

562.51(043)
А84

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу



АРХИПОВА ЛЮДМИЛА МИКОЛАЇВНА

УДК 504.61 (477.8)

**НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ
БЕЗПЕКИ ПОВЕРХНЕВИХ ГІДРОЕКОСИСТЕМ
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

21.06.01 – екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Івано-Франківськ – 2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
АДАМЕНКО Ярослав Олегович,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України,
завідувач кафедри екології

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник
ЯКОВЛЄВ Євген Олександрович,
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України, головний науковий співробітник;
доктор технічних наук, професор
КОВАЛЬЧУК Павло Іванович,
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії
аграрних наук України, головний науковий співробітник;
доктор технічних наук, професор
МАЛЬОВАНІЙ Мирослав Степанович,
Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства
освіти і науки, молоді та спорту України, завідувач кафедри
прикладної екології та збалансованого природокористування

Захист відбудеться «19» березня 2013 р. о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 у Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна.

Автореферат розісланий «22» лютого 2013 року

Учений секретар

спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05



Хомин В.Р.



АГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

теми. Одним із пріоритетів національних інтересів України є екологічна безпека держави. Екологічні проблеми гідроекосистем є обмежувальним фактором водокористування й водоспоживання переважної частини населення країни. Аналіз попередніх досліджень дозволяє констатувати недостатню вивченість та узагальненість умов природно-техногенної безпеки гідроекосистем, а також проблем управління безпекою, особливо на регіональному рівні.

Актуальність обраної теми в глобальному контексті відображена в результатах ряду міжнародних форумів з питань політики, а саме: «Цілей тисячоліття в галузі розвитку», прийнятих в 2000 р. Генеральною Асамблеєю ООН, яка оголосила період 2005-2015 рр. міжнародним десятиріччям дій під гаслом «Вода для життя»; Всесвітньої зустрічі на вищому рівні в Йоганнесбурзі у 2002 р.; пленарного засідання Генеральної Асамблеї 2010 р., присвяченого досягненню цілей в області розвитку, сформованих у Декларації тисячоліття; Конференції ООН зі стійкого розвитку «Ріо+20» (Ріо-де-Жанейро, Бразилія, 20-22 червня 2012 р.) та ін.

Дослідження кількісних і якісних показників природних вод, оцінки збалансованості водокористування, ризику водокористування, природно-техногенної безпеки гідроекосистем актуальні для виконання відповідно до Закону України «Пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки в Україні на період до 2020 р.» в частині «Раціональне природокористування».

Для запобігання погіршення екологічної ситуації у Карпатському регіоні та досягнення нормативно-безпечного рівня стану гідроекосистем, необхідне науково-методологічне підґрунтя проведення послідовної ефективної екологічної політики, спрямованої на сталий розвиток, захист життя й здоров'я людей, збалансоване водокористування, збереження басейнових екосистем для майбутніх поколінь.

Аналіз попередніх досліджень показує, що роботи у цій сфері проводяться, як правило, на окремих пооб'єктних компонентах без їх належного системного опрацювання. Тому природно-техногенній безпеці гідроекосистем властива недостатня вивченість і відсутність єдиної методологічної основи з урахуванням різноманітних чинників небезпеки. Головним і загальним недоліком існуючих досліджень є недостатня реалізація екосистемного підходу у вирішенні завдань збереження та відновлення поверхневих гідроекосистем, створення умов надійної безпеки життя та діяльності людини в частині водокористування.

У зв'язку з цим у дисертаційній роботі вирішується актуальна науково-прикладна проблема підвищення рівня екологічної безпеки поверхневих природно-техногенних гідроекосистем (ПТГЕС) Карпатського регіону на засадах сталого збалансованого водокористування, дослідження просторово-часових закономірностей розподілу кількісних і якісних показників безпеки та розробки науково-обґрунтованих методів управління станом гідроекосистем.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась згідно з науково-технічними програмами та планами Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України в науково-дослідному інституті нафтогазових технологій та екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ) та є невід'ємною

складовою наукового напрямку кафедри екології ІФНТУНГ й безпосередньо пов'язана з науковою темою «Екологічна безпека і землевпорядне забезпечення територіально-адміністративних одиниць та експлуатаційна надійність промислових об'єктів» (держреєстраційний № 0110U000339), з тематикою держбюджетних науково-дослідних робіт: Д-14-11-п «Розроблення моделей збалансованого ресурсокористування та екологічної безпеки геосистем в регіоні Українських Карпат» (держреєстраційний № 0111U001360), ОБ-05/2010 «Розробка «Обласної програми охорони навколишнього природного середовища до 2015 р.» (держреєстраційний № 0110U008157), № 104/2010 «Гідроекологічний потенціал поверхневих вод Карпатського національного природного парку» (держреєстраційний № РК 0110U008204), в яких здобувач була виконавцем, в останній – керівником теми.

У 2002-2003 рр. дисертант була експертом Проекту TACIS «Вдосконалення транскордонної системи збереження природи Верховини» (№ 01-0199 (SCR-E/111230/C/SV/WW)). Впродовж останніх 12 років здобувач була відповідальним виконавцем численних госпдоговірних робіт із оцінки впливів на навколишнє середовище в частині впливів на водне середовище, зокрема: проектів готельно-туристичних гірськолижних комплексів «Буковель», «Бистриця», «Чорногора», «Яремче»; «Проекту малої гідроелектростанції на р. Прут (с-ще Ворохта)»; «Проекту повітряної лінії електропередач ПЛ 110 кВ для зовнішнього електропостачання курорту «Буковель»; «Проекту автомобільної дороги «Яблуниця-Буковель»; «Проекту тимчасових очисних споруд (до 100 м³/добу) побутових стічних вод готельно-туристичного комплексу «Буковель»; «Наукової еколого-експертної оцінки проектів малих гідроелектростанцій на р. Дземброня та на р. Пробійна» та ін.

