 м та на відстань (по долині ріки до 6 км).

Комбінації означених варіантів.

Найбільш доцільно розглядати комбінацію першого і другого варіантів, тобто створення декількох невеликих водосховищ на струмках вище розташування готельно-туристичного комплексу, щоб вода могла подаватись самопливом по трубопроводах. Ця комбінація могла б забезпечити туристичний комплекс “Чорногори” водою протягом року.

Комбінація першого, другого варіантів з третім, четвертим, як і третього, четвертого і п'ятого між собою недоцільні в зв'язку з тим, що у випадку окремо четвертого та окремо п'ятого варіантів можливе повне безперебійне водопостачання туристичного комплексу без створення акумулюючих водосховищ.

Більш екологічно безпечним однозначно буде четвертий варіант. Вибір залежатиме від економічної доцільності. Що дорожче – передача води з нижньої течії р. Бистрець, чи будівництво декількох невеликих водосховищ, кожне з яких могло б протягом місяця забезпечувати водою туристичний комплекс в осінньо-зимовий період? Відповідь можна отримати на стадії робочих проектів.

Як додаткове джерело технічного водопостачання туристичного комплексу можна запропонувати уловлення дощових стічних вод (умовно чистих дощових стічних вод, відведених з території туристичного комплексу

та дощових стічних вод з автомобільних стоянок, попередньо очищених на локальних очисних спорудах) та відведення їх в гідроізолювану ємність для подальшого використання – для змиву санітарно-технічного обладнання у туалетах, поливу території, зелених насаджень, газонів та квітників, можливо як пожежні запаси. Прогнозоване джерело протипожежного водопостачання – р. Бистрець.

4.2.5 Водовідведення курорту „Чорногори”

На сьогоднішній час в межах курорту «Чорногори» та с. Бистрець будь-які очисні споруди та каналізаційний колектор відсутні. Проект на водопостачання та водовідведення не готовий.

Пропонуємо до розгляду два варіанти очистки стічних вод.

По першому варіанту стічні води самопливною мережею відводяться в каналізаційну систему (КНС), а потім на станцію очистки стічних вод «Мініклар» ВС-300 продуктивністю 45 м³/добу. Доочищені стічні води, які формуються в контактних відстійниках та фільтруючих колодязях відводяться в р. Бистрець. Ефект очистки по БПК₅ – 96 %. Кількість і характеристика стічних вод приведена в таблиці 4.12. Станція очистки «Мініклар» ВС-300 – компактна установка біологічної очистки стічних вод з флюїдним фільтром поставки «Екосервіс Україна ЛТД» (м. Львів).

Таблиця 4.12

Характеристика стічних вод, які утворюються в процесі виробничої діяльності типового готельно-туристичного комплексу

Назва об'єкту	Кількість стоків		Температура, °С	Забруднення	Концентрація забруднення, мг/л	Кількість забруднень, кг/добу	Режим відведення стоків	Місце відведення стоків
	м ³ /добу	м ³ /год						
Готельно-туристичний комплекс	42	3,6	18-20	БСК	15	13,5	Періодично	Локальні очисні споруди
				Замулені речовини	12	11,7		

Надлишковий мул є стабілізованим і може використовуватися, як добриво на полях під технічні культури або вивозитися на спеціалізовані поля при погодженні з санітарними службами. Доочищені в контактних відстійниках та фільтруючих колодязях стічні води відводяться донним випуском в р. Бистрець. Характеристика стічних вод, що поступають на очисні споруди, ефективність очистки і характеристика залишкових забруднень для типового готельно-туристичного комплексу приведена в таблиці 4.13.

У будівлях та приміщеннях туристичного комплексу, обладнаних внутрішнім господарсько-питним або технічним водопроводом, обов'язково влаштовується система внутрішньої каналізації. В основу прийняття рішень по проектуванню та будівництву каналізації туристичного комплексу, вибору схем каналізації, способів очистки та скидання стічних вод повинні бути покладені вимоги чинних будівельних норм і правил, а також інших нормативних документів, погоджених з МОЗ України.

Таблиця 4.13

Характеристика стічних вод, що поступають на очисні споруди типового готельно-туристичного комплексу

Тип установки	Розхід стічних вод на очисних спорудах, м ³ /год.	Забруднююча речовина	Метод очистки стічних вод	Концентрація забруднюючих речовин, що поступають на очисні споруди, мг/л, кг/добу	Ефективність очистки, %	Концентрація забруднюючих речовин після очистки, мг/л	Використання чи відновлення стічних вод
“Мініклар”	3,6	БСК	Біологічний	300 (13,5)	96	15	Вивозяться
		Замулені речовини		420 (11,7)	98	12	

Оптимальним рішенням скидання стічних вод є транспортування їх у централізовану систему каналізації оздоровчої зони або населеного пункту. В даній ситуації, як було зазначено вище, неможливо підключення до

централізованих систем каналізації.

Відповідно до вимог щодо забезпечення потреб у воді, для готельно-туристичного комплексу «Чорногори» на одне місце 300 л/добу та кількості відпочиваючих на перспективу дві тисячі, очисні споруди такого плану можуть приймати господарсько-побутові стічні води для очистки в перші роки існування комплексу, а розширення очисних споруд до проектної потужності – 0,7 тис.м³/добу неможливе.

Тому єдиним і екологічно вірним рішенням цієї проблеми буде будівництво каналізаційного колектора за межі рекреаційної території туристичного комплексу з будівництвом очисних споруд. Розглянемо наступні варіанти водовідведення:

- водовідведення у річкову мережу р. Бистрець нижче (за течією) с. Бистрець;

- водовідведення у р. Чорний Черемош нижче (за течією) розташування гирла р. Бистрець;

- комбінації означених варіантів;

- водовідведення в інші ріки регіону не варто розглядати із-за віддаленості території, наявності перевалу на шляху спорудження колектору та складності технічних рішень.

Водовідведення у річкову мережу р. Бистрець нижче (за течією) с. Бистрець. Як вже зазначалось, період найменших витрат води в річках Карпат припадає на зимовий період – період найщільнішого заповнення туристичного комплексу відпочиваючими. Водовідведення 0,7 тис.м³/добу в даному місці складатиме 3,88 % мінімальної кількості води в створі, що спостерігається в середньому за місяць в січні місяці маловодного року (тобто розбавлення нульового гідроекологічного потенціалу). Параметри русла, звичайно дозволять скидати таку кількість води, бо в природному стані в період повені води проходить в десятки разів більше.

Водовідведення у р. Чорний Черемош нижче (за течією) розташування гирла р. Бистрець. Водовідведення в даному місці складатиме 0,34 %

мінімальної кількості води в створі, що спостерігається в середньому за місяць в січні місяці (тобто розбавлення нульового гідрологічного потенціалу). Параметри русла, звичайно, дозволяють скидати таку кількість води. З точки зору екологічної безпеки, цей варіант є більш доцільним, щоправда потрібно будувати стічний колектор довжиною близько 5,5 км.

Комбінації означених варіантів. На думку автора, комбінації варіантів не варто розглядати, тому що скид стічних вод повинен бути сконцентрованим в одному місці. Найбільш доцільно з точки зору екологічної безпеки скид проводити нижче впадіння р. Бистрець в р. Чорний Черемош.

Проектування та будівництво очисних споруд повної біологічної очистки зі скидом очищених стічних вод в поверхневі водотоки необхідно проводити згідно “Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами”, затверджених постановою КМ України від 25.03.1999 р. № 465.

У запропонованому об’єкті необхідно передбачити дві системи внутрішньої каналізації: побутову – для відведення стічних вод від санітарно-технічних пристроїв та виробничу – для відведення виробничих стічних вод від їдальні. Мережі виробничої та побутової систем каналізації повинні бути відокремлені. Виробничі стічні води від їдальні слід піддавати локальній попередній обробці та очистці (жировловлювачі, відстійники, фільтри тощо). Прогнозована кількісна характеристика стічних вод приведена в таблиці 4.14. Характеристика очисних споруд, що пропонуються, приведена в таблиці 4.15-4.16. Баланс прогнозованого водопостачання і водовідведення курорту приведений в таблиці 4.17.

Використання водних ресурсів гідроекосистем при господарській діяльності готельно-туристичного комплексу „Чорногори” характеризуватиметься наступними показниками:

- коефіцієнт використання оборотної води – 0;
- коефіцієнт використання води з локального водозабору – 1;
- коефіцієнт водовідведення – 1.

Кількісна характеристика стічних вод

Споруда	Витрата стічних вод		Температура °С	Забруднююча речовина	Режим водовідведення стічних вод	Місце відведення стічних вод
	м ³ /год	м ³ /добу				
Очисні споруди	29,16	700	15	БСК	Безперервний із зміною витрат	Верхів'я басейну Чорний Черемош
				Завислі речовини		
				Азот амонійний		
				Залізо загальне		
				СПАР		
				Хлориди		
				Жири		
				Нітрати		
				Нітрити		
				Сульфати		

Крім запропонованої системи очистки, на сьогоднішній день існує багато технологічних рішень по очистці господарсько-побутових стічних вод.

Наприклад, комбіновані компактні очисні споруди нового типу для глибокої очистки і доочистки стічних вод - водоочисні установки "Екокомпакт". Установки є спорудами блочного типу продуктивністю одиничного блоку відповідно 10, 50, 100, 500, 2500 м³/добу і пропонуються для каналізаційних очисних станцій пропускною здатністю від 10 до 10 000 м³/добу. Очисна установка "Екокомпакт" фірми "ТЕКОС", м. Бердичів – це блок технологічних ємностей (комплексів) в циліндричному виконанні, які включають кільцевий аераційний басейн з розміщенням в центрі відстійником, який розділений по висоті на зону освітлення і зону біофільтраційної доочистки.

Для доочистки, очистки стічних вод готельно-туристичного комплексу можуть бути використані блочно-модульні установки (споруди) призначені для очистки, доочистки і обеззараження побутових і близьких до них по

Таблиця 4.15

Характеристика очисних споруд, що пропонуються

Споруди	Витрата стічних вод на очисні споруди, м ³ /добу	Забруднюючі речовини	Метод очистки стічних вод	Концентрація шкідливих речовин, що поступає на очисні, мг/л	Ефективність, %	Скид стічних вод
Очисні	700	БСК	Біологічна очистка	250	98,8	Верхів'я басейну Чорного Черемошу
		Завислі речовини		250	98,8	
		Азот амонійний		20	97,5	
		Залізо загальне		2	97,5	
		Жири		30	100	
		СПАР		5	100	
		Хлориди		70	-	
		Нітрати		0,35	-	
		Нітрити		0,18	-	
		Сульфати		46	-	

Таблиця 4.16

Характеристика ступеню очистки стічних вод на очисних спорудах, що пропонуються (мг/л)

Шкідлива речовина	Концентрація до очистки	Ефективність очистки %	Концентрація після очистки	Гранично допустима концентрація у воді водойм	
				Господарсько-питного призначення	Рибогосподарського призначення
БСК	250	98,8	3	6	3

Продовження таблиці 4.16

Завислих речовини	250	98,8	3	Збільшення на <0,75	Збільшення на <0,25
Азот амонійний	20	97,5	0,5	2	0,5
Залізо загальне	2	97,5	0,05	0,3	0,05
Жири	30	100	-	6,0	-
СПАР	5	100	-	0,5	-
Хлориди	70	-	70	350	300
Нітрати	0,35	-	0,35	46	40
Нітрити	0,32	-	0,32	3,3	0,08
Сульфати	46	-	46	400	100

складу стічних вод об'ємом 150–3000 м³/добу з забезпеченням вимог на скид в водойми. Виробник ЗАТ “КРЕАЛ”, Санкт-Петербург.

Запропоновані вище очисні споруди обирались, ґрунтуючись на оптимальному співвідношенні: вартість - якість обладнання - екологічні параметри.

Таблиця 4.17

Запропонований баланс водопостачання і водовідведення готельно-туристичного комплексу „Чорногори”

Назва об'єкту	Водоспоживання, тис.м ³ /доба						Водовідведення, тис.м ³ / доба				
	всього	на виробничі потреби			на господарсько-побутові потреби	всього	об'єм стоків, які використовуються повторно	виробничі стічні води	господарсько-побутові стічні води	безповоротне	
		свіжа вода	в тому числі питної якості	зворотна вода							
Готельно-туристичний комплекс	0,7	0,7	0,7	-	-	0,7	0,7	-	-	0,7	0,7

4.2.6 Заходи щодо забезпечення нормативного стану гідроекосистем та екологічної безпеки в районі розташування туристичного комплексу «Чорногори»

Виходячи з наведеної вище оцінки впливу перспективи розвитку туристичного комплексу „Чорногори” на гідроекосистеми басейну р. Бистрець, пропонується наступний комплекс охоронних, захисних, відновлювальних та компенсаційних заходів для забезпечення нормативного стану довкілля, запобігання появі і розвитку небажаних процесів і явищ та гарантії довготривалої експлуатації.

В процесі будівництва та експлуатації об’єкту необхідно впровадити комплекс *охоронних заходів*:

- обов’язкове проведення моніторингу гідроекосистем бажано щосезону, мінімум двічі на рік (ранньою весною і пізньою осінню) з метою своєчасного виявлення деструктивних змін та розробки і впровадження протидіючих рішень, що значно зменшить додаткові капіталовкладення;
- максимально зберегти рослинність на прилягаючій території для збереження стабільності гідроекосистем;
- обов’язково налагодити роботу контрольно-рятувальної служби та розробити систему оповіщення на випадок лавинонебезпечних та аварійних ситуацій і кліматичних катаклізмів;
- не допускати одночасної присутності на схилі більшої кількості рекреантів, ніж допустима розрахункова;
- вздовж верхів’їв р. Бистрець та її приток встановити огорожу для запобігання нерегламентованого переходу рекреантів у заповідну зону;
- встановити попереджуючі аншлаги та інформаційні щити про поведінку рекреантів в заповідній зоні та прилеглих територіях.

Базуючись на проведеній оцінці впливів на гідроекосистеми та для забезпечення нормальної безпечної експлуатації об’єкту, рекомендуються наступні *захисні заходи* для гідроекологічного середовища:

1. Понизити рівень ґрунтових вод на схилах перспективних гірськолижних трас (посадка або, при можливості, збереження по периметру всього комплексу дерев і рослинності; облаштування в нижній частині схилу та по його боках відкритих колодязів для збору вод).

2. Закладка в місцях можливого підтоплення дренажних труб для відводу підземних вод у нагірну канаву.

3. Спорудження системи нагірних канав відкритого типу для перехоплення дощових та талих стічних вод, що рухаються з нагірної сторони, зі схилів трас і прилеглої території, а також дренажних вод та відведення їх у р. Бистрець та її притоки.

4. Використати всі технічні можливості для максимально щільної підгонки конструктивних елементів водовідвідних лотків з метою запобігання проникнення вод у ґрунт.

5. Укріпити борти лотків для протидії розвитку ерозії техногенного походження і проникнення води в обхід водозбірних систем.

6. Розглянути можливість надати поверхні зони спуску лижників випуклої в поперечному перерізі форми для забезпечення поверхневого стоку до країв.

7. Встановити вздовж обох країв гірськолижних трас дренажні системи по всій довжині схилів.

8. Забезпечити максимальне відведення вод зі схилу (поверхневих - додатковими спорудами, а підземних - дренажною системою).

9. До всіх гірськолижних трас та трас витягів необхідно:

- провести укріплення схилу в зсувонебезпечних місцях;
- зробити водовідвід поверхневих вод;
- закласти дренажну систему в місцях яроутворення та біля підніжжя схилів;
- місця викоту зробити більш пологими та укріпити їх;
- засипати яри, утрамбувати, укріпити лозовою сіткою і дерном.

10. Відведення дощових та талих вод з трас гірськолижного спуску,

шляхом встановлення колодязів та дренажної системи. Рекомендована сітка дренажної системи повинна мати відстань не менше 100 м.

11. Підрізку дерев по всій трасі проводити виключно під нульовий рівень ґрунтового покриву, без викорчовування кореневої системи дерев.

12. При проектуванні котеджно - готельних комплексів курорту «Чорногори» необхідно вибрати одну з запропонованих альтернатив водопостачання та водовідведення і розробити необхідні „Робочі проекти”, дотримуючись вище наведених розрахунків. У випадку водопостачання з водозбору підземних вод необхідно провести детальні інженерно-гідрогеологічні вишукування та встановити запаси підземних вод.

13. Каналізування туристичного комплексу та відвід господарсько-побутових та забруднених дощових вод на очисні споруди.

14. Проектування та будівництво очисних споруд повної біологічної очистки зі скидом очищених стічних вод в поверхневі водойми необхідно проводити згідно з „Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами” (Постанова КМУ від 25.03.99р. № 468).

15. У випадку проектування автомобільних стоянок більше ніж на 150 місць, необхідно передбачити каналізаційну систему збору та очистки дощових стічних вод.

16. Місце скидання стічних вод повинне знаходитись нижче межі населеного пункту за течією водотоку на відстані, яка виключає вплив згінно - нагінних явищ (Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, 25.02.99р. № 465), та витримана СЗЗ – 200 м (Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів від 19.06.96р. № 173).

Вище наведений аналіз та оцінка впливу на гідроекосистеми при впровадженні запропонованої діяльності дозволяють систематизувати типовий комплекс природоохоронних заходів. Дотримання цих рекомендацій при освоєнні нових гірськолижних трас і житлових комплексів дозволить значно підвищити гарантію довготривалої стабільної експлуатації без

значного негативного впливу та гідроекологічне середовище та зекономить кошти необхідні на випадок ліквідації аварій.

4.3 Оцінка впливу на гідроекосистеми Битківського нафтопромислу

4.3.1 Загальна гідрологічна характеристика території Битківського нафтового промислу

Територія Битківського нафтового промислу в гідрологічному відношенні знаходиться в межах верхньої і частково середньої течії р. Бистриця-Надвірнянська, яка належить до приток другого порядку р. Дністер і безпосередньо є правою притокою р. Бистриця.

Умови, що визначають формування поверхневого стоку в цілому є сприятливими. На рис. 4.11 наведена схема частини басейну ріки Бистриця Надвірнянська в межах досліджуваної території з позначенням створів, в яких проводились основні гідролого-гідрохімічні дослідження, базуючись на результатах попередніх досліджень Дністровського басейнового управління та Львівводгоспу. Пункти спостережень були вибрані в замикаючих створах приток основної ріки, які прямо або опосередковано можуть здійснювати кількісний або якісний вплив на поверхневі води території родовища. Основні морфометричні характеристики пунктів спостережень представлені в табл. 4.18.