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень є вирішення актуальної проблеми підвищення рівня екологічної безпеки поверхневих ПТГЕС шляхом розроблення науково-методологічних основ природно-техногенної безпеки поверхневих гідроекосистем із встановленням просторово-часових закономірностей зміни параметрів безпеки гідроекосистем у межах Карпатського регіону для обґрунтування допустимих рівнів впливу техногенної діяльності, заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля.

Відповідно до поставленої мети в роботі вирішувалися завдання:

- аналізу світового досвіду та тенденцій розвитку сталого збалансованого водокористування, методів дослідження природно-техногенної безпеки гідроекосистем та оцінки техногенних впливів на їх стан, способів оцінки екологічного ризику;

- розробки науково-методологічних основ екологічної безпеки ПТГЕС на засадах сталого збалансованого водокористування з використанням кількісної і якісної складової буферної здатності гідроекосистем;

- розробки наукових методів дослідження якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем, що включає розроблення способів комплексної оцінки якісних і кількісних параметрів безпеки, збалансованого водокористування, обґрунтування природно-техногенного ризику водокористування та визначення рівнів безпеки;

- проведення комплексної оцінки параметрів якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем для всіх пунктів спостережень державної системи моніторингу Карпатського регіону з розробленням на цій основі картографічних моделей у геоінформаційному середовищі просторового розподілу показників якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем;

- встановлення функціональних закономірностей просторового розподілу якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки для гідроєкосистем Карпатського регіону з метою визначення її норми в будь-якому створі;

- дослідження та встановлення багаторічних і внутрішньорічних тенденцій та закономірностей часового розподілу якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем Карпатського регіону з обґрунтуванням просторово-часового взаємозв'язку кількісних і якісних показників природно-техногенної безпеки теоретично ідеально наближених до природних гідроєкосистем;

- обґрунтування стратегічних напрямків та технічних рішень для підвищення рівня природно-техногенної безпеки гідроєкосистем Карпатського регіону на основі аналізу проблем водозабезпечення населення та оцінки екологічної ефективності різних проектних варіантів технічних систем у межах гідроєкосистем з упровадженням отриманих наукових результатів для різних інвестиційних проектів господарської діяльності.

Об'єкт дослідження – процес взаємодії техногенної діяльності і поверхневих гідроєкосистем в межах Карпатського регіону України.

Предмет дослідження – теоретичні та методологічні засади природно-техногенної безпеки гідроєкосистем; просторово-часові закономірності зміни параметрів поверхневих гідроєкосистем Карпатського регіону для оцінки та підвищення рівня екологічної безпеки.

Методи дослідження базуються на системному аналізі та загальних принципах об'єктивності, причинності, актуалізму і еволюційності. З традиційних загальнонаукових методів застосовано спостереження, аналіз і синтез, порівняння і аналогія, узагальнення та абстрагування, моделювання і прогнозування, методи математичної статистики та теорії ймовірностей. Формування баз даних екологічної інформації здійснювалося в середовищі Microsoft Excel, отримання функціональних залежностей – у TableCurve 2D (3D), для картографічного моделювання використовувалися географічні інформаційні системи в середовищі MapInfo.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в обґрунтуванні теоретичних та науково-методологічних засад природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем та встановленні просторово-часових закономірностей розподілу її основних параметрів для гідроєкосистем Карпатського регіону, а саме:

1. Вперше запропоновано методологію оцінки природно-техногенної безпеки гідроєкосистем, яка враховує різноманітні чинники небезпеки й базується на засадах сталого збалансованого водокористування з використанням кількісної і якісної складової буферної здатності гідроєкосистем і включає оцінку якісного потенціалу, кількісного потенціалу, збалансованості водокористування, природно-техногенного ризику водокористування і на їх основі оцінку прийнятності/неприйнятності рівня природно-техногенної безпеки гідроєкосистем, на відміну від відомих раніше досліджень, що ґрунтуються на рівнях забруднення і виснаження гідроєкосистем.

Запропонована концепція екологічної безпеки природно-техногенних поверхневих гідроєкосистем включає модель керування з системою постійного гідроєкологічного супроводу на етапі розробки і функціонування ПТГЕС.

2. Вперше розроблені наукові методи оцінки якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем, що включає дослідження комплексного індексу потенціалу якості (КІПЯ), оцінку кількісних параметрів безпеки на основі аналізу даних багаторічних спостережень, їх просторово-часових закономірностей, визначення норми, збалансованості водокористування, обґрунтування природно-техногенного ризику водокористування, які дозволяють оцінити існуючий рівень безпеки, порівняти його з нормативним регіональним значенням, виявити часову тенденцію розвитку з метою управління екологічною безпекою ПТГЕС.

3. Вперше встановлено функціональні закономірності просторового розподілу параметрів якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки на основі аналізу і обробки даних багаторічних спостережень з можливістю визначення їх норми за значенням гіпсометричної висоти в будь-якому створі основних гідроєкосистем Карпатського регіону: Дністровської, Прут-Сіретської, Тисянської, що дозволяє нормувати ресурсоспоживання ПТГЕС на основі встановлення фонових нормативного стану гідроєкосистем.

4. Вперше встановлено багаторічні і внутрішньорічні тенденції та закономірності часового розподілу якісної й кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем Карпатського регіону, а також функціональний просторово-часовий взаємозв'язок нормованих кількісних і якісних показників природно-техногенної безпеки теоретично ідеально наближених до природних гідроєкосистем, що дозволяє прогнозування процесу взаємодії техногенного навантаження з поверхневими гідроєкосистемами.

5. Набули подальшого розвитку теоретичні засади природно-техногенної безпеки гідроєкосистем на основі сталого збалансованого водокористування з використанням кількісної і якісної складової буферної здатності гідроєкосистем як предмету досліджень виділеної складової вчення про конструктивну екологію – конструктивну гідроєкологію шляхом удосконалення класифікації антропогенних впливів, ієрархічної класифікації, математичної формалізації природно-техногенних гідроєкосистем, закону збалансованого природокористування, що дозволяє розробляти, впроваджувати ефективні методи і засоби керування екологічною безпекою на етапі розробки і функціонування ПТГЕС.

6. Удосконалено метод управління станом гідроєкосистеми шляхом врахування самоочищення ПТГЕС, просторового розподілу якісної складової природно-техногенної безпеки окремо для Дністровської, Прут-Сіретської та Тисянської гідроєкосистем та в цілому для території Карпатського регіону, просторового розподілу показника самовідновлення якісної складової природно-техногенної безпеки, виділення груп гідроєкосистем за ознакою подібності часових змін кількісного потенціалу природно-техногенної безпеки, типової моделі його розподілу за різних умов для обґрунтування допустимих рівнів впливу техногенної діяльності, заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля.

7. Удосконалено наукові засади екологічно безпечного для гідроєкосистем

Карпатського регіону прийняття технічних рішень на основі визначених параметрів якійсній і кількісній складовій природно-техногенної безпеки гідроекосистем для всіх пунктів спостережень державної системи моніторингу Карпатського регіону та оцінки екологічної ефективності різних проектних варіантів технічних систем у межах гідроекосистем для підвищення рівня екологічної безпеки ПТГЕС.

Практичне значення одержаних результатів.

Запропоновану автором методологію застосовано, використано і впроваджено:

– для підготовки «Концепції протипаводкового захисту в басейнах гірських річок Українських Карпат» у складі досліджень ІГІМ НААНУ та ВАТ «Укрводпроект», при розробленні «Регіональної цільової програми комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту і Сірету» та «Державної цільової програми комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Прута та Сірету», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України № 1151 від 27.12.2008 р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 657 (657-2012-п) від 18.07.2012 р. та № 861 (861-2012-п) від 19.09.2012р.);

– на об'єктах туристично-рекреаційного комплексу Івано-Франківської області та їх інфраструктури: готельно-туристичних гірськолижних комплексах «Буковель», «Бистриця», «Чорногори», «Яремче»;

– для проектування малих гідроелектростанцій на р. Прут у с-ща Ворохта, на р. Пробійна в с. Пробійнівка, на р. Дземброня в с. Дземброня Івано-Франківської області (акт впровадження від 21.09.2012 р.);

– під час розроблення «Програми охорони навколишнього природного середовища до 2015 р. в Івано-Франківській області» (акт впровадження від 15.06.2011 р.).

Спосіб оцінювання збалансованого водокористування річкової екосистеми та спосіб оцінки природно-техногенного ризику водокористування застосовуються Державним агентством водних ресурсів України, Івано-Франківським обласним управлінням водних ресурсів (акти від 15.03.2012 р. та 20.09.2012 р.).

Спосіб оцінювання якості поверхневих вод використовується Державним управлінням охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області (акт впровадження від 12.06.2012 р.).

Науково-практичні результати досліджень просторово-часових закономірностей зміни буферної здатності поверхневих вод знайшли застосування у Карпатському національному природному парку (акт від 16.06.2011 р.).

Регіональні бази даних гідроекологічних показників використовуються при обґрунтуванні розподілу, видового різноманіття та кількісних норм запасів водних живих ресурсів Головним державним управлінням рибохорони та регулювання рибальства в Івано-Франківській області (акт від 14.09.2011 р.).

Картографічні моделі просторового розподілу показників якісної складової природно-техногенних гідроекосистем Карпатського регіону, алгоритм визначення гідроекологічних показників, способи оцінювання збалансованості водокористування, ризику водокористування, потенціалу якості гідроекосистем з метою обґрунтування допустимих рівнів впливу техногенної діяльності в межах ПТГЕС, створення умов надійної безпеки життя та діяльності людини в частині водокористування широко використовуються в навчальному процесі в курсах

професійно-орієнтованих дисциплін «Гідрологія», «Метеорологія і кліматологія», «Екологія людини», «Екологічна стандартизація і сертифікація» в ІФНТУНГ та ПВНЗ «Галицька Академія»; під час розробки студентами бакалаврських, дипломних, магістерських робіт (акти впровадження від 29.01.2011 р. та 17.01.12 р.).