На ділянці знаходиться один гідрологічний пункт спостережень в с. Пасічна. Його віддаль від гирла - 60 км. Пост відкритий в 1956 р. і є діючим на сьогодні, належить до управління гідрометеослужби України.

Для основної ріки і її приток характерний паводковий режим і досить висока щорічна повінь. Середній рівень води на посту в с. Пасічна - 254 см над "0" графіка, найвищий 394 см, найнижчий - 40 см. Відмітка нуля графіка поста 531,81 м за Балтійською системою висот. Середня річна амплітуда коливань - 190 см. Норма стоку складає 21,6 м³/с, найменша витрата 97 % забезпеченості - 1,38 м³/с. Середня дата початку повені - 13/III, закінчення - 27/IV, за цей період проходить 21 % стоку від річного. Найбільша спостережена тривалість повені складала 108 діб.

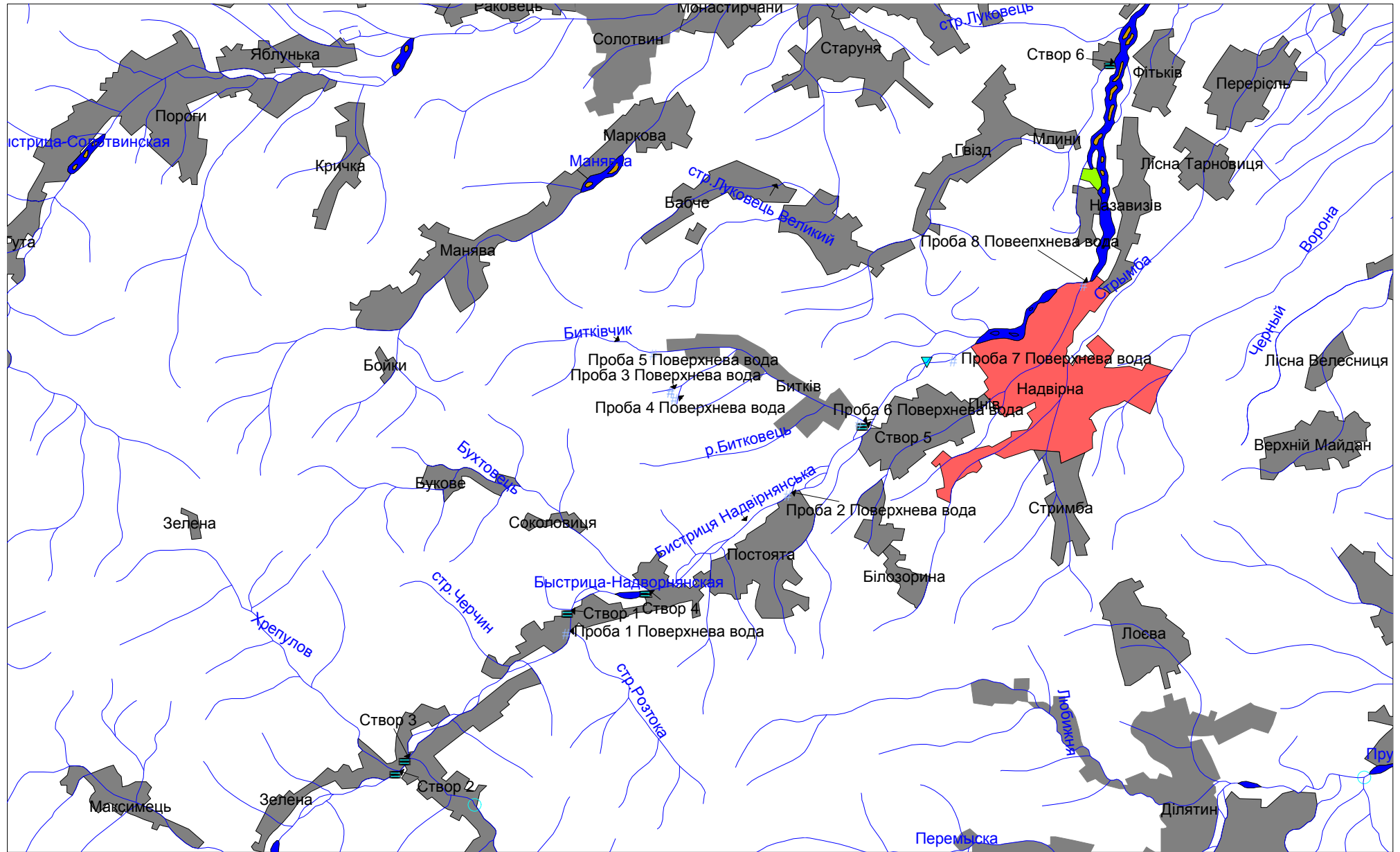


Рисунок 4.11 – Картохема гідроєкосистем басейну р. Бистриця-Надвірнянська території Битківського нафтового промислу

Основні гідрологічні показники для створу р. Бистриця Надвірнянська - с. Пасічна одержані шляхом осереднення та аналізу за допомогою статистичних методів бази даних за весь час спостережень; для решти замикаючих створів приток основної ріки в межах досліджуваної території показники розраховувались. Середньобагаторічна витрата води р. Битківчик, Бухтовець та ін. була одержана за графіком кореляційної залежності між модулем стоку та середньою висотою водозборів (рис 2.8), який був побудований за даними вивчених рік для IV гідроекологічного району Карпатського регіону, до якого належать ріки Лімниця, Бистриця Надвірнянська та Бистриця Солотвинська

Таблиця 4.18

Морфометричні характеристики створів досліджень

Найменування характеристик	р. Бистр-Надвірнянська - с. Пасічна, ств. 1	р. Хрепулів, створ 2	р. Зелениця, створ 3	р. Бухтовець, створ 4	р. Битківчик, створ 5	р. Лукавець Малий, створ 6
Куди впадає	Бистриця	р. Бистриця-Надвірнянська				
Яка притока	права	ліва	права	ліва	ліва	ліва
Довжина, км	34	11,5	26	11,4	12,7	11,7
Відмітки: витоку	1580	1175	1380	1180	793	520
гірла, м	532	602	600	495	445	377
Падіння, м	1 048	573	780	685	348	143
Похил, %: середній	19,5	52	30	60,1	27,7	12,2
середньозважений	12,1	28,8	18	31,1	16,9	5,3
Площа водозбору, км ²	482	36,4	138	32,4	29,6	30,3
Середня висота басейну, м	1 000	965	1 049	842	660	459
Середній похил басейну, ‰	336	427	313	349	226	124
Залісеність, %	72	82	72	97,5	65	1
Кількість приток, шт	-	76	169	25	34	25

Продовження таблиці 4.18

Коефіцієнт густини річкової мережі, км/км ²	-	1,68	1,45	1,83	1,32	1,37
Звивистість	-	1,02	1,04	1,01	1,01	1,1

Результати обчислень зведені в таблицю 4.19 і в повному обсязі характеризують кількісні показники поверхневих вод, які є основою для розрахунків кількісної і якісної складової гідроекологічного потенціалу (тому витрати розраховані на умови маловодного (75 %) і дуже маловодного (95 %) року); основою для визначення характеристик небезпечних природних явищ (затоплення від паводків і повеней) та заходів з екологічної безпеки гідроекосистеми р. Бистриці.

Крім того, не можна обійти стороною і той факт, що на території району досліджень, яка з північного боку обмежена м. Надвірна, існував ще один гідрологічний пост в 1900-1915 рр. саме в районному центрі.

Таблиця 4.19

Кількісні характеристики поверхневих вод району досліджень [Водгосп, 1998]

Характеристика	Створ	Створ	Створ	Створ	Створ	Створ	
	1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	
Норма річного стоку, м ³ /с, млн.м ³	10,4	0,45	2,98	0,39	0,35	0,36	
	328	14,2	94,0	12,3	11,0	11,3	
Коефіцієнт варіації річного стоку	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Коефіцієнт асиметрії річного стоку	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
Річний стік, млн.м ³ , забезпеченістю,							
	50%	334	14,6	95,7	12,6	11,3	11,6
	75%	274	12,0	78,3	10,3	9,24	9,46
95%	198	8,66	56,6	7,44	6,67	6,83	
Середнє багаторічне значення: максимальних витрат, м ³ /с, шару стоку, мм	58,4	15,7	70,4	17,0	15,1	12,1	
	100	68,0	75,0	60,0	80	120	

Продовження таблиці 4.19

1	2	3	4	5	6	7
Максимальні витрати повені						
забезпеченістю 1 %	151	40,6	182	43,9	39,0	31,4
5 %	118	32,9	147	35,6	31,6	25,4
10 %	102	29,2	131	31,6	28,1	22,6
25 %, м ³ /с	79,1	23,9	107	25,9	23,0	18,5
Максимальні витрати злив						
забезпеченістю 1 %	770	99,4	269	100	69,8	56,8
5 %	500	64,6	175	65	45,4	36,9
10 %	395	50,7	137	51,0	35,6	29,0
25 %, м ³ /с	267	34,8	94,1	35,0	24,4	19,9
Мінімальні місячні витрати води						
холодного періоду забезпеченістю						
75 %	1,7	0,128	0,487	0,114	0,104	0,107
80 %	1,6	0,121	0,458	0,107	0,098	0,101
95 %	1,26	0,095	0,361	0,085	0,077	0,079
теплого періоду – 75 %	2,343	0,177	0,671	0,157	0,144	0,147
80 %	2,144	0,162	0,614	0,144	0,132	0,135
95 %, м ³ /с	2,62	0,122	0,464	0,109	0,099	0,102
Максимальні рівні, визначені по						
мітках РВВ, м. ум	4,3	1,65	2,7	1,8	1,33	3,4
Максимальні рівні відповідні:						
витратам в повінь 1 %	2,5	1,27	2,65	1,41	1,2	3,17
5 %	2,25	1,12	2,35	1,26	1,11	2,96
10 %	2,09	1,09	2,23	1,21	1,06	2,79
витратам в паводок 1 %	5,25	1,86	3,25	1,93	1,51	3,82
5 %	4,25	1,55	2,55	1,64	1,28	3,37
10 %	3,85	1,4	2,25	1,45	1,16	3,07

Продовження таблиці 4.19

1	2	3	4	5	6	7
Середні дати появи: - стійких льодових явищ; - скресання ріки	29/ХІІ	26/ХІІ	26/ХІІ	28/ХІІ	28/ХІІ	29/ХІІ
- очищення від льоду	14/ІІІ	18/ІІІ	18/ІІІ	16/ІІІ	16/ІІІ	15/ІІІ
товщина льоду: - середня	21/ІІІ	25/ІІІ	25/ІІІ	23/ІІІ	23/ІІІ	22/ІІІ
- максимальна, см	20	7	10	7	6	8
	30	11	25	11	10	14
Твердий стік: - мутність, мг/л	32,0	16,2	16,2	14,5	16,2	4,85
- середня витрата завислих наносів, кг/с	0,333	0,007	0,048	0,006	0,006	0,002
- об'єм твердого стоку, тис.м ³ /рік	8,397	0,184	1,218	0,143	0,171	0,048

Для оцінки кількісної і якісної складової гідроекологічного потенціалу безпосередньо з території родовища в табл. 4.20 наведені осереднені дані 15-річних спостережень на р. Бистриця Надвірнянська - м. Надвірна.

Крім максимальних і мінімальних витрат різної забезпеченості важливою характеристикою поверхневих вод є внутрішньорічний розподіл стоку, який дає наочне уявлення про зміни стоку по місяцях, можливість визначити лімітуючий сезон і місяць, власне нульовий гідроекологічний потенціал, тому що на умови гранично низького стоку розраховується наявне забруднення.

Внутрішньорічний розподіл стоку для рік досліджуваної території наведений в таблиці 4.21 в характерні по водності роки: багатоводний – 25 % забезпеченості, середній – 50 %, маловодний – 75 %, дуже маловодний – 95 % забезпеченості.

Таблиця 4.20

Середньомісячні витрати води в м³/с по м. Надвірна за архівними даними,

М - модуль стоку в л/с км².

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік	М
4,24	3,94	9,6	13,9	19,6	19,9	19,4	13,9	12,4	11,5	10,5	9,13	12,4	20,8

Таблиця 4.21

Внутрішньорічний розподіл поверхневого стоку досліджуваної території
(у відсотках від річного)

Водність року, P	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
25 %	3,3	9,4	13,3	18,9	8	10,4	6,3	4,7	9,8	3,9	6	6	100
50 %	1,6	3,6	11,5	17,4	7,1	5,2	10,4	13,9	14,3	6,3	4	4,7	100
75 %	2,4	7	7,9	6,1	13,7	12,2	17,1	8,1	7,1	4,3	10,4	3,7	100
95 %	4,4	2,9	8	19,5	14,9	19,1	10,4	6,6	5	3,5	3,1	2,6	100

Морфологічні і морфометричні характеристики стану русла і стану заплави представлені в таблиці 4.22.

Таблиця 4.22

Характеристики стану русла і стану заплави гідроекосистем Битківського нафтопромисла [Водгосп, 1998]

Характеристика стану	Створ 1	Створ 2	Створ 3	Створ 4	Створ 5	Створ 6
Характеристика стану заплави	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Тип заплави	ерозійно-аккумулятивна					
Потужність алювію, м	5-10	0-10	до 20	до 20	0,5-10	до 10
Ширина заплави	н.д.	15	-	15	60	30
Відносна висота над середньо-меженим рівнем води, м	1,5	1,2	-	1,3	0,7	1,9
Глибина затоплення при макс. в році витратах, м	0,6	0,4	-	0,2	0,75	1,4
забезпеченістю 1 %, м	1,0	1,0	-	0,35	1,05	1,5
забезпеченістю 5 %, м	0,5	0,3	-	0,15	0,8	1,1
Тривалість затоплення, доба	3	1	-	1	1	2

Продовження таблиці 4.22

1	2	3	4	5	6	7
Залісеність (у % від площі (F) басейну)	47	82,4	72	97,5	65	1
Залуженість (у % від F б-ну)	11	4,4	11	1,9	6	15,2
Розораність (у % від F б-ну)	32,2	-	0	0	21,1	73,1
Меліорованість (у % від F)	21,4	0	0	0	0	35,3
Урбанізованість (у % від F)	6,1	2,6	0,3	0,6	7,9	9,7

На ділянці від витoku р. Бистриця Надвірнянська до с. Пасічна є один русловий ставок, який використовується для риборозведення і водопостачання. Повний його об'єм - 10 тис.м³, корисний - 9 тис.м³, площа 0,5 га. На р. Битківчик також знаходяться два ставки, аналогічні за типом, використовуються для риборозведення. Їх загальний об'єм 10 тис.м³, площа 1,5 га. Ще три ставки знаходяться на р. Лукавець Малий, басейн якої тільки частково (верхів'я) охоплюється Пасічнянським нафтовим родовищем. Тим більше цікавим, на наш погляд, є замикаючий створ цієї ріки, який можна порівняти з замикаючим створом р. Битківчик, басейн якої повністю лежить в межах досліджуваного родовища. Отже, загальний об'єм ставків 81 тис.м³, корисний 73 тис.м³, площа 3,1 га при нормальному підпорному рівні.

4.3.2 Якісна складова гідроекологічного потенціалу поверхневих вод Битківського нафтопромислу

Гідробіологічна характеристика досліджуваної території та стан водного середовища з цієї точки зору представлені в таблицях 4.23, 4.24.

З наведених таблиць видно, що екологічний стан водних об'єктів території Битківського нафтового промислу, оцінений за допомогою гідробіологічних методів видового різноманіття та рівня трофності, можна вважати задовільним.

Таблиця 4.23

Кількісна характеристика водних організмів в поверхневих водах території
Битківського нафтового промислу

Ріка	Мікро-організми, млн. кл/мл	Фітопланктон, тис.кл/л	Зоопланктон, екз./м ³	Зоопланктон, мг/м ³	Макрофіти, процентне покриття, %	Організми фільтратори, екз/м ²
Б-Надвірнянська - середня течія	2,9	2,7	1 000	7,3	6	80
Зелениця	3,2	2	1 100	8,6	5	85
Хрепулів	3,1	1,6	900	7,6	5	70
Бухтівець	3	2,1	1 000	8,8	7	90
Битківчик	4	2,6	950	7,3	6	110
Луківець	3,4	1,3	400	3,6	8	36

Таблиця 4.24

Основні показники гідробіологічного стану гідроекосистем

Ріка	Індекс сапробності по фітопланктону	Продукція, мгО ₂ /л	Деструкція, мгО ₂ /л	Відношення продукції до деструкції	Стан водного середовища
Б-Надвірнянська - середня течія	2,1	1,9	2,1	0,9	рівновага
Зелениця	1,7	2,2	2,5	0,9	рівновага
Хрепулів	1,6	2	2,2	0,9	рівновага
Бухтівець	1,9	2	2,2	0,9	рівновага
Битківчик	1,9	2	2,2	0,9	рівновага
Луківець	2	2	2,4	0,8	рівновага

Для того, щоб оцінити стан гідроекосистем за гідрохімічними показниками, необхідно врахувати всі можливі компоненти, які постачають забруднюючі речовини у водне середовище. Проаналізувавши представлені в таблиці 4.25 кількісні значення виносу забруднюючих речовин по басейнам основних рік з території населених пунктів, території сільгоспугідь, винос забруднюючих речовин стічними водами промисловості і комунального господарства, був визначений допустимий винос і наявне перевищення. Перевищення по виносу забруднюючих речовин спостерігаються лише по пестицидах. В цілому ситуацію можна вважати задовільною з огляду на значну спроможність до самоочищення гірських річок. В межах території досліджень внесення мінеральних і отрутохімікатів спостерігається лише в басейнах рік Битківчик і Луківець.