Особистий внесок здобувача полягає у формуванні ідеї, мети і завдань досліджень, розробленні теоретичних положень методології природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем, встановленні просторово-часових закономірностей розподілу її основних параметрів для Дністровської, Прут-Сіретської і Тисянської гідроєкосистем у межах Карпатського регіону. Наукові, методичні і практичні висновки та положення, винесені на захист, є авторськими.

Дисертація є самостійною науковою працею, яка містить отримані автором результати щодо постановки та вирішення на прикладі території Карпатського регіону важливої науково-прикладної проблеми підвищення рівня природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем. Особисто автору належать розроблені концептуальні та методологічні підходи, ним сформульовано наукові положення і висновки. З наукових результатів, опублікованих у співавторстві, дисертантом використано лише ті, на які розповсюджуються права його інтелектуальної власності.

Апробація результатів дисертації полягає у їхньому оприлюдненні, обговоренні та схваленні на міжнародних і всеукраїнських конференціях, семінарах, симпозіумах, з'їздах, а саме на: науково-практичній конференції Міжнародного водного форуму "Аква Україна-2003", (м. Київ, листопад 2003 р.); IV, V, VII міжнародних наукових конференціях «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (м. Донецьк, квітень 2005, 2006, 2008 рр.); VIII Всеукраїнській науковій конференції «Екологічні проблеми регіонів України» (м. Одеса, 19-20 квітня 2006 р.); IV міжнародній конференції «Сучасні проблеми екології» (м. Житомир, 14-17 березня 2007 р.), IV-VIII міжнародних науково-технічних конференціях «Еколого-економічні проблеми Карпатського єврорегіону «ЕЕП КЄ 2007-2011» (м. Івано-Франківськ, травень 2007-2011 рр.); V науково-практичній 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.); I Міжнародному конгресі «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 28-29 травня 2009 р.); II, III Всеукраїнських з'їздів екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2009, 2011), (м. Вінниця, вересень 2009, 2011 рр.); IV-VII науково-практичних конференціях «Сучасні проблеми збалансованого природокористування» (м. Кам'янець-Подільський, листопад 2009-2012 рр.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічна безпека держави» (м. Київ, 27-28 квітня 2010 р.); міжнародних науково-практичних конференціях у рамках Міжнародного екологічного форуму «Довкілля для України» (м. Київ, квітень 2011, 2012 рр.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Регіональні та транскордонні проблеми екологічної безпеки. Горбуновські читання» (м. Чернівці, 5-7 травня 2011р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Карпатська конвенція з проблем охорони довкілля» (м. Мукачево – м. Ужгород 15-18 травня 2011 р.);

I Міжнародній науково-практичній конференції "Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування" (м. Івано-Франківськ, 20-22 вересня 2012 р.); 2nd International Conference "Alpine-Petrol 2012" on "Geology, Ecology and Petroleum Perspectives of the Carpathians and other Alpine regions in Europe" (Krakow – Poland, 25th-28th September, 2012); Международном симпозиуме «Неделя эколога-2012» (г. Днепродзержинск, 1-5 октября 2012 г.); науково-практичній конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України» (м. Київ, 10-11 жовтня 2012 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів» (м. Харків, 17-19 жовтня 2012 р.); I Міжвузівській науково-методичній конференції «Екологічні аспекти регіонального партнерства в надзвичайних ситуаціях» (м. Харків, 21 листопада 2012 р.) а також на Засіданні басейнової Ради Дністра (м. Яремче, жовтень 2011 р.), науково-технічних та практичних конференціях професорсько-викладацького складу та науковців ІФНТУНГ (2003-2012 рр.).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження опубліковано в 55 наукових працях, в тому числі одній одноосібній монографії обсягом 23,1 друк. аркушів, двох патентах, брошури, 37 статтях у наукових журналах та збірниках наукових праць, 15 матеріалах та тезах конференцій. 25 статей опубліковано у фахових виданнях, зареєстрованих ВАК України. Одноосібно опубліковано 32 наукові праці.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, чотирьох додатків. Загальний обсяг роботи становить 368 сторінок, в тому числі 77 рисунків, частина яких на 20 окремих аркушах, 41 таблиця, частина яких на 25 окремих аркушах. Список використаних джерел у кількості 368 найменувань на 36 сторінках. Додатки розміщені на 31 сторінці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційних досліджень, сформульовано мету і завдання роботи, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, висвітлено наукову новизну одержаних результатів та їх практичне значення, наведені дані щодо особистого внеску здобувача та апробації результатів роботи.

У першому розділі «Стан проблеми природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем» наводяться результати аналізу попередніх теоретичних та практичних досліджень з проблеми екологічної безпеки поверхневих природно-техногенних гідроєкосистем (ПТГЕС), в тому числі світового досвіду сталого збалансованого водокористування, методів дослідження природно-техногенної безпеки гідроєкосистем, оцінки техногенних впливів на їх стан, способів оцінки екологічного ризику. Обґрунтовано нормативи, які прийняті в дисертаційній роботі для визначення якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем.

Використання системного підходу в управлінні екологічною безпекою представлено в дослідженнях О.М. Адаменка, Я.О. Адаменка, Є.П. Буравльова, О.С. Волошкіної, С.І. Дорогунцова, В.Г. Ігнатова, П.І. Ковальчука, І.І. Кузьміна, М.С. Мальваного, Р. Пэнтла, Г.І. Рудька, М.Ю. Слесарева, Я.М. Семчука,

В.І. Теліченка, В.М. Удода, Р. Уільямса, Е.Дж. Хенлі, Л.С. Шкіци, В.М. Шмандія, Є.О. Яковлева, А.В. Ячика, Н. Brauch, G. Egelen, N. Mitchison, та ін. Проте, питання методологічних засад природно-техногенної безпеки гідроекосистем залишається відкритим.

Розглянуто проблеми природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону. Встановлено, що динаміка основних показників водокористування Карпатського регіону за останні 20 років, має переважно спадну тенденцію. Оцінюючи рівень безпеки водозабезпечення населення й господарства Карпатського регіону, потрібно зауважити, що мінімізація екологічних ризиків лежить у площині управління природно-техногенною безпекою вихідного рівня – гідроекосистем. У зв'язку з цим виділені наступні проблеми:

- 1) скид неочищених та недостатньо очищених стічних вод;
- 2) відсутність винесених в природу водоохоронних зон та прибережно-захисних смуг водних об'єктів на території регіону;
- 3) висока частка (31-50 %) безповоротного водоспоживання і втрат води під час транспортуванні від джерела водопостачання до споживача;
- 4) відсутність пріоритетів забезпечення раціонального водоспоживання, економічного використання води підприємствами;
- 5) фізична та моральна застарілість обладнання, незадовільний стан водопровідних і каналізаційних мереж, несправність водорозбірної арматури тощо;
- 6) паводкобезпека й наслідки проходження високих вод.

Таким чином, узагальнення існуючих підходів і методів системного аналізу і оцінки екологічної безпеки показало необхідність і актуальність подальшої розробки теорії і методів оцінки екологічної безпеки гідроекосистем і дозволило обґрунтувати мету і завдання дисертаційних досліджень.

У другому розділі «**Теоретико-методологічні засади природно-техногенної безпеки гідроекосистем**» набули подальшого розвитку теоретико-методологічні основи складової вчення про конструктивну екологію – конструктивну гідроекологію (рис. 1), гідроекосистеми як об'єкт її досліджень, теоретичні основи природно-техногенної безпеки гідроекосистем на засадах сталого збалансованого водокористування з використанням кількісної і якісної складової буферної здатності гідроекосистем як предмету її досліджень. «Конструктивна гідроекологія» – наука, що досліджує гідросферу з позицій природно-техногенної безпеки, базуючись на геосистемному підході.

Запропоновано структурний поділ конструктивної гідроекології за об'єктами, предметними, а також прикладними ознаками. Основним об'єктом вивчення нового наукового напрямку є гідроекосистеми, які у сукупності складають гідроекологічне середовище, під яким розуміємо частину гідросфери як багатокomпонентну динамічну систему, що перебуває під впливом інженерно-господарської діяльності людини і, в свою чергу, значною мірою визначає цю діяльність. У вивченні об'єкту конструктивної гідроекології застосовуємо біосферно-екологічну концепцію та екосистемно-структурний підхід.

Обґрунтовано функціональні властивості гідроекологічного середовища. Автором внесено певний доробок у дослідження властивостей гідроекосистем, удосконалення типізації. Розроблено класифікацію антропогенних впливів на

гідроекосистеми. Пропонується розрізняти природно-техногенні (ПТГЕС) і природні гідроекосистеми. В дисертаційній роботі удосконалено ієрархічну класифікацію ПТГЕС за розміром, за типами (рис. 2).

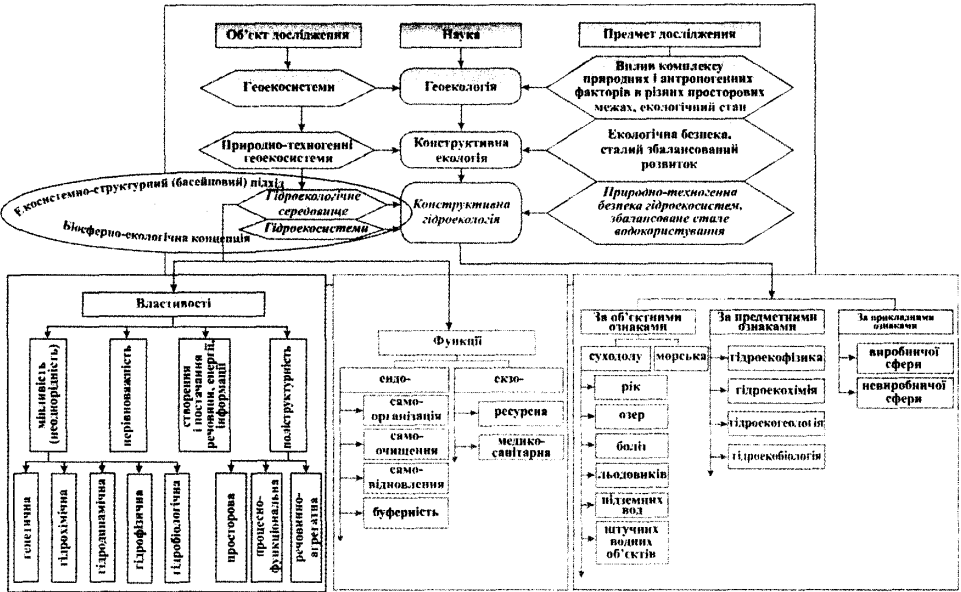


Рис. 1. Об'єктно-предметна структура конструктивної гідроекології

Опираючись на результати попередніх досліджень систем взагалі [Холл А., Фейджин Р., 1969; Нісє G., Турнер W., Кашвелл L., 1978; Флейшман Б., 1982; Churchman С., 1989; Агошкова Е., Ахлибининский Б., 1998] і, особливо, природних систем [Хайлов К., 1970; Доменісо Р., 1972; Василевич Н., 1979; Джефферс Дж., 1981; Egelen G., 1994; Сніжко С., 2001; Рудько Г., 2006], дисертантом виконано математичну формалізацію ПТГЕС:

$$S = \{X, Q\}, \quad (1)$$

$$X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}, \quad (2)$$

де Q – множина закономірностей змін елементів X , їх взаємодія між собою і з навколишнім середовищем; X – елементи