Потенційними чинниками забруднення водного середовища в межах досліджуваної території є потрапляння у водне середовище гною від тваринництва, який є основним постачальником нітратного забруднення водою (табл. 4.26) та внесення мінеральних, органічних добрив, а також отрутохімікатів. (табл. 4.27)

Таблиця 4.25

Узагальнені характеристики виносу забруднюючих речовин

Ріка	Характеристика виносу	Винос речовин, г/с					
		азот	фосфор	пестициди	завислі речовини	БСК	нафтопродукти
1	2	3	4	5	6	7	8
Хрепулів	сумарний	-	-	-	1,6	0,08	0,004
	допустимий	4,6	0,23	0	9,3	1,39	0,023
Луківець	сумарний	0,2	0,09	0,0003	5,0	0,25	0,013
	допустимий	3,7	0,18	0	7,4	1,1	0,018
	перевищення	-	-	0,0003	-	-	-

Продовження таблиці 4.25

1	2	3	4	5	6	7	8
Зелениця	сумарний	-	-	-	0,7	0,03	0,002
	допустимий	30,4	1,52	0	60,7	9,1	0,152
Бухтівець	сумарний	-	-	-	0,3	0,02	0,001
	допустимий	4,0	0,2	0	8,0	1,2	0,02
Битківчик	сумарний	0,04	0,02	0,0001	3,9	0,2	0,01
	допустимий	3,6	0,18	0	7,2	1,07	0,018
	перевищення	-	-	0,0001	-	-	-

Таблиця 4.26

Вихід гною в тваринництві і внесення органічних добрив

Показник	Хрепу- лів	Зелени- ця	Бухті- вець	Битків- чик	Луки- вець
Вихід гною в тваринництві, тис.т	0,6	0,3	0,6	16,8	20,4
Вихід рідкої фракції, тис.т	0,3	0,1	0,3	6,8	8,5
Внесення органічних добрив на 1 га ріллі, т	4	3	3	4	4
Усього, тис.т	0	0	0	2,5	8,9

Розглянемо гідрохімічну характеристику течії основної ріки Бистриці Надвірнянської до с. Пасічна. На досліджуваній ділянці основним забрудником поверхневих вод є Пасічнянське виробництво Долинського ГПЗ, яке скидає на відстані 74 км від гирла ріки 55 м³/добу стічних вод без очистки.

В районі с. Пасічна на р. Бистриця-Надвірнянська проводились стандартні гідрохімічні спостереження системою Гідрометслужби з 1957 року. Проби відбирались в районі с. Пасічна на відстані 1 км вище села, 2 км вище впадіння р. Розтока. Створ спостережень характеризується однією вертикаллю (приблизно посередині ріки), однією горизонталлю (0,2-0,3 м від поверхні води). Крім того, різноманітними організаціями в різний час відбирались проби

в районі с. Пасічна в 500 м нижче кар'єру, 50 м вище кар'єру, 50 та 300 м нижче щебеневого заводу, 1000 м вище того ж заводу, вище і нижче випуску стоків Пасічнянського виробництва ГПЗ, а також в районі с. Биткова біля мосту.

Таблиця 4.27

Внесення мінеральних добрив і отрутохімікатів

Показник	Битківчик	Луківець
Внесення мінеральних добрив в перерахунку на 100 % діючої речовини на 1 га, кг	240	240
Усього, тис. кг	1,5	5,3
у т. ч - азотних	0,5	1,9
- фосфорних	0,5	1,5
- калійних	0,5	1,9
Внесення отрутохімікатів усього, тис. кг	6,9	24,3
У тому числі - хлорорганічних	0,7	2,4
фосфорорганічних	0	0
На одиницю орних земель, кг	1,1	1,1

В цілому вода верхньої течії р. Бистриця Надвірнянська є незабрудненою, тому що ріка збирає свої води з гірської залісної території, яка і на сьогоднішній день перебуває під мінімальним антропогенним тиском порівняно з територією Передкарпаття. Тому аналізи природних поверхневих вод в с. Пасічна можна вважати фоновими для Пасічнянського нафтового родовища, територія якого простягується від с. Пасічна вниз по течії р. Бистриця Надвірнянська.

Системою Гідрометеослужби проби води відбирались декілька разів на рік (в ідеальному варіанті - раз на місяць). Майже всі показники і характеристики якості води мають свій гідрохімічний режим протягом року. Динаміка їх перебуває в прямій залежності від кількості води в ріці. Проаналізувавши багаторічні гідрохімічні спостереження, представилось можливим вивести осереднені значення показників, характеристик та індексу

гідроекологічного потенціалу для умов зимового меженого періоду, весняної повені літньо-осіннього паводкового сезону і року в цілому. Ці дані представлені в таблиці 4.28.

Визначення характеристик якості води приток р. Бистриці-Надвірнянської у вищезазначених створах, виконане Львівводгоспом під час складання паспорту ріки (статичний моніторинг), показало наступні результати (табл. 4.29). За ними був розрахований індекс гідроекологічного потенціалу.

Таблиця 4.28

Середньорічні і сезонні значення основних і додаткових гідрохімічних і бактеріологічних характеристик якості води р. Бистриця - Надвірнянська в районі с. Пасічна.

Показники якості води	Зима	Весна	Літо-осінь	Рік
1	2	3	4	5
Мінералізація, мг/дм ³	243	200	232	225
в т.ч. HCO ₃ ⁻	112	91,3	111	105
SO ₄ ²⁻	51,1	42,2	45,6	46,3
Cl ⁻	9,4	11	10,7	10,4
Ca ²⁺	27	28,1	27,1	27,4
Mg ²⁺	6	4,8	6,6	5,8
Na ⁺ + K ⁺	36,4	22,4	29,1	29,3
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	1,85	1,82	1,9	1,86
Завислі речовини, мг/дм ³	10,7	20,3	31,8	20,9
Біогенні компоненти, мг/дм ³				
- азот амонійний NH ₄ ⁺	0,25	0,88	0,42	0,52
- азот нітритний NO ₂ ⁻	0,01	0,006	0,008	0,008
- азот нітратний NO ₃ ⁻	0,47	0,54	0,65	0,55
Залізо загальне	0,08	0,08	0,15	0,1
Кремній	2,56	3,7	3	3,09
Фосфати PO ₄ ³⁻	0,01	0,02	0,02	0,01
Фосфор загальний	0,01	0,02	0,02	0,02
Органічні показники, : - БСК ₅	4,14	3,99	3,82	3,98
-БО, мгО/дм ³	11,5	8,33	13,4	11,1
Гази, мг/дм ³ : - кисень	13,7	11,4	11,5	12,2
кисень насичення, %	94	82	103	93
CO ₂	9,12	11,2	8,43	9,58
Водневий показник, рН	7,24	6,74	6,51	6,86

Продовження таблиці 4.28

1	2	3	4	5
Пестициди: хлорорганічні, мг/дм ³	0	0	0	0
Важки метали, мг/дм ³ : Cu	0,008	0,004	0,008	0,007
Zn	0,021	0,008	0,014	0,014
Pb	н/о	н/о	0,002	0,001
Cr	0,002	0,002	0,003	0,002
Токсичні речовини, мг/дм ³ :				
Нафтопродукти	0,05	0,11	0,1	0,09
Феноли	0,001	0,002	0,002	0,002
СПАР	0,05	0,06	0,05	0,05
Індекс гідроекологічного потенціалу	7,59	9,14	6,93	7,59

Порівняння доводить незначні відмінності комплексного показника якості, отриманого з одноразових вимірів та за середньобагаторічними даними, що підтверджує стабільність гідроекологічного потенціалу території Битківського нафтопромислу.

Таблиця 4.29

Основні і додаткові гідрохімічні і бактеріологічні характеристики якості води
(за даними Львівводгоспу)

Показники якості води	Створ 1	Створ 2	Створ 3	Створ 4	Створ 5	Створ 6
1	2	3	4	5	6	7
Мінералізація, мг/дм ³	447	263	253	373	370	447
HCO ₃ ⁻	146	120	101	146	150	146
SO ₄ ²⁻	168	63,0	80,0	91,0	90,0	168
Cl ⁻	7,00	21,0	22,0	36,0	30,0	7,00
Ca ²⁺	60,0	30,5	25,0	70,0	70,0	60,0
Mg ²⁺	6,00	18,0	17,0	12,0	12,0	6,00
Na ⁺ + K ⁺	60,0	10,0	8,0	18,0	18,0	60,0
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	3,5	1,6	1,7	1,9	1,98	3,5
Завислі речовини, мг/дм ³	3	10	10	9	10	3
Біогенні компоненти, мг/дм ³						
- азот амонійний NH ₄ ⁺	0,2	0,15	0,15	0,2	0,35	0,2
- азот нітритний NO ₂ ⁻	0,04	0,04	0,041	0,035	0,005	0,04
- азот нітратний NO ₃ ⁻	0,035	0,03	0,03	0,04	0,00	0,04
Залізо загальне	1	0,1	0,1	0,1	0,08	1

Продовження таблиці 4.29

1	2	3	4	5	6	7
Кремній	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Фосфати PO ₄ ³⁻	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Фосфор загальний	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Органічні показники, мгО/дм ³ : - БСК _П	2,5	2,04	2,1	2,1	2,05	2,5
- ПО	1	1	1	1,2	1,2	1,1
- БО	10	12	11,8	12	11,8	10
Гази, мг/дм ³ : - кисень	4,8	7,8	7	7	13,7	10
CO ₂	6	5	6	8	7,8	7,5
Водневий показник, рН	7,8	7,4	7,3	7,4	7,2	7,5
Витрата води, м ³ /с	10,6	0,46	3,03	0,39	0,35	0,36
Бактеріопланктон, млн.кл/мл	-	3,1	3,2	3	4	3,4
Важки метали, мг/дм ³						
Cu	-	0,01	0,014	0,018	0,014	0,003
Zn	-	0,018	0,013	0,007	0,004	0,006
Ni	-	0,014	0,032	0,022	0,018	0,005
Co	-	н/о	0,001	0,008	0,004	0,01
Mn	-	0,091	0,07	0,11	0,213	0,211
Cr	-	0,001	0,032	0,007	0,029	0,015
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,01	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05
<i>Індекс гідроекологічного потенціалу</i>	<i>2,21</i>	<i>1,53</i>	<i>1,79</i>	<i>1,85</i>	<i>7,4</i>	<i>1,64</i>

За результатами спостережень Івано-Франківської обласної санітарно-епідеміологічної станції, фізико-хімічний стан водотоків Битківського нафтопромислу відповідає санітарно-гігієнічним параметрам (табл. 4.30).

Таблиця 4.30

Місце відбору проб

№ проб	Місце відбору
1	р. Бистриця Надвірнянська, с. Пасічна 50 м вище кар'єру
2	р. Бистриця Надвірнянська, с. Пасічна 500м нижче кар'єру
3	р. Бистриця Надвірнянська, с. Пасічна 1000 м вище кар'єру
4	р. Бистриця Надвірнянська, с. Пасічна 300 м нижче кар'єру
5	р. Бистриця Надвірнянська, с. Пасічна 50 м нижче кар'єру
6	р. Бухтівець, с. Пасічна

Продовження таблиці 4.30

7	р. Бистриця Надвірнянська, міст 50 м вище
8	р. Бистриця Надвірнянська, міст 50 м нижче
9	р. Бистриця Надвірнянська, вище випуску стоків Пасічнянського виробництва ГПЗ (межень)
10	р. Бистриця Надвірнянська, нижче випуску стоків Пасічнянського виробництва ГПЗ (межень)
11	р. Бистриця Надвірнянська, вище випуску стоків Пасічнянського виробництва ГПЗ (повінь)
12	р. Бистриця Надвірнянська, нижче випуску стоків Пасічнянського виробництва ГПЗ (повінь)

Таблиця 4.31

Фізико-хімічні параметри води поверхневих водотоків
(дані Івано-Франківської облСЕС).

Параметри, що контролюються	Номера проб											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Запах (в балах)	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Забарвленість (в градусах)	10	10	5	10	10	10	10	10	15	15	15	15
Прозорість в см по Снеллену	30	30	29	28	28	30	20	>20	20	19	20	19
Завислі речовини. мг/дм ³	-	-	-	-	-	0	0,5	2,0	6	7	6	7
Реакція рН	6,6	6,5	6,8	6,5	7,0	6,5	7,88	7,98	8,3	8,4	8,3	8,4
Лужність /кислотність мг-екв/дм ³	1,5	1,5	2,0	2,2	2,4	0,5	1,8	1,6	2,0	2,0	2,0	2,0
Мінералізація мг/дм ³	141,2	141	232,8	262,4	267	200,9	240	191	292	288	292	288
Кальцій, мг/дм ³	28,12	28,12	32,1	38,0	38,0	50,1	45	34	48	48	48	48
Магній, мг/дм ³	3,6	3,6	6,8	3,6	6,7	12,2	10,9	6,1	3,6	4,2	3,6	4,2
Калій і натрій, мг/дм ³	-	-	-	-	-	-	7,0	10,0	35	33	35	33

Продовження таблиці 4.31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Залізо загальне, мг/дм ³	н.в.	н.в.	0,1	0,1	0,15	0,2	0,06	0,19	0,1	0,13	0,1	0,1 3
Іон амонію, мг/дм ³	-	-	-	-	-	-	0,11	0,07	0,3	0,4	0,3	0,4
Твердість, мг- екв/дм ³	1,7	1,7	2,1	2,2	2,45	3,5	3,15	2,2	2,7	2,75	2,7	2,7 5
Хлор-іон, мг/дм ³	14	14	31,95	34,2	37,8	38,5	30,0	16,0	51,0	53,0	51	53
Сульфат-іон, мг/дм ³	20,1	20,1	20	20,0	38,0	20,0	37,0	27,0	32,0	28,0	32	28
Бікарбонати, мг/дм ³	н.в.	-	-	-	-	-	110	98	122	122	122	122
Розчинений кисень, мг/дм ³	-	-	10,6	10,2	17,4	-	12,8	8,6	8,8	8,4	8,8	8,4
Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	2,5	2,4	4,5	4,9	11,8	1,5	1,2	3,1	-	-	-	-
ХСК, мг О ₂ /дм ³	-	-	-	-	-	-	-	-	16	16	16	16
БСК ₅ мг О ₂ /дм ³	1,92	2,16	1,5	1,8	1,9	1,5	1,1	2,4	2,8	3,0	2,8	3,0
Нітрит-іон, мг/дм ³	0,2	0,2	0,01	0,033	0,1	0,00 3	0,01	0,01	0,015	0,029	0,0 15	0,0 29
Нітрат-іон, мг/дм ³	-	0,02	4,5	6,3	4,5	-	8,6	5,1	2,9	2,4	2,9	2,4
<i>Індекс гідро- екологічного потенціалу</i>	<i>1,53</i>	<i>1,53</i>	<i>4,89</i>	<i>1,47</i>	<i>1,39</i>	<i>13,3</i>	<i>5,37</i>	<i>4,76</i>	<i>2,33</i>	<i>1,67</i>	<i>2,3</i>	<i>1,7</i>

Крім того в літній період польових досліджень нами були відібрані 10 проб поверхневих вод з р. Бистриці Надвірнянської та р. Битківчик (табл. 4.32) та проведено їх фізико-хімічний аналіз (відділ аналітичного контролю держуправління екобезпеки по Івано-Франківській області). Результати аналізів наведені в таблиці 4.33.

Таблиця 4.32

Місце відбору проб

№ проб	Місце відбору
1	р. Бистриця Надвірнянська, с. Пасічна біля кар'єру
2	р. Бистриця Надвірнянська, на початку с. Пасічна не доїжджаючи до кар'єру

Продовження таблиці 4.32

3	Ліва притока (2-го порядку) р. Битківчик у смт. Битків біля школи
4	Права притока (2-го порядку) р. Битківчик у смт. Битків біля школи
5	р. Битківчик у смт. Битків (кінець села)
6	р. Битківчик у смт. Битків (біля мосту)
7	р. Бистриця Надвірнянська, м. Надвірна (біля водонасосної станції)
8	р. Бистриця Надвірнянська, кінець м. Надвірна (біля мосту)
9	Права притока р. Битківчик біля витoku
10	Права притока р. Битківчик біля впадіння у р. Битків

Таблиця 4.33

Фізико-хімічні параметри води поверхневих водотоків

Параметри, що контролюються	Номера проб										ГДК	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	рибо-гос-пода-рське	госп.-пит. при-з-нач.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Температура, °С	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		
Запах (в балах)	1,6	1,6		2,6	2,6		1,6	1,6				
Завислі речовини, мг/дм ³	3,0	4,0	16,0	8,00	12,0	9,0	2,0	0,0	3,0	4,0		
Прозорість в см по Снеллену	20	20	16	18	18	18	20	20	20	20	фон + 0,25	фон + 0,75
Забарвленість (в градусах)	15	15	55	45	40	35	5	5	25	10		
Реакція рН	8,3	8,3	8,4	8,2	8,3	8,0	8,5	8,5	7,7	8,4	6,5-8,5	6,5-8,5
Розчинений кисень, мг/дм ³	8,0	8,0	7,4	8,2	7,8	7,6	8,8	9,1	8,4	8,8	6,0	4,0
Бікарбонати, мг/дм ³	122	110	171	146	183	159	122	122	49	244	-	
Сульфат-іон, мг/дм ³	53	148	55	66	72	57	47	44	57	56	100	500
Хлор-іон, мг/дм ³	4,2	6,4	8,5	10	16	25,5	16	16	28	284	300	350
Кальцій, мг/дм ³	30	40	50	30	40	50	40	40	22	128	180	-
Магній, мг/дм ³	4,9	3,6	6,1	11	2,4	11	6,1	4,9	11	19,4	40	20

Продовження таблиці 4.33

Калій і натрій, мг/дм ³	33	69	29	41	68	27	23	24	19	129	-	-
Сума іонів, мг/дм ³	249	376	319	304	313	329	254	250	186	860	1 000	1 000
Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	2,4	2,6	6,2	5,4	5,8	4,4	2,4	2,1	3,6	2,8	-	-
БСК ₅ мг О ₂ /дм ³	2,2	2,26	4,2	3,8	2,4	2,1	1,8	1,7	2,4	2,4	3	3-6
Іон амонію, мг/дм ³	0,13	н.в.	0,33	0,27	0,26	0,46	0,26	0,13	0,47	0,4	0,5	-
Нітрит-іон, мг/дм ³	0,00 3	н.в.	0,05	0,04	0,02 6	0,06	0,00 3	н.в.	н.в.	0,00 3	0,08	3,30
Нітрат-іон, мг/дм ³	2,3	1,8	3,7	4,8	4,2	4,7	2,7	2,9	н.в.	0,6	40	45
Кобальт	0,06	0,08	0,04	0,04	0,06	0,04	0,03	0,05	0,02	0,02	-	0,1
Залізо загальне, мг/дм ³	0,06	0,03	0,3	0,21	0,19	0,36	0,08	0,04	1,4	0,05	0,1	0,3
Нафтопродукти, мг/дм ³	н.в.	0,14	0,43	0,27	0,25	0,21	н.в.	н.в.	0,22	0,12	0,05	0,3
СПАР, мг/дм ³	0,03	н.в.	0,08	0,05	0,05	0,05 6	0,04	0,06 5	н.в.	н.в.	0,1	0,1
Фенол	н.в.	н.в.	0,21	0,01	0,02	н.в.	н.в.	н.в.	0,01 9	0,02	0,001	0,001
Марганець	0,04 8	0,00 1	0,12	0,00 1	0,00 1	0,13	0,32	0,00 1	0,00 1	0,00 1	0,01	0,1
Мідь	0,02 47	0,18 47	0,09 97	0,09 97	0,02 86	0,02 46	0,06 81	0,15 90	н.в.	н.в.	0,001	1
Хром	0,00 7	0,00 6	0,01 2	0,00 6	0,00 8	0,00 6	0,00 8	0,00 6	0,00 6	0,00 6	0,02	0,5
<i>ІГЕП</i>	<i>13,2</i>	<i>3,26</i>	<i>-9,0</i>	<i>2,12</i>	<i>-0,5</i>	<i>1,81</i>	<i>10,2</i>	<i>2,05</i>	<i>-0,2</i>	<i>12,7</i>	-	-

Порівняння одержаних результатів якості поверхневих вод проведене згідно СанПип № 4630-88 “Санитарные нормы и правила. Охрана поверхностных вод от загрязнения”. Досліджувані поверхневі водні об’єкти, згідно вказаного СанПиН, відносяться до другої категорії - використання водного об’єкту для культурно-побутового призначення населення, рекреації, спорту, оскільки в межах досліджуваної території на р. Бистриці Надвірнянській відсутній водозабір питної води. Місто Надвірна одержує питну воду з водозабору ґрунтових вод.