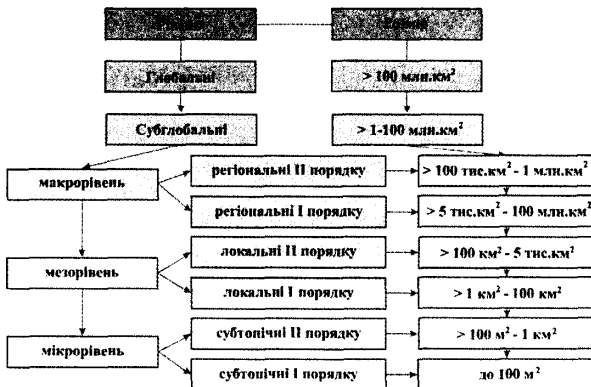


Рис. 2. Класифікація ПТГЕС за розмірами

системи S у вигляді певного набору фізичних, хімічних, біологічних параметрів; n – число компонентів.

Множина елементів X є складом гідроекосистеми.

Елементи $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ об'єднуються в систему певними відношеннями і зв'язками, які називаються системоутворювальними або ендосистемними.

Умовно поділяємо ПТГЕС (S) на природну (Z) і техногенну (W) підсистеми із своїми елементами і зв'язками:

$$S = Z \cdot Q \cdot W. \quad (3)$$

Позначимо символом F множину зовнішніх факторів ПТГЕС, які формують екосистемні зв'язки ПТГЕС і є стосовно неї зовнішнім (навколишнім) середовищем:

$$F = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_m\}. \quad (4)$$

Множина відношень (зв'язків) між елементами всередині ПТГЕС та елементами ПТГЕС і навколишнім середовищем називається структурою даної ПТГЕС. Позначимо її як:

$$R = \{R_1, R_2, R_3, \dots, R_l\}, \quad (5)$$

де R_l – число зв'язків, що утворюють структуру системи S .

У результаті такої взаємодії формується процесно-функціональна структура ПТГЕС.

Склад ПТГЕС X , фактори навколишнього середовища F та структура R можуть змінюватись у часі t та просторі h . Цю зміну у загальній формі можна позначити таким чином:

$$X = X(t, h) = \{X_1(t, h), X_2(t, h), X_3(t, h), \dots, X_n(t, h)\}, \quad (6)$$

$$F = F(t, h) = \{F_1(t, h), F_2(t, h), F_3(t, h), \dots, F_m(t, h)\}, \quad (7)$$

$$R = R(t, h) = \{R_1(t, h), R_2(t, h), R_3(t, h), \dots, R_l(t, h)\}. \quad (8)$$

Зміна в часі й просторі елементів $X(t, h)$ та структури $R(t, h)$ ПТГЕС залежно від впливу зовнішніх факторів $F(t, h)$ відбувається за певною функцією $M(t, h)$.

Отже, ПТГЕС $S(t, h)$, що функціонує у гідроекологічному середовищі, яке стосовно системи є навколишнім середовищем $F(t, h)$, називається множина об'єктів $S(t, h) = S(X, F, R, M)$, що утворена із сукупності внутрішніх елементів $X(t, h)$, які пов'язані між собою і з навколишнім середовищем $F(t, h)$ сукупністю зв'язків $R(t, h)$, які змінюються у часі і просторі відповідно до множини функцій $M(t, h)$.

У природній гідроекосистемі всі екологічні флуктуації відбуваються в допустимих межах гомеостазу (відновлення рівноваги). В ПТГЕС існує небезпека того, що з виходом флуктуацій за допустимі межі, система не зможе компенсувати збурення. Діапазон допустимих флуктуацій екологічних циклів являє собою гнучкість гідроекосистеми. Обмеження гнучкості являє собою нестачу потенціалу ресурсів гідроекосистеми, під яким розуміємо буферну здатність або екологічний потенціал. Екологічна стійкість гідроекосистеми залежить від обмеженості ресурсної бази (кількісного і якісного потенціалу) та від її диверсифікації (різноманітності), тобто від величини. Чим більш складна гідроекосистема, тим більш різноманітні відносини з елементами навколишнього середовища вона спроможна підтримувати за умови руйнування одного зв'язку.

У ресурсному вираженні під кількісним і якісним екологічним потенціалом гідроекосистеми розуміємо ту частину водних ресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки і збалансованого водокористування в ПТГЕС (тобто техногенна діяльність забезпечує сталий розвиток при мінімізації порушень гідроекосистем до меж гомеостазу). Вводимо поняття кількісної і якісної складової буферної здатності гідроекосистем і в дисертаційній роботі розглядаємо їх як основні параметри природно-техногенної безпеки гідроекосистем. Гіпотеза автора, яка підтверджується в дисертаційному дослідженні – гідроекосистема прагне до екстремуму своєї буферної здатності, тобто до максимуму свого екологічного потенціалу, який є зональною характеристикою.

У дисертаційній роботі набув подальшого розвитку закон збалансованого природокористування стосовно ПТГЕС. Викладено наукове бачення теоретичних основ екологічно безпечного сталого збалансованого водокористування для ПТГЕС на засадах використання кількісної і якісної складової буферної здатності.

Під терміном «збалансоване водокористування» розуміємо співвідношення існуючих запасів водних ресурсів кожної ПТГЕС з врахуванням потенціалу гідроекологічної стійкості (сукупність кількісної і якісної складової буферної здатності) та ступеню їх використання з врахуванням коефіцієнту пониження потенціалу гідроекологічної стійкості.

У роботі набули подальшого розвитку теоретичні засади та вперше запропоновано методологію оцінки природно-техногенної безпеки гідроекосистем. Концепція і модель управління природно-техногенною безпекою поверхневих гідроекосистем представлені на рисунках 3, 4.

Третій розділ «Дослідження якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем» базується на обробці даних багаторічних спостережень (1997-2011 рр.) за державною програмою моніторингу навколишнього середовища на водних об'єктах України. Вперше запропоновано алгоритм оцінки якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем:

1. Шляхом математичної обробки результатів аналізів якості поверхневих вод розраховується комплексний індекс потенціалу якості (КІПЯ) (патент № 64027). У розрахунках КІПЯ підсумовуються коефіцієнти запасу органолептичних, фізичних, хімічних, біологічних, токсикологічних та ін. показників (відносна величина резервної потужності), які є перевищенням допустимих значень над фактичними та віднімаються коефіцієнти дефіциту запасу показників (відносна величина нестачі резерву), які розраховуються як перевищення допустимих концентрацій (або інших вимірів). Результат ділиться на кількість використаних показників:

$$КІПЯ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad x_i = \begin{cases} \frac{НЯ_i}{C_i}, \text{ якщо } \frac{НЯ_i}{C_i} > 0 \\ -\frac{C_i}{НЯ_i}, \text{ якщо } \frac{НЯ_i}{C_i} < 0 \end{cases}, \quad (9)$$

де $НЯ_i$ – норматив якості води для i -го показника – граничні величини (допустимі) показників стану вод та їх властивостей, що відповідають вимогам різних споживачів; C_i – фактичне значення якості води для i -го показника; n – кількість показників.

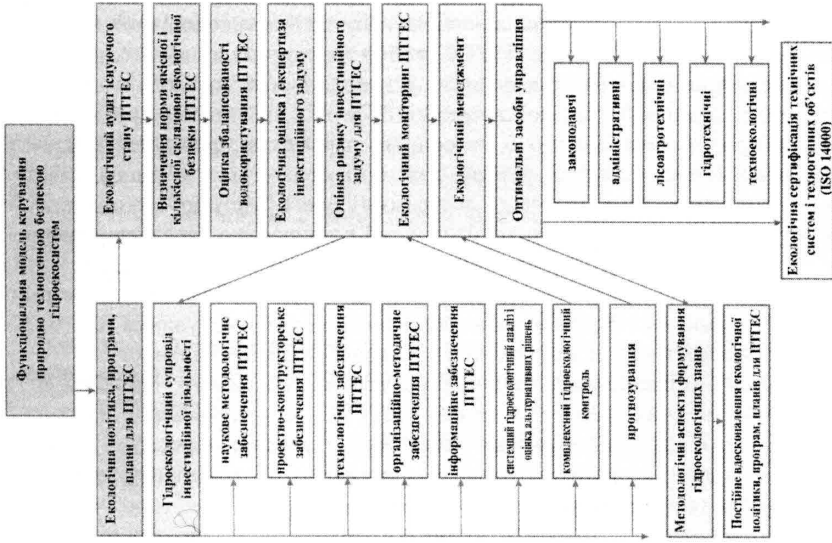


Рис. 4. Модель управління природно-технологічною безпекою гідроелектростанцій

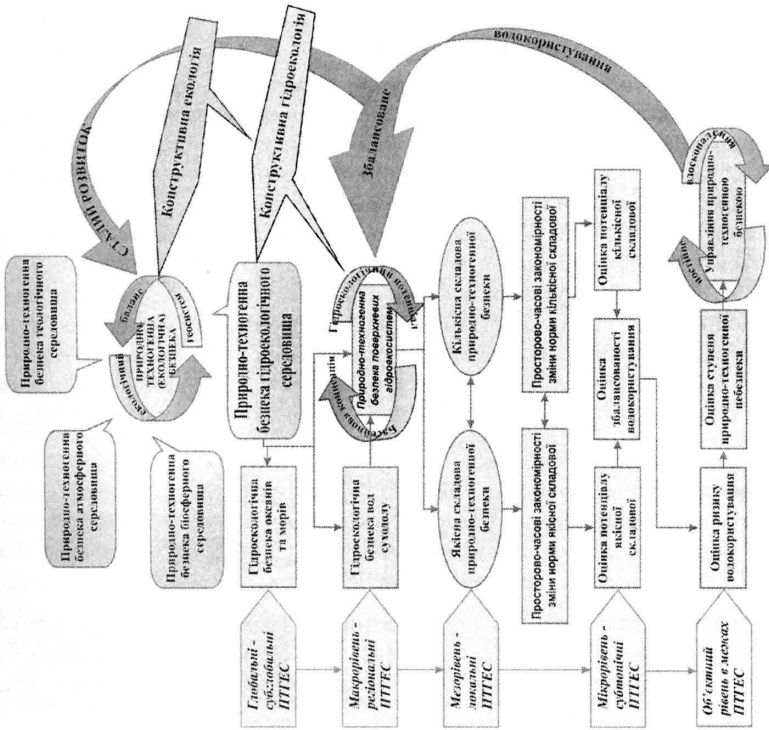


Рис. 3. Концепція природно-технологічної безпеки поверхневих гідроелектростанцій

2. Знаходження функціональних просторових закономірностей розподілу КІПЯ для фонових природних об'єктів.