Аналіз обчисленого індексу гідроекологічного потенціалу підтверджує наявність суттєвого антропогенного навантаження на територію Битківського нафтопромислу. Великі відмінності обрахованого показника пов'язані, на нашу думку, з локальним забрудненням гідроекосистем.

4.3.3 Якісна складова гідроекологічного потенціалу ґрунтових вод Битківського нафтопромислу

Під час виконання проекту було проведено відбір і аналіз проб ґрунтових вод на території Пасічнянського нафтового родовища та за його межами. Результати аналізів наведено в таблиці 4.34.

На основі цих даних був розрахований індекс гідроекологічного потенціалу ґрунтових вод території Битківського нафтопромислу з метою комплексної оцінки буферної здатності гідроекосистем.

Битківський нафтовий промисел розташований безпосередньо в басейні р. Бистриця Надвірнянська. Алювіальний водоносний горизонт цієї ріки є єдиним джерелом господарсько-питного водопостачання розташованих в басейні ріки населених пунктів і промислових об'єктів, в зв'язку з чим охорона вод цього горизонту від забруднення набуває особливої актуальності.

В зоні можливого негативного впливу промислового освоєння нафтових родовищ на води алювіального водоносного горизонту ріки Бистриця Надвірнянська знаходяться села Пасічна, Пнів, Битків, м. Надвірна. Водопостачання сіл Пасічна, Битків і Пнів забезпечується через криниці і частково через одинокі свердловини, а міста Надвірна і частково с. Пнів через централізовані водозабори, що експлуатують алювіальний водоносний горизонт в долині р. Бистриця Надвірнянська.

Гідрогеологічна характеристика. Алювіальний водоносний горизонт р. Бистриця Надвірнянська приурочений до сучасних відкладів русла і заплави ріки, включаючи I і II заплавні тераси, і верхньочетвертинних відкладів III надзаплавної тераси.

Таблиця 4.34

Результати аналізу проб ґрунтових вод відібраних в квітні-травні 1999 року

№ проби	Місце відбору проби	дата відбору проби	запах, бал	завислі речовини	прозорість	Забарвлення, град.	рН	Розчинений кисень	Головні іони						Су-ма іонів	оки слюваність	БС К ₅	Група азоту			фосфати	залізо	нафтопродукти	СПАР	Фенол	Кадмій	Цинк	Марганець	Мідь	Хром
									НСО ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	СГ	Са ⁺⁺	Mg ⁺	Су-ма К ⁺ і Na ⁺				іон амонію	нітрит іон	нітрат іон										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.1 ГВ	Криниця на початку с.Бистриця	27.04	б/з	н/в	>20	6.0	-	31	92	16	6	11	42	198	4.2	-	0.14	н/в	2.3	0.068	0.05	н/в	н/в	н/в	0.000041	0.0073	0.00113	0.0012	0.0016	
1.2 ГВ	Криниця на початку с.Зелена (до струмка Зелениця)	27.04	б/з	н/в	>20	6.6	-	37	103	7	20	15	18	200	2.3	-	0.07	н/в	0.5	0.054	0.07	н/в	н/в	н/в	0.000031	0.057	0.00051	0.0043	0.0016	
1.3 ГВ	Криниця в кінці с.Зелена (після струмка Зелениця)	27.04	б/з	н/в	>20	7.5	-	183	112	4	44	25	29	397	1.5	-	0.01	н/в	3.0	0.04	0.01	н/в	н/в	н/в	0.000043	0.0053	0.00006	0.0011	0.0016	
2.2 ГВ	Криниця-7 с.Пасічна, вул.Л.Українки, Садрук М.С.	27.04	б/з	н/в	>20	7.0	-	244	107	624	106	15	433	1529	1.6	-	0.07	н/в	2.4	0.034	0.02	н/в	н/в	н/в	0.0000206	0.0088	0.01262	0.0008	0.0019	
2.3 ГВ	Криниця в с.Пасічна, вул.Милого	27.04	б/з	н/в	>20	7.1	-	232	113	525	116	12	354	1352	2.8	-	0.14	н/в	2.4	0.04	н/в	н/в	н/в	н/в	0.0000046	0.0096	0.01327	0.0029	0.0032	
2.4 ГВ	Криниця в с.Пасічна, вул.Милого	27.04	б/з	н/в	>20	7.1	-	256	104	1191	132	18	795	2496	1.2	-	0.4	н/в	1.5	0.04	0.3	н/в	н/в	н/в	0.0000176	0.062	0.9588	0.0022	0.00101	
2.5 ГВ	Криниця в с.Пасічна, вул.Милого	27.04	б/з	н/в	>20	6.5	-	85	118	42	26	8	66	321	1.6	-	0.07	н/в	8.8	0.136	0.05	н/в	н/в	н/в	0.0000573	0.109	0.00197	0.0026	0.0014	
2.6 ГВ	Криниця в с.Пасічна, вул.Милого	27.04	б/з	н/в	>20	6.8	-	85	121	50	36	7	73	372	1.4	-	0.07	н/в	1.2	0.068	0.05	н/в	н/в	н/в	0.0000189	0.946	0.00061	0.0025	0.00103	
2.7 ГВ	Криниця в с.Пасічна, вул.Милого	27.04	б/з	н/в	>20	6.6	-	55	121	42	30	8	60	316	1.3	-	0.07	н/в	0.2	0.075	н/в	н/в	н/в	н/в	0.0000587	0.32	0.00021	0.0017	0.0015	

Продовження таблиці 4.34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
4.1 ГВ	Криниця вище сміттєзвалища між с.Пасічна і с.Білозерена	27. 04	б/з	н/в	>2 0	5	5. 9	-	24	12 6	28	10	14	65	267	1.6	-	0.07	н/в	8.8	0.0 65	0.0 2	н/ в	н/в	н/в	0.000 0432	0.24 3	0.00 38	0.001 2	0.0 004
4.2 ГВ	Криниця нижче сміттєзвалища між с.Пасічна і с.Білозерена	27. 04	б/з	н/в	>2 0	5	7. 3	-	14 6	10 8	28	50	16	54	402	2.2	-	0.14	н/в	0.1	0.0 61	н/в	н/ в	н/в	н/в	0.000 004	0.09 7	0.00 022	0.011	0.0 005
5.3 ГВ	Криниця-5 с.Пасічна, Телусяк Я.В.	10. 05	б/з	н/в	>2 0	5	6. 6	-	85	12 1	7	34	11	38	296	1.8	-	н/в	н/в	2.6	0.0 82	0.0 7	н/ в	н/в	н/в	0.000 0086	0.17 2	0.00 018	0.024	0.0 026
5.4 ГВ	Криниця-8 с.Пасічна, хут.Постоята, Космірак М.М	10. 05	б/з	н/в	>2 0	5	7. 5	-	15 9	11 2	10	58	9	40	388	2.5	-	н/в	н/в	2.2	0.0 68	0.0 6	н/ в	н/в	н/в	0.000 089	0.04	0.00 113	0.053 6	0.0 015
5.2 ГВ	Криниця-2, біля сверд.№ 620, с.Па- січна, кінець вул. Милого, Хобта М.	10. 05	б/з	н/в	>2 0	5	6. 5	-	11 0	10 9	24	42	5	56	346	2.1	-	н/в	н/в	2.1	0.0 54	0.0 2	н/ в	н/в	н/в	0.000 499	0.09 5	0.00 402	0.017 4	0.0 018
2.1 ГВ	Криниця № 6 с.Пасічна, вул.Стуса, 73 Михайлюк М.І.	10. 05	б/з	н/в	19	5	6. 8	-	28 1	11 8	20	88	18	81	588	4.5	-	0.9	н/в	1.4	0.1 64	1.0	н/ в	0.0 17	0.0 01	0.000 219	0.30 7	3.8	0.022 5	0.0 022
3- ГВ	Криниця між с.Пасічна і с.Пнів,	10. 05	б/з	н/в	19	5	6. 5	-	85	20 9	23	38	12	88	455	4.4	-	н/в	н/в	2.0	0.0 54	0.0 6	н/ в	н/в	н/в	0.000 206	0.23 2	0.24 8	0.034 9	0.0 07
5.1 0 ГВ	Криниця № 15 с.Пнів, вул.Битківців, 9 Ткачук В.Д.	10. 05	б/з	н/в	>2 0	5	7. 2	-	15 9	10 0	20	40	15	51	385	2.0	-	0.3	0.01 1	2.2	0.0 68	0.0 8	н/ в	н/в	н/в	0.000 261	0.01 2	11.9 03	0.006 3	0.0 021
5.1 1 ГВ	Криниця № 16 с.Пнів, вул.Січових стрільців, 158, Пакалюк А.Д.	10. 05	б/з	н/в	>2 0	5	6. 6	-	73	11 1	21	32	11	40	188	1.8	-	н/в	н/в	2.1	0.0 82	0.0 1	н/ в	н/в	н/в	0.000 181	0.05 5	0.00 087	0.003 9	0.0 007

Продовження таблиці 4.34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5.1 2 ГВ	Криниця № 18 с.Пнів, вул.Січових стрільців, 36 Максимюк Г.О.	10. 05	б/з	н/в	>2 0	5	7. 2	-	23 2	11 0	52	58	13	89	554	1.8	-	0.7	0.05	2.1	0.1 09	н/в	н/ в	н/в	н/в	0.000 358	0.07 5	0.53 81	0.018 9	0.0 04
6.3 ГВ	Свердловина № 1 станції II підйому Надвірнянського водозабору	10. 05	б/з	н/в	>2 0	5	6. 8	-	85	11 8	30	38	12	45	328	1.4	-	н/в	н/в	3.3	0.0 82	н/в	н/ в	н/в	н/в	0.000 333	0.02 2	0.00 45	0.018 5	0.0 031
6.2 ГВ	Свердловина станції першого підйому Надвірнянського водозабору	10. 05	б/з	н/в	>2 0	5	7. 2	-	22 0	11 7	54	60	13	87	551	1.7	-	н/в	н/в	2.5	0.0 68	н/в	н/ в	н/в	н/в	0.000 342	0.18 8	0.00 24	0.005 13	0.0 037
5.9 ГВ	Криниця № 4 с.Битків, вул.Шевченко, 572, Корж В.В.	12. 05	б/з	н/в	>2 0	20	7. 4	-	18 3	12 5	30	54	16	60	468	6.9	-	0.2	н/в	9.5	2.0 12	0.2	н/ в	0.0 8	0.0 027	0.001 588	0.07 5	0.00 54	0.007 96	0.0 025
5.6 ГВ	Криниця № 12 с.Битків, вул.Шевченко, 224, Браїк Ю.М.	12. 05	б/з	н/в	20	20	7. 0	-	14 6	12 5	30	36	7	87	428	7.4	-	0.3	0.00 4	9.5	2.2 85	0.3	н/ в	0.0 55	н/в	0.000 173	0.04 5	0.00 35	0.002 62	0.0 045
5.8 ГВ	Криниця № 11 с.Битків, вул.Шевченко, 16, Юрчук К.Л.	12. 05	б/з	н/в	20	10	6. 8	-	19 5	12 8	30	70	12	56	491	1.2	-	0.08	н/в	7.2	0.0 27	0.0 8	н/ в	н/в	н/в	0.000 542	0.05 5	0.08 95	0.005 13	0.0 024
5.7 ГВ	Криниця № 10 с.Битківчик вул.Михайлюка, 219, Оседлий О.	12. 05	б/з	н/в	20	10	7. 4	-	26 8	13 3	37	86	30	35	589	1.2	-	0.06	н/в	1.0	0.0 07	0.0 6	н/ в	н/в	н/в	0.001 898	0.07 5	0.00 53	0.002 37	0.0 051
5.5 ГВ	Криниця № 10 с.Битківчик вул.Михайлюка, 216, Бодріст К.	12. 05	б/з	н/в	20	10	5. 8	-	24	10 0	27	10	6	57	224	2.2	-	0.03	н/в	2.4	0.0 55	0.0 6	н/ в	н/в	н/в	0.000 197	0.00 63	0.00 22	0.000 48	0.0 029

Продовження таблиці 4.34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
6.2 ГВ пов т.	Свердловина станції першого підйому Надвірнянського водозабору	12. 05	б/з	н/в	20	10	6. 9	-	11 0	96	18	34	10	45	313	1.4	-	н/в	н/в	0.6	0.0 34	0.3	н/ в	н/в	н/в	0.000 241	0.17 2	0.00 20	0.004 1	0.0 003
1- ПВ	р.Бистриця Надвірнянська с.Пасічна біля кар'єру	13. 05	мул .16	4	20	15	8. 0	10. 3	49	18 4	4	20	6	80	343	4.1	1.8	н/в	н/в	9.4	0.0 14	0.0 6	н/ в	н/в	н/в	0.000 0077	0.00 43	0.00 003	0.001	0.0 011
2- ПВ	р.Бистриця Надвірнянська на початку с.Пасічна недожджаючи кар'єру	13. 05	мул .16	2	20	15	7. 9	10. 4	61	10 1	2	16	5	49	234	2.6	1.5	0.07	н/в	8.1	0.0 2	0.0 6	н/ в	н/в	н/в	0.000 0197	0.00 19	0.00 125	0.002 284	0.0 008
3- ПВ	р.Битківчик кінець с.Битків	13. 05	мул .16	3	20	15	8. 9	9.9	12 2	11 1	25	44	7	55	364	3.4	1.9	0.16	0.02 2	7.5	0.0 48	0.1 6	н/ в	н/в	н/в	0.000 0419	0.00 28	0.00 454	0.013 71	0.0 012
4- ПВ	р.Битківчик біля мосту у с.Битків	13. 05	мул .16	5	20	20	8. 8	9.6	13 4	10 5	23	42	10	54	368	3.2	1.3	0.07	0.00 8	6.1	0.0 14	0.1 4	н/ в	н/в	н/в	0.000 0099	0.00 67	0.00 23	0.000 376	0.0 004
5- ПВ	р.Бистриця Надвірнянська біля водозабору	14. 05	б/з	4	20	20	7. 8	9.5	98	10 3	18	28	7	55	309	2.5	1.5	н/в	н/в	2.1	0.0 14	0.0 2	н/ в	н/в	н/в	0.000 0446	0.00 19	0.00 054	0.001 87	0.0 02
6.1 ПВ	р.Бистриця Надвірнянська початок с.Бистриця	14. 05	б/з	2	20	15	7. 2	10. 4	49	10 2	4	14	9	40	218	2.4	1.2	0.01	н/в	3.0	0.0 14	0.0 1	н/ в	н/в	н/в	0.000 0191	0.00 62	0.00 98	0.000 59	0.0 012
6.2 ПВ	р.Бистриця Надвірнянська кінець с.Зелена після струмка Зелениця	14. 05	б/з	3	>2 0	15	7. 9	10. 4	49	11 1	11	18	4	48	231	4.2	2.2	0.21	н/в	7.5	0.0 14	н/в	н/ в	н/в	н/в	0.000 0249	0.00 56	0.00 089	0.001 24	0.0 009
7.1 ПВ	струмок нижче сміттезвалища між с.Пасічна і с.Білозерна	14. 05	б/з	9	>2 0	15	7. 9	9.0	17 1	11 6	63	62	7	83	502	3.9	2.0	0.28	0.04	5.3	0.0 48	0.4 1	н/ в	н/в	н/в	0.000 0519	0.00 47	0.11 5	0.002	0.0 005

Продовження таблиці 4.34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7.2 ПВ	струмок вище сміттєзвалища між с.Пасічна і с.Білозерна	14. 05	б/з	5	>2 0	15	7. 8	10	61	10 9	13	18	9	45	245	4.2	2.5	0.28	н/в	4.6	0.0 48	0.5 9	н/ в	н/в	н/в	0.000 0216	0.00 2	0.01 11	0.002 3	0.0 008
8- ПВ	р.Битківчик, с.Битків, 250 м вище за течією від сверд. № 650	14. 05	б/з	5	>2 0	15	7. 8	8.5	12 2	11 2	20	30	6	72	362	4.0	2.4	0.14	н/в	3.2	н/в	0.2 2	н/ в	н/в	н/в	0.000 0543	0.00 7	0.01 56	0.002 9	0.0 013
9- ПВ	р.Бистриця Надвірнянська між с. Пасічна і с.Пнів, 500 м нижче за течією від сверд. № 395	14. 05	б/з	3	>2 0	15	7. 8	9.7	61	11 2	26	24	9	53	285	3.2	2.1	0.07	н/в	6.2	н/в	0.0 9	н/ в	н/в	н/в	0.000 0353	0.00 46	0.00 256	0.001 58	0.0 006
10- ПВ	р.Бистриця Надвірнянська с.Пасічна навпроти сверд. № 465, 340	14. 05	б/з	4	>2 0	15	7. 9	10. 2	61	10 7	11	20	6	43	238	2.6	1.6	0.14	н/в	6.2	0.0 07	н/в	н/ в	н/в	н/в	0.000 085	0.00 47	0.00 144	0.001 61	0.0 007
	Пластова вода ГУ- 270	19. 05	-	-	-	-	-	-	-	19 4	395 00	-	-	249 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.012	0.5	0.33 9	0.16	0.0 53
	ГДК для водойм рибогосподарського водокристування			фо н	20		-	6	-	10 0	300	18 0	40	-	100 0	-	3.0	0.5	0.08	40	-	0.1	0.0 5	0.1	0.0 01	0.000 5	0.01	0.01	0.01	0.0 1
	ГДК для водних об'єктів господарського питного водокристування	< 1 бал у	фо н	-	-	6. 5- 8. 5	4	-	50 0	350	-	20	-	100 0	-	3.0	1.0	3.3	45	-	0.3	0.3	0.5	0.0 01	0.001	1.0	0.1	1.0	0.0 5	

Потужність відкладів в типово гірській частині району 1-2 м. Місцями, де долина річки звужена і врізана в корінні породи, заплавно-руслувий алювій відсутній. Потужність відкладів в середній течії ріки становить здебільшого 5-6 м, в районі с.Пасічна і нижче досягає 15-20 м, зрідка більше.

Потужність обводнених порід тут коливається в межах 10-15 м. Водонесний горизонт є пластовим, із вільною поверхнею дзеркала води. Глибина залягання останнього коливається від 1,5 до 5,1 м, дебіт води в свердловинах знаходиться в основному в межах 4-7 л/с, коливаючись від 0.5 до 25 л/с при пониженні рівнів від 0.5 до 5 м. Питомий дебіт становить 0.3-6.0 л/с.

Живлення водонесного горизонту здійснюється переважно за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. По мірі наближення до русла ріки основним фактором живлення стає фільтрація річкових вод.

Якість води задовільна. Води алювіальних відкладів гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридні, гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатні кальцієво-магнієві і натрієві. Загальна твердість коливається від 2.2 до 6 мг/екв. Режим водонесного горизонту нестійкий, знаходиться в прямій залежності від кількості опадів і рівня води в річці.

Як зазначено вище, ґрунтові води алювіального водонесного горизонту долини р.Бистриця Надвірнянська є єдиним і безальтернативним джерелом господарсько-питного водопостачання населених пунктів, розташованих в долині ріки. Найбільшого техногенного навантаження щодо можливого забруднення зазнають ґрунтові води від системи підтримання пластового тиску шляхом нагнітання попутних пластових вод в продуктивні горизонти. Головна мережа водоводів пластових вод, ставів відстійників, системи підготовки води, насосних станцій та нагнітальних свердловин зосереджена в районі села Пасічна по правобережжю р.Бистриця Надвірнянська і в районі села Битківчик в межиріччі останньої і струмка Битківець. Можливе забруднення ґрунтових вод алювіального горизонту в долині р.Бистриця Надвірнянська слід очікувати від південно-західної околиці с.Пасічна, вниз по течії ріки, де розташовані села Пасічна, Пнів і водозабори м.Надвірна. Вимоги щодо якості води для

господарсько-питного використання нормуються ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая”. Згідно них, нормується вміст у воді токсичних компонентів. Вміст інших токсичних і органолептичних компонентів обмежується СанПин № 4630-88, «Охрана поверхностных вод от загрязнения». Зокрема, ними передбачаються обмеження вмісту (мг/л): фенолів летких - 0.001; нафти, нафтопродуктів – 0.3. На жаль, в попередні роки якість ґрунтових і поверхневих вод в долині р.Бистриця Надвірнянська вивчались спорадично і далеко в неповному обсязі щодо аналізованих компонентів.

Так, при розвідці Надвірнянського водозабору в 1980 р. вміст металів в воді визначався лише шляхом спектрального аналізу сухого залишку і в неповному складі. Надвірнянська санепідстанція, котра виконує постійний державний контроль за якістю води, як в водозаборі, так і в криницях по селах, в переважній більшості проб визначала деякі органолептичні показники (запах, присмак, осад, прозорість, рН, вміст аміаку, нітратів, нітритів, загальну твердість, сухий залишок, хлориди, сульфати, залізо). Спорадично визначався вміст нафтопродуктів. Вміст фенолів в ґрунтових водах визначався лише при розвідці Надвірнянського водозабору в 1980 р.

По всіх аналізах ґрунтових вод за минулі роки, з котрими вдалося ознайомитись, по тих компонентах, що визначались, вода відповідала діючим санітарним нормам, без будь яких відхилень. Специфічні для району забруднювачі – феноли і нафтопродукти теж не були виявлені.

Винятком є забруднення ґрунтових вод в районі Пасічнянського промвузла. В 1997 р. ПСНЦ НАН України відібрано проби води з п'яти криниць в районі Пасічнянського промвузла. В криницях по вул.Л.Українки води з мінералізацією 1.2-1.25 г/л, та перевищенням Cl^- в 1.2 рази. Води гідрокарбонатно-хлоридні кальцієво-натрієві, за хімічним складом дуже близькі до поверхневих вод струмка, що витікає з проммайданчику ППТ “Пасічна”. В розташованій неподалік криниці в 100 м на північний захід від проммайданчику вода значно кращої якості, гідрокарбонатна натрієво-кальцієва, з мінералізацією 350 мг/л. На думку виконавців робіт, такий стан підземних вод

вказує на велику швидкість природного ґрунтового потоку, яка не дає часу розвинути значній поперечній дифузії забруднюючих речовин. Таким чином, в районі Пасічнянського промвузла можна допустити виникнення смуг забруднених підземних вод завширшки в декілька десятків метрів, які простягаються в напрямку р.Бистриця-Надвірнянська (рис. 4.12), де вони розвантажуються. В ґрунтових водах Пасічнянського промвузла встановлений підвищений вміст нафтопродуктів – до 0.5-0.7 мг/л при нормі не більше 0.3 мг/л.

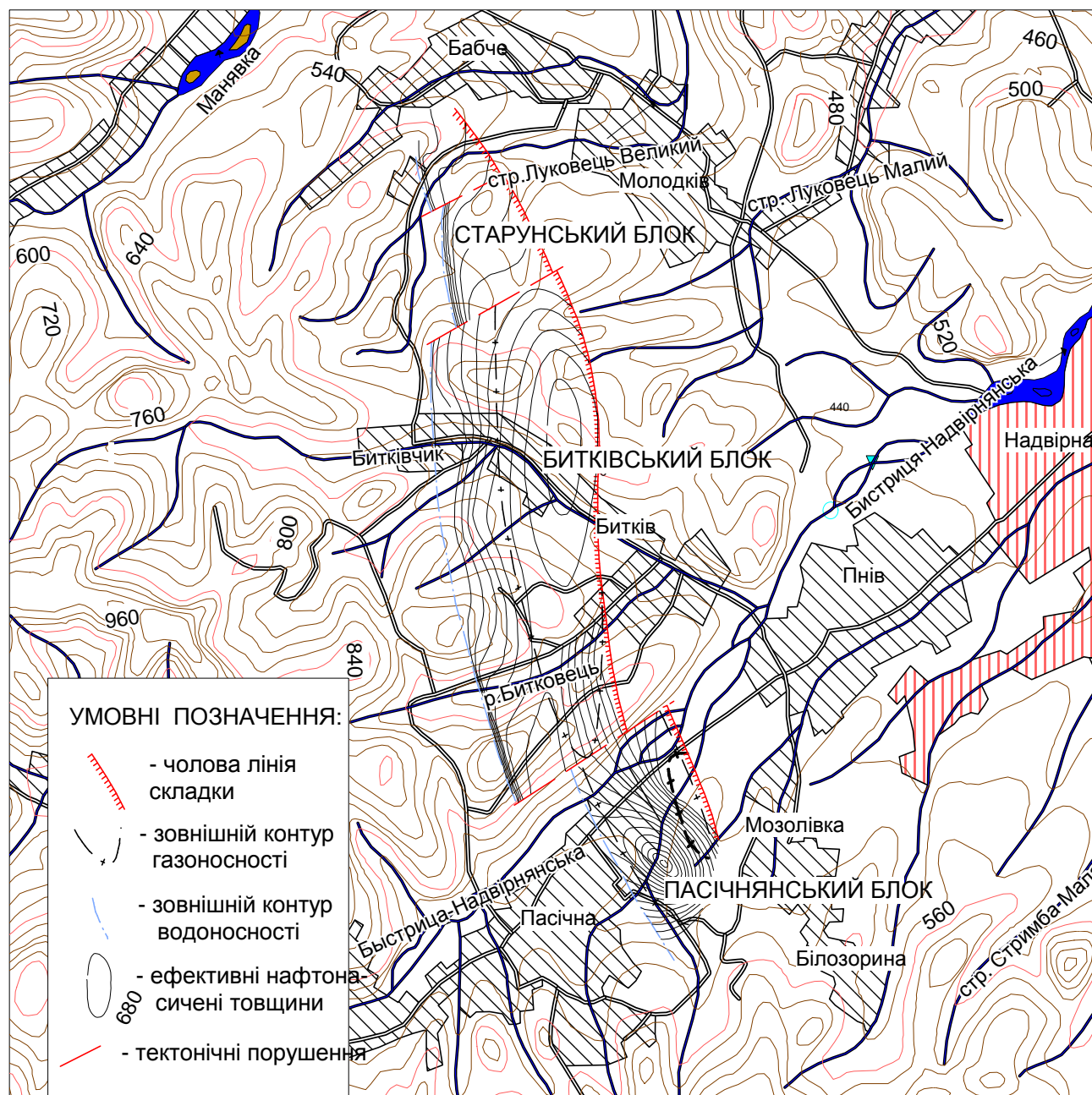


Рис.4.12– Водоносність території Битківського нафтопромислу

В 1997 р. в районі Пасічнрянського промвузла побудована мережа спостережних свердловин з метою контролю за станом забруднення ґрунтових вод на території, яка прилягає до нафтоочисних та нафтозбірних споруд. В табл. 4.35 подані результати аналізу проб ґрунтових вод з вказаних свердловин, відібраних в I, II і III кварталах 1998 р. З наведених результатів випливає, що якість ґрунтових вод в часі непостійна. В I кварталі ґрунтові води по всіх дев'яти спостережних свердловинах відповідали існуючим вимогам до питних вод, хоча відрізнялись від типових вод алювіального водоносного горизонту р.Бистриця Надвірнянська підвищеними загальною мінералізацією – 650 мг/л, вмістом хлоридів (Cl⁻) – 199-201.4 мг/л, та К+Na - 105-113 мг/л, проти типових 250-270, 20-30 і 10-40 мг/л відповідно. Подібне відносне підвищення загальної мінералізації, вмісту хлоридів і натрію вказує на незначне забруднення ґрунтових вод попутними нафтовими водами в I кварталі 1998 р.

Таблиця 4.35

Результати аналізу ґрунтових вод із спостережних свердловин в районі
Пасічнрянського промвузла

№ свердловин	Загальна мінералізація, мг/л	Вміст нафти, мг/л	Вміст ПАР, мг/л	рН	Хімічний склад води						
					SO ₄	HCO ₃	CO ₃	Cl	Ca	Mg	K+Na
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ГДК	1000	0.3	2.0	6.0-9.0	500	-	-	350	-	-	Na-200
I квартал 1998 р.											
1	651.7	відс.	відс.	6.8	31.7	219.6	відс	199.9	60.1	30.4	110.0
2	653.2	відс.	відс.	6.8	30.2	220.5	відс	201.4	60.5	28.5	112.1
3	650.1	відс.	відс.	6.8	32.3	218.4	відс	198.5	59.4	29.8	111.7
4	561.5	відс.	відс.	6.8	32.5	219.5	відс	197.4	61.8	30.1	110.2
5	652.3	відс.	відс.	6.8	31.4	218.1	відс	198.8	62.5	32.4	109.1
6	651.8	відс.	відс.	6.8	32.3	220.8	відс	199.0	60.4	31.8	107.5
7	650.5	відс.	відс.	6.8	31.5	221.4	відс	200.4	61.3	30.5	105.4

Продовження таблиці 4.35

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	652.4	відс.	відс.	6.8	32.5	219.4	відс	201.3	62.5	30.8	105.9
9	653.1	відс.	відс.	6.8	30.8	220.5	відс	198.4	60.8	29.4	113.2
II квартал 1998 р.											
1	634.46	відс.	відс.	6.8	38.26	231.8	відс	165.42	70.14	14.59	114.25
2	1879.05	0.9	0.03	6.7	47.73	292.8	відс	840.91	80.16	19.45	598.0
3	949.5	0.8	0.06	6.9	53.49	207.4	відс	358.41	76.15	15.80	238.25
4	1094.7	0.35	відс.	6.6	54.72	268.4	відс	385.99	60.12	9.72	315.75
5	810.31	відс.	відс.	6.8	50.20	280.6	відс	213.67	64.12	9.72	192.0
6	1108.96	0.47	відс.	6.7	58.43	219.6	відс	441.13	106.21	14.59	269.0
7	978.98	0.59	0.05	6.8	65.84	256.2	відс	323.95	78.15	14.59	240.25
8	1777.29	відс.	відс.	6.7	56.78	231.8	відс	820.22	78.15	14.59	575.75
9	1192.78	відс.	відс.	6.7	61.72	280.6	відс	441.13	104.20	21.88	283.25
III квартал 1998 р.											
1	672.31	0.3	відс.	6.9	35.38	268.4	відс	158.53	66.13	13.37	130.5
2	1904.15	0.23	0.02	7.0	46.08	244.0	відс	896.04	82.76	17.02	618.25
3	1369.89	0.3	відс.	7.0	46.91	195.2	відс	620.34	72.14	15.80	419.5
4	1099.92	0.5	відс.	6.8	65.84	268.4	відс	379.09	60.12	9.72	316.75
5	687.19	відс.	відс.	7.1	44.44	256.2	відс	165.42	60.12	8.51	152.5
6	1164.2	0.4	відс.	6.7	55.55	231.8	відс	468.70	104.20	19.45	284.5
7	775.6	0.5	0.03	6.8	42.79	256.2	відс	220.56	62.12	10.94	183.0
8	2621.74	відс.	відс.	7.0	76.12	219.6	відс	1309.6	76.15	17.02	923.25
9	1129.36	відс.	відс.	6.8	58.43	268.4	відс	413.56	102.2	17.02	269.75

В II і III кварталах якість ґрунтових вод в районі Пасічнянського промвузла різко погіршується. По більшості свердловин якість води не відповідає діючим вимогам питних вод із-за значного перевищення встановлених норм по загальній мінералізації (до 2.6 г/л), вмісту хлоридів (до 896 мг/л), калію і натрію (до 598 мг/л). Характерно, що найбільш забруднені

води в II і III кварталах встановлені в одних і тих же свердловинах: № 2, 3 і 8, розташованих безпосередньо біля нафтоочисних та нафтозбірних споруд, в напрямі підземного стоку. Характер забруднення однозначно вказує, що джерелом його є втрати (виливи, прориви) пластових вод. По деяких свердловинах відмічається також забруднення ґрунтових вод нафтопродуктами в два-три рази вище ГДК (0.6-0.9 мг/л)(рис. 4.13). Напрямок підземного стоку по проведених замірах чітко визначається напрямом від заданої точки до ріки. Незначні відхилення від цього встановлюються поблизу дрібних потічків, що являються місцевою дренажною і спрямовують стік ґрунтових вод на себе.

Щодо долини рік Битківчик, вздовж котрої розташоване село Битків і Битковець (с.Битківчик), то тут заміри рівнів води в криницях не проводились, оскільки долини рік дуже вузькі, криниці розташовані в безпосередній близькості до русла рік, і напрям стоку ґрунтових вод однозначно визначається напрямом стоку ріки. Місця опробування ґрунтових вод з метою визначення їх можливого забруднення визначались в першу чергу розташуванням потенційних джерел забруднення, найбільш небезпечними з яких є всі складові системи підтримання пластового тиску (ППТ) шляхом нагнітання в продуктивні горизонти відсепарованих пластових вод: водопроводи пластових вод, ставки-відстійники, системи підготовки води, насосні станції та нагнітальні свердловини.

Екологічно найбільш небезпечними із вказаних складових системи ППТ є водопроводи, на сьогодні сильно зношені, що викликає їх часті прориви з викидами пластових нафтових вод на земну поверхню. Особливо вразливими щодо забруднення ґрунтових вод є місця переходу водопроводів пластових вод через долину р.Бистриця Надвірнянська.

Проби ґрунтових вод для вивчення їх можливого забруднення відбирались в місцях найбільшого техногенного навантаження, вниз по стоку підземних вод від джерел забруднення. Опробувано джерела, криниці, свердловини в сс.Пасічна, Битків, Пнів, частково в м.Надвірна. Окремо опробований Надвірнянський водозабір: експлуатаційні свердловини, станції

I-го і II-го підйому. Для визначення фонових значень відібрана проба в південно-західній околиці села Пасічна, вище по течії від Пасічнянського промвузла. Всього відібрано 21 проба ґрунтових вод.

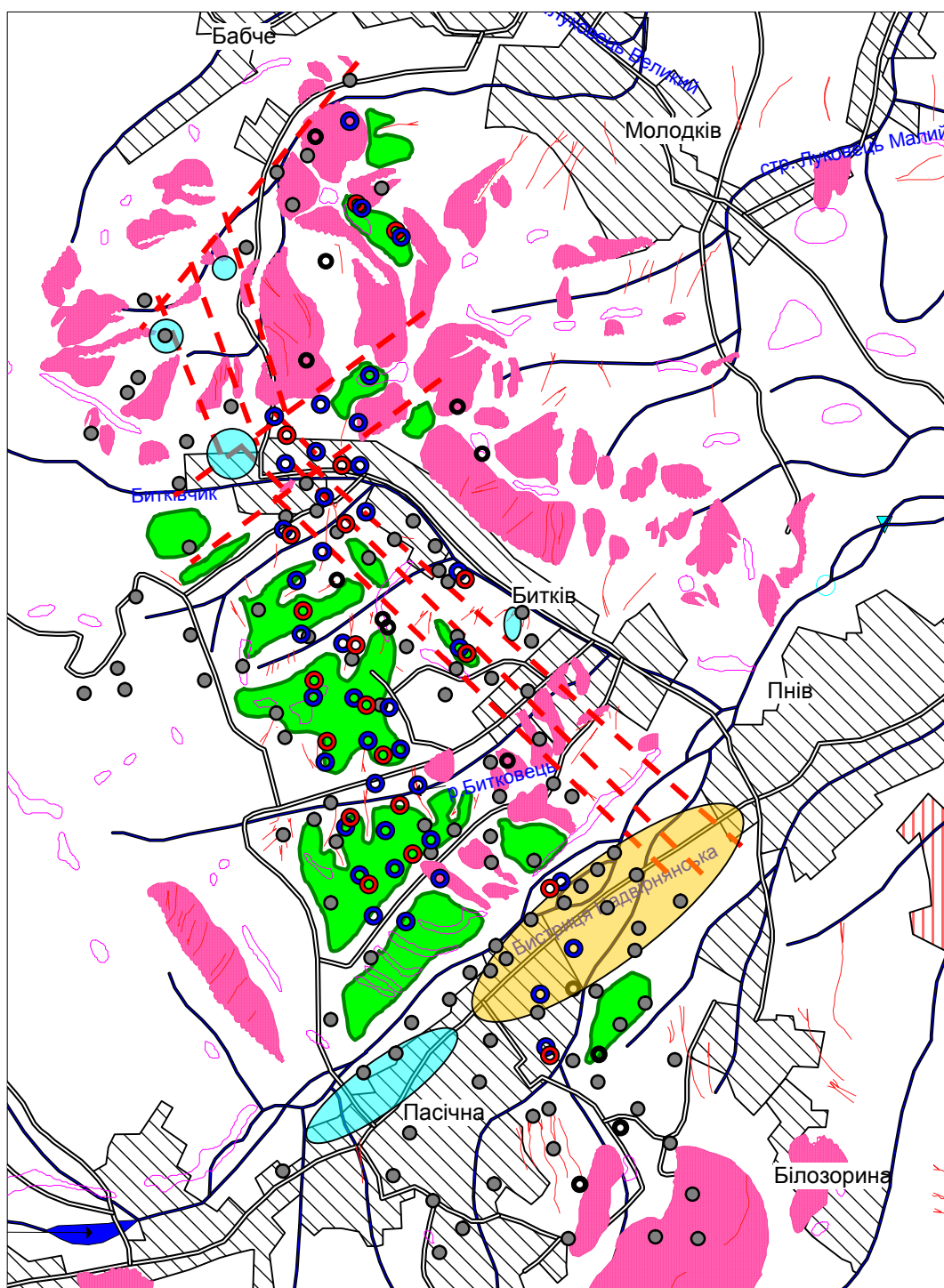


Рисунок 4.13 - Картографічна модель природно-техногенної гідроекосистеми субтопічного рівня (р.Бистриця Надвірнянська в межах Битківського нафтопромислу)

Проби води аналізувались на загальний хімічний склад і на визначення вмісту токсичних елементів і сполук, наявність яких в районі Битківського нафтопромислу потенційно можлива у зв'язку з бурінням нафторозвідувальних і експлуатаційних свердловин і видобутком нафти та газу. 11 проб води проаналізовано в лабораторії Львівської геолого-розвідувальної експедиції (атестат акредитації № РЛ 116/98 від 6.03.98 р.) повним хімічним аналізом з визначенням катіонно-аніонного складу, заліза закисного, окисного і загального, йоду, бромиду, кремнієвої кислоти, фтору, твердості загальної, карбонатної, постійної, тимчасової, рН, сухого залишку і мінералізації, частково (5 проб) летких фенолів. В цій лабораторії також визначався вміст в воді Cu, Pb, Cd. В лабораторії Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ) (атестат акредитації № 61 від 26.05.96 р.) проаналізовані всі проби на вміст летких фенолів і нафтопродуктів. Частина проб (11 проб), по яких зроблено повний хімічний аналіз, проаналізовані на визначення вмісту Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, V, Sr.

Спектр компонентів, на вміст яких проаналізовані ґрунтові води, визначався в першу чергу, характером джерел забруднення. В зв'язку з можливим забрудненням вод шкідливими компонентами із бурових розчинів, бурових стічних вод та бурових шлаків, води проаналізовані на визначення вмісту фенолів, хрому, кадмію, свинцю, цинку, міді.

Можливість забруднення ґрунтових вод потужними пластовими водами визначила потребу аналізу води на дослідження загальної мінералізації, сухого залишку, вмісту хлоридів, натрію і калію, бромиду, йоду, стронцію. Специфічним забруднювачем в досліджуваному районі є нафта і нафтопродукти. Характерними показниками їх є також нікель і ванадій.

За результатами виконаних аналізів ґрунтових вод (див. табл.4.36, 4.37), більшість проб води алювіального водоносного горизонту відповідають діючим вимогам для питних вод. Регіональне забруднення водоносного горизонту відсутнє. Специфічні для нафтовидобувного району забруднювачі – нафтопродукти і феноли в відібраних пробах не виявлені. Води

Надвірнянського водозабору в більшості опробуваних криницях прісні, гідрокарбонатно-кальцієві, з мінералізацією 100-270 мг/л, рН 6.7-7.5, твердістю загальною 1.5-7.15. В окремих пробах мінералізація підвищується до 370-480 мг/л.

В окремих криницях відмічаються дещо підвищені вмісти заліза (0.47-0.8 мг/л), в одній Mn (0.75 мг/л) при допустимому вмісті 0.3 і 0.1 мг/л відповідно. Але це не суттєво, оскільки залізо і марганець не є токсичними і впливають лише на органолептичні якості води. В районі Пасічнянського промвузла нами і попередниками встановлене суттєве забруднення ґрунтових вод, яке охоплює значну частину с.Пасічна. Воно виражається в високій мінералізації (1446-1627 мг/л) і високих вмістах натрію + калію і хлоридів. (313.5-461.2; 780-840 мг/л відповідно). Характер забруднення однозначно вказує на те, що воно викликане промисловими втратами попутних пластових вод при сепарації нафти і нагнітанні їх в продуктивні горизонти [7].

Засолонення ґрунтових вод в районі с.Пасічна відмічається протягом останніх 15-20 років. Потрібно звернути увагу керівництву Надвірнянського НГВУ на необхідність прийняття термінових заходів по припиненню втрат попутних пластових вод в районі Пасічнянського промвузла, оскільки, наявна вже ступінь забруднення ними ґрунтових вод робить останні непридатними для господарсько-питного користування.

Як відмічалось вище, проби води проаналізовані на вміст токсичних і потенційно токсичних металів: хрому, нікелю, кобальту, цинку, ванадію, стронцію, свинцю, кадмію. Вміст всіх вказаних металів, крім кадмію, значно нижчий допустимого санітарними нормами. Щодо кадмію, то його вмісти перевищують допустимі норми по більшості проб в 3-4 рази, в зоні забруднення в районі Пасічнянського промвузла в 11-18 раз. Високі і дуже високі вмісти кадмію виявлені в воді Надвірнянського водозабору: в пробах води водозабору 1 (ст.І підйому), в 6,8 рази вище норми (проба 19), в пробах води зі станції II підйому (проба 1) в три рази, а в свердловині з водозабору 2 – в 310 разів більше норми. Аналізи на кадмій виконані в лабораторії Львівської ГРЕ

Таблиця 4.36

Результати повного хімічного аналізу ґрунтових вод алювіального водоносного горизонту в районі Битківського і
Пасічнянського нафтових родовищ

№ проби	Місце відбору	Властивості води		Форма вираження аналізів	Іонна частина																	Твердість в мг.-екв.				Si O ₂	Окисл. потенціал по O ₂	Сухий залишок при 105-110°	Ph	мг/дм ³		Загальна мінералізація (мг)	
		Назва	Характеристика		катиони (мг/дм ³)							аніони (мг/дм ³)										загальна	карбонатна	погіршаюча	типчакова					НВ	F		
					Na + K	NH ₄	Ca	Mg ⁺	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Fe заг	Cu ма	НС O ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ⁻⁻	NO ₃ ⁻	N O ₂ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	J-	Br -	су ма												
	ГДК				Na 200	2.0	-	-			0.3		-	350	500	45	3.3			0.2		7.0				10.0		1 000	6.5	8.5	1.5	1 000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
1	Станція II підйому м.Надвірна	колір	б/к.	мг-л	12.0		69.1						140.3	38.0	23.0	7.5										7.0	0.80	220	7.12			227	
		прозорість	проз.	мг-екв.	0.52		3.45					3.97	2.30	1.07	0.48	0.12						3.97	3.45	2.30	2.60	0.85							
		запах	б/зап.	% мг-екв.	13.1		86.9					100	57.9	27.0	12.1	3.0						100											
2	БКНС-2. Джерело, с.Пасічне	колір	б/кол.	мг-л	17.7		118.2	14.0	0.47		0.47		311.2	44.0	70.1	1.4										9.0	1.60	434	7.08		0.10	430	
		прозорість	проз.	мг-екв.	0.77		5.90	1.15				7.82	5.10	1.24	1.46	0.02						7.82	7.05	5.10	6.05	1.0							
		запах	б/зап.	% мг-екв.	9.8		75.4	14.8				100	65.2	15.8	18.7	0.3						100											
4	Криниця 2 с.Пасічне	колір	б/кол.	мг-л	11.7	0.4	19.0	6.7	0.15	0.05	0.20		73.2	10.0	26.3		<0.1				1.49					10.0	7.12	128	7.31		0.064	121	
		прозорість	мутна	мг-екв.	0.51	0.02	0.95	0.55				2.03	1.20	0.28	0.55							2.03	1.50	1.20	1.40	0.10							
		запах	б/зап.	% мг-екв.	25.1	1.0	46.8	27.1				100	59.1	13.8	27.1							100											

Продовження таблиці 4.36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
5	Криниця 5 с.Пасічне	колір	б/кол.	мг-л	3.7		80.2	6.7	0.80		0.80		170.9	18.0	61.7	6.9	<0.1										9.0	1.84	278	7.17		0.064	272	
		прозорість	проз.	мг-екв.	0.16		4.0	0.55					4.71	2.804	0.59	1.29	0.11						4.71	4.55	2.80	2.75	1.80							
		запах	б/зап.	% мг-екв.	3.4		84.9	11.7					100	59.58	10.8	27.4	2.3						100											
7	Криниця 6 с.Пасічне	колір	б/кол.	мг-л	313.5		207.4	20.7					177.0	780.0	26.3	2.5					1.44						7.0	2.88	1512	6.75		1446		
		прозорість	проз.	мг-екв.	13.63		10.35	1.70					25.68	2.900	22.4	0.74	0.04						25.68	12.05	2.90	9.85	2.20							
		запах	б/зап.	% мг-екв.	53.1		40.3	6.6					100	11.27	85.7	2.9	0.2						100											
8	Криниця 7 с.Пасічне	колір	б/кол.	мг-л	461.2	0.4	143.3	16.4	0.07	0.07	0.07		268.5	840.0	20.6	2.5	0.2				1.65						8.0	2.8	1688	6.86		1627		
		прозорість	проз.	мг-екв.	20.05	0.02	7.15	1.35					28.57	4.4069	23.3	0.43	0.04	0.01					28.57	8.50	4.40	5.15	3.35							
		запах	б/зап.	% мг-екв.	70.2	0.1	25.0	4.7					100	15.59	82.9	1.5	0.1	-					100											
10	Криниця 9 с.Битків	колір	б/кол.	мг-л	9.2		23.0		0.02	0.06	0.08		12.7	12.0	17.3	9.5											12.0	1.2	104	7.16		0.02	104	
		прозорість	проз.	мг-екв.	0.40		1.15						1.55	0.704	0.36	0.35	0.15							1.55	1.15	0.70	1.05	0.10						
		запах	б/зап.	% мг-екв.	25.8		74.2						100	45.29	21.9	23.2	9.7						100											
11	Криниця 12 с.Битків	колір	б/кол.	мг-л	55.0	<0.1	38.1	3.6					177.0	32.0	29.6	10.5											14.0	5.92	290	7.16		0.036	271	
		прозорість	проз.	мг-екв.	2.39		1.90	0.30					4.59	2.900	0.90	0.62	0.17							4.59	2.20	(2.20)	1.90	0.30						
		запах	б/зап.	% мг-екв.	52.1		41.4	6.5					100	65.26	19.6	13.5	3.7						100											

Продовження таблиці 4.36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
14	Криниця 14 с.Битків	колір	б/кол.	мг-л	40.5		108.2	21.3	0.07		0.07		378.3	49.0	55.1	11.0										12.0	1.84	494	7.51		0.20	476	
		прозорість	проз.	мг-екв.	1.76		5.40	1.75				8.91	6.20	1.38	1.15	0.18						8.91	7.15	6.20	6.95	0.20							
		запах	б/зап.	% мг-екв.	19.8		60.6	19.6					100	69.6	15.5	12.9	2.0						100										
		осад	б/осад																														
19	Надвірнянський водозабір №1	колір	б/кол.	мг-л	45.8		81.2	13.4	0.07		0.07		262.4	83.0	21.4	3.0					0.05					7.0	1.44	380	7.00		386		
		прозорість	проз.	мг-екв.	1.99		4.05	1.10				7.14	4.30	2.34	0.45	0.05							7.14	5.15	4.30	1.70	3.45						
		запах	б/зап.	% мг-екв.	27.9		56.7	15.4					100	60.2	32.8	6.3	0.7						100										
		осад	б/осад																														
20	Надвірнянський водозабір №2	колір	б/кол.	мг-л	26.4		57.1	4.9					146.4	46.0	25.5	10.5										9.0	0.72	266	7.08		253		
		прозорість	проз.	мг-екв.	1.15		2.85	0.40				4.40	2.40	1.30	0.53	0.17							4.40	3.25	2.40	2.20	1.05						
		запах	б/зап.	% мг-екв.	26.1		64.8	9.1					100	54.6	29.5	12.0	3.9						100										
		осад	б/осад																														

Таблиця 4.37

Результати аналізу ґрунтових вод алювіального водоносного горизонту в районі Битківського і Пасічнянського нафтових родовищ на вміст токсичних металів, фенолів і нафтопродуктів

№ проби	Назва пункту відбору проб	Феноли	Н/п	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	V	Sr	Pb	Cd
		мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л
	ГДК	0.001	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1	1.0	1.0	0.1	7.0	0.03	0.001
1	Станція 2-го підйому			0.06	сліди			0.04			0.2	сліди	0.003
2	БКНС-2, джерело			0.08	0.03	сліди	сліди	0.08	0.02	0.003	0.06	0.0089	0.002
3	Джерело №2, св.570												
4	Криниця-2, св.620			0.11	0.75	0.01	0.01	0.07	0.07	0.003	0.05	сліди	не виявл.
5	Криниця-5, фоновая			0.05	0.01			0.08	0.03	0.005	0.05	0.015	0.003
6	Криниця-4												
7*	Криниця-6			0.08	0.02	сліди	сліди	0.07	0.14	0.01	0.05	0.035	0.011
8	Криниця-7			0.08	0.03	0.01		0.05	сліди	0.018	0.04	0.031	0.018
9	Криниця-8			0.13	0.01	0.01	сліди	0.08	0.05	0.003	0.05		
10	Криниця-9			0.1	0.02	сліди	0.01	0.06	0.5	0.001	0.04	не виявл.	0.00097
11	Криниця-12			0.06	0.01	сліди	сліди	0.05	0.05	0.003	0.04	<0.008	0.004
12	Криниця-10												
13	Криниця-11											<0.008	0.0034
14	Криниця-14			0.12	0.01	0.01	0.01	0.1	0.4	0.003	0.07		
15	Криниця-15												
16	Криниця-16												
17	Криниця-17												
18	Криниця-18												
19	Надвірнянський в.№1											<0.009	0.0068
20	Надвірнянський в.№2											<0.008	0.31
21	Криниця-19												

атомно-абсорбційним методом. По двох пробах (№№ 8 і 20) зроблено контрольний аналіз в лабораторії УкрДГРІ люмінесцентно-спектрометричним методом. По пробі №8 (криниця в с.Пасічному) встановлений вміст кадмію підтвердився (основний аналіз – 0.018 мг/л, контрольний – 0.01 мг/л), по пробі №20 (свердловина Надвірнянського водозабору 2) результати аналізів не зійшлися (основний аналіз – 0.31, контрольний, зроблений по двох лабораторних пробах, 0.003 і 0.002 мг/л). Хоча по останній пробі кількісні визначення вмісту кадмію контрольним аналізом не підтвердились, але необхідно звернути увагу, що він і при цьому аналізі встановлений в кількості в два-три рази вище допустимих норм [6].

Кадмій є високотоксичним елементом, політропною отрутою, викликає захворювання і деформації кісткової маси, нирок, підшлункової залози, викликає гіпертонію, анемію, порушення серцевої діяльності, мутагенні перетворення. Джерело забруднення кадмію не в'яснене. Можливо, він міститься в деяких хімреагентах, що застосовуються в бурових розчинах, оскільки підвищені вмісти кадмію нами були встановлені в цьому році в багатьох випадках в старих бурових амбарах на площі Стинавського нафтового родовища в Бориславському нафтопромисловому районі.

4.3.4 Екологічна безпека водопостачання м.Надвірна

Централізоване водопостачання м.Надвірна відбувається за рахунок забору підземних вод верхньочетвертинних алювіальних відкладів надзаплавної тераси р.Бистриця-Надвірнянська. Водоносні валунно-галькові відклади складаються переважно із валунів і гальки пісковиків з піщаним наповнювачем. Потужність їх становить 10-12 м, потужність обводнених порід 7.5-8 м, глибина залягання води 2.5-3.5 м. Підстиляється водоносний горизонт водотривкими глинами неогену.

Водоносний алювіальний горизонт повністю незахищений; водовміщуючі алювіальні відклади безпосередньо виходять на денну поверхню; зрідка

плямисто поширені суглинки потужністю 0.5-1.5 м, що не є захистом від забруднення.

Працює два водозабори, введені в експлуатацію в 1966 р. Головний – на правому березі ріки Бистриця Надвірнянська, в 300-500 м на північний схід від с.Пнів, і малий, розташований на західній околиці м.Надвірна, в 750 м на південний схід від головного. Добовий водовідбір складає 4.5-5 тис.м³, при водопониженні 0.8-1.5 м. Статичні рівні води в свердловинах коливаються від 2.5 до 3.4 м, динамічні рівні складають 3.5-5.5 м, водопониження, відповідно, становить 1.0-1.9 м. Коефіцієнт фільтрації водоносного горизонту, за даними пробних відкачувань, становить 12-25 м/добу, за даними експлуатації – 27.5 м/добу. На малому водозаборі побудовані головна насосна станція (станція II-го підйому), хлораторна і фільтрувальна, об'ємом 1300 м³.

Води водозабору прісні, гідрокарбонатно-хлоридно-кальцієво-натрій-калієві з сухим залишком 154.3-468.3 мг/л, загальною твердістю 1.9-5.4 мг/екв., рН від 6.0 до 7.6, повністю відповідають діючим вимогам ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». В процесі експлуатації суттєвих змін в параметрах водоносного горизонту (рівні і якість води, водовіддача) не відмічалось. Необхідно звернути увагу на те, що вивчення якості води було далеко не повним: води в ході експлуатації аналізувались тільки на катіонно-іонний склад, зрідка на вміст заліза, нафтопродуктів, дуже рідко фенолів. Щодо можливої наявності в воді токсичних металів, ймовірно пов'язаних з бурінням нафтових свердловин та їх експлуатацією, води Надвірнянського водозабору і поверхневі води р.Бистриця Надвірнянська до даного часу не вивчались.

В 1979-1980 рр. на лівобережній терасі р.Бистриця Надвірнянська, на протилежному березі від головного водозабору, розвідана резервна ділянка Надвірнянського водозабору на надзаплавній терасі.

Геологічні і гідрогеологічні параметри цієї ділянки в цілому аналогічні таким на Головному водозаборі на правобережжі: водоносний горизонт є пластовим з вільною поверхнею дзеркала води. Глибина рівня підземних вод міняється від 1.3 до 2.9 м. Потужність горизонту міняється від 5.9 до 10 м,

складаючи в середньому 7.96 м. Глибина залягання його підшви 5.0-13.1 м. Водонесний горизонт має добрий гідравлічний зв'язок з річкою. Дебіти свердловин змінюються від 10.0 до 16.6 л/с, питомі дебіти 3.22-16.6 л/с при пониженні на 0.7-3.22 м. Фільтраційні властивості горизонту не витримані, змінюються від 62.2 до 204.4 м/добу, в цілому по ділянці коефіцієнт фільтрації визначений в 124 м/добу.

Рівень води горизонту коливається до 1,2 і більше метрів. Глибина залягання рівня води знаходиться в прямій залежності від кількості опадів і рівня води в р.Бистриця Надвірнянська. В меженні періоди напрям підземного стоку йде від бортів долини до русла ріки, в повені рух підземного потоку направлений від ріки. Розхід підземного потоку при ширині долини в районі водозабору 2,0 км, нахилу потоку 0.01, середній потужності горизонту 95% забезпеченості 7.20 см і коефіцієнті фільтрації 124 м/добу становить 17881 м³/добу. Води гідрокарбонатно-сульфатно-кальцієво-натрій-магнієві, з мінералізацією 190 – 807 мг/л, сухим залишком 174-580 мг/л, твердістю 1.82-4.0 мг/екв./л, рН 7.2-8.5.

Нафтопродукти і феноли на час розвідки в воді не виявлені. В цілому води повністю відповідають вимогам держстандарту, крім бактеріального забруднення: коли-індекс становить > 1100 при нормі 3, а коли-тітр < 0.9 при нормі 333. Це пояснюється незахищеністю водонесного горизонту і розташуванням в зоні можливого бактеріального забруднення населених пунктів.

Підраховані запаси води в межах діючого основного водозабору становлять по категорії А – 4.1, по категорії В – 3.38, всього 7.48 тис.м³/добу; в межах резервної ділянки по категоріях А, В, С₁ відповідно 8.06, 4.03 і 3.23, всього 15.33 тис.м³/добу. Розраховані для лівобережного водозабору зони санітарної охорони І-го поясу (суворого режиму) становлять 50 м від свердловини в сторону долини. Зона ІІ-го поясу, що передбачає захист від бактеріального забруднення, розрахована в межах 600-2164 м від свердловин в сторону долини. Оскільки найближчий вододіл розташований від водозабору в

250- 600 м, то границя зони санітарної охорони II-го поясу приймається по лівобережному вододілу.

Зона санітарної охорони для діючого правобережного (головного) водозабору не розрахована. Оскільки гідрогеологічні параметри його аналогічні лівобережному водозабору, то межі санітарної зони II-го поясу приймаємо аналогічними вищеприведеним, до 2164 м. Тобто в межі цієї зони попадає село Пнів і західні околиці м.Надвірної.

Діючими Санітарними нормами і правилами (СНиП 2.04.02-84) для зон санітарної охорони першого поясу забороняються всі види будівництва і господарської діяльності. В межах ЗСО II передбачається регулювання господарської діяльності, організація каналізації, відводу стічних вод, забороняється складування паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів, міндобрив, будівництво шламосховищ і інших об'єктів, котрі можуть викликати хімічне забруднення джерел водопостачання. Також в межах ЗСО II заборонено розміщення цвинтарів, тваринних і пташиних ферм, гноєсховищ і подібних їм інших об'єктів, котрі можуть спричинити мікробне забруднення джерел водопостачання.

Вказаними вище СНиП 2.04.02-84 передбачаються також зони санітарної охорони третього поясу (ЗСО III), враховуючим час просування хімічного забруднення води до водозабору, який має бути більшим часу експлуатації водозабору, але не меншим 25 років. В умовах Надвірнянського водозабору експлуатація його часом не обмежена, тому ця зона має співпадати з вододілами р.Бистриця Надвірнянська. Таким чином, в межі ЗСО III поясу повністю попадають Битківське і Пасічнянське нафтові родовища зі всією інфраструктурою їх експлуатації, що постійно загрожує хімічним забрудненням води Надвірнянського і інших водозаборів, розташованих в басейні р.Бистриця Надвірнянська.

В межах ЗСО III поясу, як і в ЗСО II поясу, регулюються всі види господарської діяльності, а саме:

СНиП 2.04.02-84, п.10.34. «На территории третьего пояса зоны подземного источника водоснабжения следует предусматривать санитарные мероприятия, указанные в пп.10.25 «а»; 10.26 «б» и 10.33»;

п.10.25. «а» «На территории второго пояса зоны поверхностного источника водоснабжения надлежит:

а) осуществлять регулирование отведения территории для населенных пунктов, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также возможных изменений технологии промышленных предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения источников водоснабжения сточными водами»;

п.10.26. «б» «Во втором поясе зоны поверхностного источника водоснабжения запрещается:

б) размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей, шламохранилищ и других объектов, которые могут вызвать химические загрязнения источников водоснабжения»;

п.10.33. «В санитарные мероприятия, проводимые во втором поясе зоны, кроме указанных в п.10.32, следует включить:

выявление, тампонаж или восстановление всех старых, бездействующих, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин и шахтных колодцев, создающих опасность загрязнения используемого водоносного горизонта;

регулирование бурения новых скважин;

запрещение закачки отработанных вод в подземные пласты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли, а также ликвидацию поглощающих скважин и шахтных колодцев, которые могут загрязнять водоносные пласты».

При умові хоча б мінімального дотримання вимог щодо запобігання хімічного забруднення вод Надвірнянського і інших розташованих в долині Бистриці Надвірнянської водозаборів, всі роботи в межах Битківського і Пасічнянського родовищ повинні суворо регулюватись, зокрема:

- повною забороною використання у бурових розчинах хімреагентів;

- повною гідроізоляцією бурових і технологічних майданчиків, уловлюванням дощових вод з наступним їх очищенням;

- виключно безамбарним бурінням з захороненням бурових стічних вод у глибинні водоносні горизонти нафтових вод, а твердих шламів – в спеціальні кладовища за межами басейну р.Бистриця Надвірнянська.

Можливі джерела екологічної небезпеки вод. Води алювіального водоносного горизонту долини р.Бистриця Надвірнянська знаходиться під загрозою бактеріального і хімічного забруднення.

Можливе (і фактичне) бактеріальне забруднення пов'язане з розташуванням в долині Бистриця-Надвірнянська населених пунктів, відсутністю в селах каналізації і центрального водопостачання, а також утриманням худоби, тощо. Тому, води при використанні їх централізованим водопостачанням обов'язково повинні підлягати знезаражуванню.

Джерела хімічного забруднення безпосередньо пов'язані в першу чергу з розвідкою і експлуатацією Пасічнянського і Битківського нафтових родовищ. Головними з них є:

- застосовані при бурінні розвідувальних і експлуатаційних свердловин шкідливі хімреагенти в бурових розчинах;

- бурові стічні води;

- нафта і нафтопродукти;

- пластові води, що видобуваються сумісно з нафтою.

При бурінні розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту для приготування бурових розчинів в практиці вітчизняного буріння широко застосовуються шкідливі для довкілля хімреагенти: карбоксилметилцелюлоза (КМЦ), конденсована сульфат-спиртова барда (КССБ), кальцинована сода, СВЖС, сивушні масла, порошковий вуглелужний реагент (ПВЛР), петролактум, хромпик, барит, гематит, гідролізований поліакрілонітрил (гіпан), нафта і нафтопродукти. Зрідка використовувалось рідке скло. Екологічні показники вказаних реагентів приведені в табл. 4.38

Екологічні показники хімічних реагентів

Найменування реагента	Гранично-допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного побутового призначення (СанП і Н № 4630-88)		
	Лімітуючий показник шкідливості	ГДК у воді, мг/л	Клас шкідливості
1	2	3	4
Сода кальцинована	санітарно-токсикологічний	200 по Na ⁺	II
Рідке скло	-"-	30.0 по SO ₃ -2	II
Порошковидний вуглелужний реагент (ПВЛР)	-"-	200 по Na ⁺	II
Конденсована сульфат-спиртова барда (КССБ)	органолептичний (запах).	0.001 по фенолу	IV
Гідролізований поліакрілонітрил (гіпан)	санітарно-токсикологічний	6.0	II
Карбоксилметил-целюлоза(КМЦ)	-"-	0.05 по моно-хлорацетату натрія	III
Поліакріламід (ПАА)	-"-	2.0	II
Кальцій хлористий	органолептичний (присмак)	по350 по Cl ⁻	IV
Калій хлористий	-"-	по350 по Cl ⁻	IV
Нафта, нафтопродукти	-"-	0.3	IV
Вищі жирні спирти	Загально-санітарний	1.0	III (II)*
Хромпik	санітарно-токсикологічний	0.05 Cr ⁺⁶ 0.5 Cr ⁺³	III

Таким чином, найбільш характерними компонентами забруднювачів (у зв'язку з використанням їх під час буріння) є: феноли (КССБ, КМЦ), натрій (ПВЛР, сода кальцинована), ціаніди (гіпан), високі спирти (сивушні масла), формальдегід (сивушні масла, спиртова барда), хром шести- і трьохвалентний (хромпik). У зв'язку із застосуванням у бурових розчинах нафти, можливе забруднення поліароматичними складовими нафти, зокрема бенз-а-піреном (ГДК=0.000005 мг/л, I клас токсичності) і деякими токсичними і потенційно токсичними металами, що можуть знаходитись у нафті. Найбільш ймовірне (у

зв'язку з вживанням нафти під час буріння та її виливами в аварійних ситуаціях при експлуатації) забруднення довкілля: нікелем та ванадієм, менше свинцем, кобальтом, хромом, міддю, миш'яком, ртуттю, кадмієм, селеном, стронцієм. Застосування гіпану (гідролізованого поліакрілонітрилу) потенційно загрожує забрудненню вод і ґрунтів ціанідами, що складають його основу.

Вживані при бурінні свердловин екологічно шкідливі хімічні реагенти з відпрацьованими буровими розчинами, буровими стічними водами та буровим шламом складаються в негідроізованих бурових амбарах і являються серйозним джерелом екологічної небезпеки - забруднення, в першу чергу ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод.

Об'єм накопичуваних при бурінні відходів залежить від глибини свердловини, і становить, в середньому, на одну свердловину від 2-3 тис.м³ при глибині свердловини до 2 тис.м до 7-8 тис м³ при глибині свердловини 3,5-4 тис.м. За час освоєння Битківського і Пасічнянського нафтових родовищ пробурено сотні свердловин і накопичено в бурових амбарах щонайменше понад мільйон кубометрів екологічно шкідливих бурових відходів. Такі компоненти, як ціаніди, вищі спирти, леткі феноли з часом хімічно розкладаються чи вилугуюються атмосферними та ґрунтовими водами. Накопичені ж в бурових амбарах важкі метали, стійкі феноли та нафтопродукти залишаються потенційними джерелами забруднення тривалий час.

Чи не найбільш серйозним джерелом забруднення довкілля в умовах освоєння Пасічнянського і Битківського нафтових родовищ є промислові нафтові води.

Особливістю освоєння нафтогазових родовищ є чимале збільшення протягом їх освоєння частки видобутку потужних пластових вод. Битківське родовище експлуатується понад сто років, Пасічнянське понад тридцять років. Обводненість видобутої нафти по більшості свердловин на Битківському родовищі сягає до 50% і більше, подекуди до 90%, на Пасічнянському родовищі - 10-20%.

Видобуті попутні води здебільшого використовуються для підтримання

пластового тиску (ППТ). Система ППТ складається із широкої мережі водоводів, систем підготовки води, насосних станцій та чисельних нагнітальних свердловин. Функціонування цієї громіздкої системи супроводжується постійними періодичними і випадковими втратами промислових попутних вод, що спричиняє серйозну загрозу забруднення довкілля, в першу чергу поверхневих і ґрунтових вод. В умовах Битківського і Пасічнянського родовищ, що експлуатуються тривалий час, з часом експлуатації зростають темпи старіння обладнання свердловин, очисних споруд і комунікацій, що супроводжується зростанням втрат пластових попутних вод і посилює забруднення ними довкілля.

Фактично постійні великі втрати попутних пластових вод на Битківському та Пасічнянському родовищах, перш за все через прориви трубопроводів, є “звичайним” явищем.

Попутні води із продуктивних покладів є хлоридними натрієвими розсолами з мінералізацією понад 200 г/дм³, з високим вмістом легко мігруючих і токсичних бромю, літію і складних органічних сполук.

Хімічний склад пластових вод і їх мікрокомпонентний склад приведені в таблицях 4.39, 4.40 за результатами досліджень Північно-Східного наукового центру Національної академії наук України (ПСНЦ НАН України).

Третім джерелом забруднення поверхневих і ґрунтових вод при експлуатації Битківського і Пасічнянського родовищ є нафта і нафтопродукти. Потенційна небезпека цього джерела значно нижча, ніж двох вказаних вище (застосування хімреагентів при бурінні свердловин і втрати пластових вод), оскільки прориви комунікацій, що транспортують нафту, значно рідші, на водопроводах, міграція нафти в водному середовищі низька, а сама нафта та нафтопродукти не є токсичними, а лише негативно впливають на органолептичні якості води. Крім того, до будь-якої аварії на нафтопроводах застосовуються негайні і ефективні заходи щодо їх ліквідації, на відміну від аварій на водопроводах.

Таблиця 4.39

Хімічний склад пластових вод (мг/л)

Місце відбору проби	pH	Аніони				Катіони							Нафто-продукти	Сухий залишок	Мінералізація	Жорсткість, мг-екв/л
		HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	Ca	Mg	Na	K	Sr	Li	Fe				
<i>Пасічнянський промвузол</i>																
Попутна вода до очисних споруд "Пасічна"	5.8	280	104000	13	<0.5	9800	1000	55000	500	1700	20	1.3	1.6	176000	172314	572.3
Попутна вода після очисних споруд "Пасічна"	6.8	240	94500	18	<0.5	8000	880	48800	400	1900	16	2.8	1.2	152400	154757	472.4
Підтоварна вода БКНС-2	6.7	270	43200	26	<0.5	3500	360	22500	180	500	56	3.2	2	70000	70595	204.6

ВИСНОВКИ

Сучасний стан навколишнього середовища України викликає занепокоєння громадськості держави щодо забезпечення комплексних заходів по створенню техногенно-екологічної безпеки держави. І Карпатський регіон не є виключенням. Комплексні дослідження параметрів невід'ємної складової навколишнього середовища – гідросфери на рівні регіону представляють значний практичний та науковий інтерес, на яких базуватимуться технічні рішення природно-техногенної безпеки гідроекосистем.

Монографія "Природно-техногенна безпека гідроекосистем" є самостійною завершеною науковою роботою, спрямованою на вирішення актуальної проблеми екологічної безпеки водного середовища.

Вибраний напрямок дослідження є актуальним, відповідає сучасним вимогам України і виконувався у відповідності з тематичними планами науково-дослідного інституту екологічної безпеки і природних ресурсів та науково-дослідного інституту нафтогазових технологій Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Наукові результати досліджень, які приведені в монографії, виконані з використанням сучасних методів для обробки одержаних наукових результатів і подальшого моделювання. Отримані дані узгоджуються з фактично вимірними параметрами гідроекологічного середовища і співвідносяться з теоретичними уявленнями щодо процесів, які відбуваються в навколишньому середовищі, із результатами інших науковців.

Достовірність наукових результатів ґрунтується на застосуванні комплексного підходу до розв'язання поставлених задач, широкому використанні сучасних методів досліджень, співставленні фактичних і розрахункових залежностей.

В першому розділі виконане наукове обґрунтування теоретичних засад екологічної безпеки водного середовища. Автором запропоновано новий науковий напрям «конструктивна гідроекологія» - наука, що досліджує

гідросферу з позицій природно-техногенної безпеки, базуючись на геосистемному підході. Розроблена класифікація антропогенних впливів на гідроекосистеми. Запропонована ієрархічна класифікація природно-техногенних гідроекосистем за їх розміром, за типами. Для безпеки гідроекологічного середовища пропонується використовувати буферну здатність гідросистем, так званий гідроекологічний потенціал.

Дістало подальший розвиток обґрунтування теоретичних основ природно-техногенної безпеки гідроекосистем, що засновані на формуванні і управлінні нових систем “людина-природа”, коли технічний об’єкт є елементом природно-техногенної гідроекосистеми (ПТГЕС). Автор вважає, що оцінкою екологічної безпеки є вірогідність ПТГЕС зберегти стійкість під впливом антропогенних факторів (залишити позитивним гідроекологічний потенціал).

В другому розділі вирішена шляхом математичної і статистичної обробки бази даних задача визначення кількісної складової гідроекологічного потенціалу на основі розрахунку і аналізу просторово-часових показників стоку. Вперше визначений і оцінений гідроенергетичний потенціал в межах основних басейнових систем регіону усіх малих рік, проаналізовані його кількісні і якісні характеристики, встановлена екологічно безпечна складова. Автором запропоновано гідроекологічне районування території, для кожного району розрахований гідроекологічний потенціал; окрім фактичних розрахунків по реальним спостереженням, аналітичні рішення дозволяють визначати відповідні параметри невивчених рік. Одержано нові відомості про екологічну складову водних ресурсів регіону, так званий «гідроекологічний потенціал».

В третьому розділі науково сформульована методологія оцінки якісної складової гідроекологічного потенціалу, вперше оцінений індекс гідроекологічного потенціалу для основних басейнових систем Карпатського регіону, виявлені його просторово-часові закономірності. Запропонований індекс гідроекологічного потенціалу дає можливість оцінити самоочищення басейнових систем в часі і в просторі. Модель якісної складової гідроекологічного потенціалу має оптимізаційну мету, тобто визначає

допустимий антропогенний вплив для збереження екологічної рівноваги басейнової системи.

Монографія містить отримані нові науково обґрунтовані результати розрахунків параметрів кількісної і якісної складової гідроекологічного потенціалу рік Карпатського регіону, результати картографічного і математичного моделювання. В роботі теоретично і методично обґрунтовано перспективи використання кількісної і якісної частини гідроекологічного потенціалу на регіональному рівні.

Викладені в роботі результати досліджень містять нові теоретичні дані щодо екологічної оцінки гідроекосистем. Ця теоретична інформація може бути використана при дослідженнях впливів на навколишнє середовище інших техногенних об'єктів. В четвертому розділі автором наведені приклади реалізації та практичного впровадження запропонованого підходу до природно-техногенної безпеки гідроекосистем для різних інвестиційних проектів господарської діяльності промислових об'єктів (будівництво малої ГЕС на р.Прут, туристичного комплексу «Чорногорки», розвитку Битківського нафтопромислу).

Отримані дані дослідження дозволяють доповнити наукові знання про буферну здатність рік Карпатського регіону, оцінити природно-техногенну безпеку гідроекосистем, зробити наукову оцінку придатності вибраного регіону для екологічно оптимального розміщення об'єктів водогосподарського комплексу.

Отримані нові дані аналізу гідроекосистем дозволяють робити наукові узагальнення, використовувати результати досліджень автора для моделювання й прогнозування екологічної безпеки, а також оцінки впливу на навколишнє середовище техногенних змін водних ресурсів Карпатського регіону.

Одержані дані досліджень автора достатні для вирішення різнопланових практичних ресурсоенергозберігаючих, водогосподарських і екологічних проблем.

Наукові положення, висновки та рекомендації автора можуть бути

використані для подальших розробок регіональної системи природно-техногенної безпеки. Використання одержаних результатів досліджень автора дає можливість практично моделювати та прогнозувати техногенні зміни водних ресурсів Карпатського регіону. В роботі міститься суттєва база фактичного матеріалу для подальших проектних розробок.

Викладені в роботі результати досліджень містять нові наукові теоретичні і фактичні дані щодо просторово-часового розподілу кількісних і якісних характеристик стоку, гідроекологічного районування, які можуть бути використані при подальшому вивченні басейнових екосистем Карпатського регіону.

Викладені результати досліджень будуть цікаві екологам та спеціалістам, які займаються проблемами охорони і раціонального використання природних ресурсів.

Автор висловлює слова щирої подяки професору Олегу Максимовичу Адаменко за цінні зауваження і пропозиції в підготовці роботи до публікації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агошкова Е. Б., Ахлибининский Б. В. Эволюция понятия системы // Вопр. философии. 1998. № 7. С. 170-178.
2. Адаменко О.М. Наш майбутній дім – Екоєвропа. Роман життя, науки і кохання в 4-х томах. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2007. – Т.4. – 428с.
3. Адаменко Я.О., Консевич Л.М. Прогноз екологічних наслідків побудови МГЕС на р.Прут// Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Географія. – Тернопіль. - №2. – Ч.2. – 2004.
4. Адаменко Я.О., Консевич Л.М. Розвиток екоенергетики в Карпатському регіоні// Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Серія: геологія та розвідка нафтових і газових родовищ. Розвідувальна та промислова геологія. – 1998. – Вип. 35.Т. 1.- Івано-Франківськ: Вид-во ІФДТУНГ.- С.88-96.
5. Адаменко Я.О., Архипова Л.М. Прогноз екологічних наслідків для водних об'єктів будівництва туристичних комплексів// Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. №1(15), 2007. С.141-146
6. Адаменко Я.О., Архипова Л.М. Оцінка впливу спорудження нафтогазових свердловин на водне середовище// Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. №2(20), 2009. С.122-127
7. Адаменко Я.О., Архипова Л.М., Опир А.З. Проблема забруднення поверхневих вод нафтопродуктами в районі Битківського нафтового промислу// Матеріали VIII Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів «Екологічні проблеми регіонів України» (м.Одеса, 19-20 квітня 2006р.)
8. Айзенберг М.М., Лундин С.М., Сименихина А.С., Яблонский В.В. Селевые очаги в Украинских Карпатах // Труды УкрНИГМИ.- 1972. - вып.119. - С.64-83.
9. Архипова Л.М. До питання про конструктивну гідроекологію// Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. Львів: НЛТУУ – 2008, вип.18.1

10. Архипова Л.М. Керування паводками в Карпатах// Матеріали п'ятої науково-практичної конференції «Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності» (м.Яремче, Івано-Франківської обл., 23-27 лютого 2009 р.)
11. Архипова Л.М. Функціональна структура природно-техногенних гідроекосистем // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. Львів: НЛТУУ – 2008, вип..18.8 – 308 с.
12. Архипова Л.М. Просторово-часова мінливість індексу гідроекологічного потенціалу в басейні Дністра// Матеріали I Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м.Львів, 28-29 травня 2009 р.)
13. Архипова Л.М. Оцінка гідроекологічного потенціалу басейну ріки Свіча в районі розробки нафтогазових родовищ// Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. №2(18), 2008. С.17-20.
14. Архипова Л.М. Екологічні аспекти оцінки якості природних вод. II –й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2009)// Збірник наукових статей. – Вінниця, 23-26 вересня 2009 року. - Вінниця: ФОП Данилюк, 2009 – 103-107с.
15. Архипова Л.М., Коцур М.В. Проблеми екологічної безпеки в надзвичайних ситуаціях природного походження в межах Івано-Франківської області//Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. №1(7). Івано-Франківськ: Полум'я, 2005.
16. Архипова Л.М., Приступа С.В. Екологічні аспекти проблеми водозабезпечення перспективного туристичного комплексу в районі с.Ясеня// Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. №1(7). Івано-Франківськ: Полум'я, 2005.
17. Беляев В.С. Теория сложных геосистем. – К.: Вища школа, 1978. – 156 с.

18. Бердышев Г. Д., Ханжин Б. М. Идея теоремы Геделя как принцип системного подхода в биологии // Пермский гос. пед. ин-т. 1991. 54 с. Деп. В ВИНТИ. 08.05.1991, № 1882-В91.
19. Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. – М.:Мир, 1980. – 600 с.
20. Ваганов П.А. Человек-Риск-Безопасность. – СПб.: Изд-во С.Петербур. Ун-та, 2002. – 160 с.
21. Варецкий Ю., Лозовий І., Мудрицький В. Перспективи розвитку малої гідроенергетики // Нетрадиційні енергоресурси та екологія України. К.: Манускрипт, 1996. - С.33-34.
22. Василевич Н. Г. Системный подход и методологические проблемы экологии // Методология частных наук. Иркутск, 1979. С. 104-112.
23. Василевський Г.А. Водні багатства Карпат.- Ужгород: Карпати, 1971.- 173 с.
24. Вільямс В.Р. Избранные сочинения , т.1. – М.:ОТиЗ, 1948. – с.220-259
25. Вишневський П.Ф., Дрозд Н.Й., Железняк Й.А. Гідрологічні розрахунки для річок України. - К.: Вид-во АН УРСР, 1962. - 387 с.
26. Вельнер Х.А., Каск А.Т. Определение лимитирующего минимального расхода воды рек в интересах охраны водоемов от загрязнения и истощения.// Экологические модели малых рек и водоемов. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. С.21-27
27. Верниченко А.А. Классификация поверхностных вод, основывающаяся на оценке их качественного состояния.// Комплексная оценка качества поверхностных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С.14-24.
28. Волков В.И. Стандарты качества вод в США.// Право и охрана природы. – М.: ИПГАН, 1979. – С.127-139.
29. Волошин И.И., Кононенко Н.И. О влиянии высотной зональности и карста на вноу-тригодовое распределение стока рек Карпат // Тр.УкрНИГМИ.- 1983. - Вып.19. - с.78-114.
30. Воропай Л.І., Куниця М.О. Українські Карпати. Фізико-географічний нарис. К.: Радянська школа, 1971.- 190 с.

31. Ворощук А. Н., Пегов С. А., Перфильев К. Г., Соколов А. В. Вопросы системной экологии. М.: ВНИИ системных исследований, 1979. 52 с.
32. Географічна енциклопедія України. - К.: Знання, 1983. - Т.1,2,3.
33. Гиляров А.М. Экология в поисках универсальной парадигмы // Природа. 1998. № 3. С. 73-82.
34. Грезе І., Полікарпов В.С. та ін. Природа Української РСР. Моря та внутрішні води. - К.: Наукова думка, 1987.
35. Гриб И.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем. Т.1 Рівне ППФ «Волинські береги», 1999.
36. Гриб И.В. Способ комплексной экспертной оценки экосистем бассейнов рек.// Развитие гидробиологических исследований в Украине. – К.: Наукова думка, 1993. – С.206-216.
37. Гриб И.В., Лаврик В.И., Мережко А.И., Якубовский К.Б. Буферность водных экосистем в условиях расширяющейся хозяйственной деятельности.// Гидробиологический журнал, 1993. – т.29, №5. – С.3-16.
38. Державні будівельні норми України (ДБН А.2.2-1-95). Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування. Київ: Наукова думка. – 1996, 68с.
39. Днефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. – М.: Мир, 1981. – 252 с.
40. Довідниковий посібник „З екологічної оцінки” Всесвітнього банку (World Bank Operational Policy OP 4.01, Operational Directive OD 4.01, Washington DC).
41. Емельянов В.А. Основы морской геоэкологии. Київ: Наукова думка, 2003. – 238 с.
42. Жупанский Я., Цепенда М. Використання малих річок Українських Карпат - один з альтернативних напрямків розвитку енергетики України // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. "Проблеми і шляхи енергозабезпечення України" (7-10 грудня 1993 р.). - Ч.5.- Івано-Франківськ: Вид-во ІФДТУНГ.- 1995. - С.25-29.

43. Заставний Ф.Д. Географія України: у 2-х книгах. - Львів: Світ, 1994.- 472 с.
44. Зотов С.И. Бассейново-ландшафтная концепция природопользования // Изв. АН СССР. Сер.географ. - 1992. - №6. - С.55-65.
45. Измалков В.И., Измалков А.В. техногенная и экологическая безопасность и управление риском. СПб.: Изд-во НИЦЭБ РАН, 1998. -482 с.
46. Куприянова Т.П. Факторы и механизмы устойчивости геосистем. М.:Ин-т географ. АН СССР, 1989.
47. Исаков Ю. А., Казанская Н. С., Тишков А.А. Зональные закономерности динамики экосистем. М.: Наука, 1986. 150 с.
48. Кирилюк М.И. Средний многолетний водный баланс водосборов горных рек Закарпатской стоковой станции // Труды ГГИ. - 1968. - Вып. 163. - С.55-90.
49. Коневич Л.М. Аналіз гідроенергетичного використання гірських річок Карпат в минулому//Геоecологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону. Збірник праць докторантів, аспірантів і студентів. За ред.проф. О.М.Адаменка. - Івано-Франківськ: видавнича фірма "Екор". - 1998. С.70-83.
50. Коневич Л.М. Методика розрахунку потенційних гідроенергетичних ресурсів Карпатського регіону // Тези науково-технічної конференції професорсько- викладацького складу ІФДТУНГ. - м.Івано-Франківськ, 1998 р.
51. Коневич Л.М. Передумови екологічно оптимального використання гідроресурсів Карпатських рік: Зб.наук.пр. Геоecологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону - Івано-Франківськ: Екор.- 1998.-С.64-70.
52. Коневич Л.М. Обґрунтування кореляційного зв'язку річкового стоку з висотою місцевості в Карпатському регіоні. Наукові записки Тернопільського педуніверситету. Серія:географія. – 2003. - №2(7).
53. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. - 200 с.
54. Кукурудза С.І., Сиротюк М.І., Кравченко Т.Я. Методика оцінки гідроенергетичних ресурсів малих річок (на прикладі Закарпаття). - Львів: Вид-во ЛДУ, 1996. - 70 с.

55. Кубышкин Г.П. Водные ресурсы Карпат (в пределах УССР) // Информ. бюлл. №7 "Метеорология и гидрология". - К.: Наукова думка, 1964. - С.156-161.
56. Кубишкін Г.П. Закономірності річкового стоку в Карпатах //Матеріали по метеорології та гідрології України. - К.: Вид-во АН УРСР, 1963. - С.20-36.
57. Левич А. П. Структура экологических сообществ. М.: МГУ, 1980. 181 с.
58. Логвинов Н.Т., Раевский А.Н., Айзенберг М.М. Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах. - Л.: Гидрометеиздат, 1973.- 178 с.
59. Малі річки України: Довідник/ А.В.Яцик, Л.Б.Бишовець, Є.О.Богатов та ін./ За ред. А.В.Яцика. - К.: Урожай, 1991. - 296 с.
60. Малые реки России: (использование, регулирование, охрана, методы водохозяйственных расчетов). - Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во,1988.- 320с.
61. Михайловский Г. Е. Специфика экологических систем и проблемы их изучения // Журн. общ. биол. 1984. Т. 45. № 1. С. 66-77.
62. Некос В.Е., Бутенко В.И. Теория и методология исследования физических полей геосистем. – К.:УМКВО, 1988 – 94 с.
63. Одум Ю. Экология: В 2 т.- М.: Мир, 1986. - Т.1. - 328 с.
64. Осипов В.И. Геоэкология – междисциплинарная наука об экологических проблемах геосфер// Геоэкология. – 1993. - №1. – С.4-18.
65. Осипов В.И. Геоэкология: понятия, задачи, приоритеты// Геоэкология. – 1997. - №1. – С.3-12.
66. Пелешенко В.І.,Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія. - Київ: Либідь, 1997 – 381 с.
67. Пэнтл Р. Методы системного анализа окружающей среды. - М.: Мир, 1979.- 213с.
68. Природа Закарпатської області. Під ред. Геренчук С.П. - Львів: Карпати, 1976.
69. Природа Українських Карпат. Під ред. Геренчук С.П. - Львів: Карпати, 1978.
70. Природні умови та природні ресурси Українських Карпат. Під ред.

Перехреста П. - Київ: Наукова думка, 1968.

71. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М.: Наука, 1990. -634 с.

72. Ресурси поверхностних вод СРСР / Под ред. К.Каганер. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - Т.6: Україна і Молдавія. - Вып.1: Західна Україна і Молдавія.

73. Розенберг Г. С. О системной экологии // Журн. общ. биол. 1988. Т. 49. № 5. С. 580-591

74. Розенберг Г. С., Смелянский И. Э. Экологический маятник (смена парадигм в современной экологии) // Журн. общ. биол. 1997. Т. 58. № 4. С. 5-19.

75. Роберт Н.Уингет. Методи оцінки заходів по відновленню річкових екосистем.//Відновлення і охорона малих річок. – М.:Агропромиздат. – С.190-214.

76. Рудько Г.І. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища: Монографія. – Львів: ВН ЛНУ ім.Івана Франка, 2001. – 359 с.

77. Рудько Г.І. Ресурси геологічного середовища і екологічна безпека техноприродних геосистем: Монографія – К.:ЗАТ «Нічлава», 2006. – 480 с.

78. Рудько Г.І., Коневич Л.М. Закономірності розподілу стоку як фактор розвитку шкідливих стихійних явищ./ Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Геологія, геофізика, екологія. Випуск 33. - Івано-Франківськ: Вид-во ІФДТУНГ. - 1996.

79. Г.І.Рудько, Л.М.Коневич. Наукові основи екологічної оцінки та оптимального використання гідроресурсів Карпатського регіону України. - Київ: 1998 - 138 с.

80. Г.І.Рудько, Л.М.Коневич. Оцінка потенціалу гідроенергетичних ресурсів рік басейнів Прута і Сірету// Республіканський міжвідомч. наук.-техн.зб. «Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ» Серія: геологія та розвідка нафтових і газових родовищ. Розвідувальна та промислова геологія. Вип. 35. Том 1. – Івано-Франківськ: Вид-во ІФДТУНГ. - 1998

81. Рудько Г.І. Коневич Л.М. Характеристика гідроекологічних систем Карпатського регіону // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.

Серія: Геологія, геофізика, екологія. Випуск 33. - Івано-Франківськ: Вид-во ІФДТУНГ. - 1996

82. Рудько Г.І., Штоков Е.Ф., Шестопапов В.Л., Яковлев Е.А. Екологічна геологія України. Київ: Наукова думка, 1993. – 407 с.

83. Сакали Л. Климатические ресурсы Украинских Карпат и горных районов Болгарии: Пер. с болг. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. - 337с.

84. Сванидзе Г.Г. Математическое моделирование гидрологических рядов. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 296 с.

85. СНиП 2.01.14 - 83. Определение гидрологических характеристик. - М.: Изд-во стандартов, 1983. - 33 с.

86. Справочник по гидрохимии. Под ред. д-ра геол.-минер. наук А.М.Никанорова. - Л.: Гидрометеиздат, 1989- 391 с.

87. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под ред. Л.И.Сакали. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 365 с.

88. Троль К. Ландшафтная экология (геоэкология) и биогеоценология. Терминологическое исследование// Изв. АН СССР. – 1972. - №3. – С.114-120.

89. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.

90. Управление водными ресурсами в бассейне реки / Под науч.ред. А.М.Черняева. - Екатеринбург, 1993. - 120 с.

91. Федоров В. Д., Гильманов Т. Г. Экология. М.: МГУ, 1980. 464 с..

92. Флейшман Б. С. Основы системологии. М.: Радио и связь, 1982. 368 с

93. Фомин Г.С., Вода, контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам, Москва, Энциклопедический справочник, 2000 г.

94. Фоменко Я.А. Водные ресурсы административных областей, экономических районов и республик УССР и МССР в целом // Тр. УкрНИИГМИ. - 1987. - Вып.22. - С.101-107.

95. Хайлов К. М. Системный подход в экологии // Системные исследования. М.: Наука, 1970. С. 118-122.

96. Яблонский В.В. Связь масштабности селей Карпат с природными и антропо-генными факторами селеформирований. //Тр.УкрНИГМИ.- 1992. - Вып.121. - С.97-123.
97. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. - К.: Изд-во "Генеза", 1997. - 640 с.
98. Directive 2000/60/EC of European Parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy// Official J. of the European Communities, L 327/1, 22.12/2000/EN.
99. Guidelines for Drinking Water Quality/ -WHO, Geneva, 1984.
100. Quality criteria for water. – USEPA, 1976. – 501 p.
101. The restoration of rivers streatems. Theories and experience./ Edited by James A.Gore. Faculty of Natures Sciences University of Tulsa. – Butterworth Publ., 1985. - 317 p.
102. Wood W/ Chemical ecology: chemical communication in nature.//J.Chem.Educ., 1984.vol.40. – P.103-113.