3. Знаходження норми потенціалу якості в будь-якій точці досліджуваної гідроекосистеми та оцінка відхилення від неї реального стану.

4. Визначення стану якісної складової гідроекосистеми та рівня природно-техногенної безпеки за запропонованою шкалою (табл. 1).

Запропонована дисертантом методологія є принципово новою з огляду на визначення не забрудненості гідроекосистем, а їх потенціалу якості, який є системною характеристикою, виявляє просторово-часові закономірності розподілу.

Моделювання просторової змінності якісної складової безпеки гідроекосистем для початку було апробовано для верхньої частини гідроекосистеми р. Прут до м. Яремче ($F_{водзб}=602,0 \text{ км}^2$), яка майже повністю охоплена природоохоронною територією Карпатського національного природного парку (КНПП), в якому спостереження за станом гідроекосистеми р. Прут проводили у 8-ми створах впродовж останніх десяти років.

Для середньобагаторічних значень показників якості був проведений аналіз їх зв'язку з висотою місцевості та за довжиною річки. Згідно з отриманими результатами, було знайдено закономірності зміни концентрацій природних компонентів якісного складу гідроекосистеми р. Прут залежно від висоти місцевості. Аналогічні дані одержано під час аналізу зв'язку зміни середніх геометричних компонентів $F(x)=\ln x$ хімічного складу природних вод з довжиною річки. Таким чином, отримано лінії тренду та рівняння, за якими можна визначати норму компонентів природних вод р. Прут у межах КНПП за довжиною річки та за висотою місцевості, для окремих сезонів і фаз водності.

У результаті виконаних досліджень створено базу даних якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем у межах КНПП. Встановлено функціональні закономірності (r^2 – величина достовірності апроксимації) просторового розподілу КІПЯ на території КНПП з висотою (H) місцевості (10) та за довжиною (L) ріки (11):

$$КІПЯ = 6,6734 \ln(H) - 38,731; r^2 = 0,90; \quad (10)$$

$$КІПЯ = 0,0008L^2 - 0,16L + 9,19; r^2 = 0,92. \quad (11)$$

За гідроекологічну норму приймаємо діапазон стохастичних коливань показників компонентів гідроекосистем, які не виходять за межі реакцій пристосування для підтримання гомеостазу. Для території КНПП гранично допустимим навантаженням на гідроекосистему може бути таке, за якого вміст складових якості води не зменшується нижче розрахованих за модельними рівняннями.

Дослідженнями встановлено, що КІПЯ дозволяє кількісно оцінювати величини критичних навантажень, і в дисертаційній роботі його прийнято за основну характеристику якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем.

У роботі вперше доведена функціональна природна закономірність гідроекосистем підвищувати свій якісний потенціал з підвищенням абсолютної висоти над рівнем моря для природоохоронної території, надалі – була підтверджена для всієї території Карпатського регіону.

Функціональні залежності встановлені шляхом обробки багаторічних даних спостережень за допомогою програмного продукту TableCurve 2D. Програма використовує основні критерії статистики: суму квадратів середнього; суму квадратів помилок (залишків), ступінь свободи, обраховану в залежності від кількості параметрів моделі, стандартну помилку, коефіцієнт детермінації (r^2), коефіцієнт детермінації, скоригований на ступінь свободи (r^2_{DOF}) та F-статистику (критерій Фішера).

Значимість коефіцієнта детермінації оцінювалась за допомогою таблиць квантилей F-розподілу та таблиць значимості коефіцієнта. Критичні значення критерію Фішера знаходились за стандартними таблицями. Висунута гіпотеза (існування тісної залежності) відхилялась, якщо знайдене табличне значення (F_{stat}) було більшим від розрахованого (F_{stat_m}), і приймалась як та, що підтвердилась, якщо $F_{stat} < F_{stat_m}$. У всіх випадках, які нами розглядалися, висунута гіпотеза підтвердилась за умови, якщо рівень значимості приймався 5 %, 1 % і 0,1 %.

У дисертаційній роботі вперше отримано функціональні залежності норми якісної складової природно-техногенної безпеки від висоти місцевості для гідроекосистеми Дністра (рис. 5), що описується рівнянням лінії регресії (12), Прут-Сіретської гідроекосистеми (13) і Тисянської гідроекосистеми (14):

$$КПЯ_0 = 1,095 + 8,18H^{2,5}, \quad (12)$$

$$КПЯ_n = -0,28 + 0,001H \ln(H), \quad (13)$$

$$КПЯ_m = 8,129 - 39,334/H^{0,5}. \quad (14)$$

Отримані залежності дозволяють визначати норму КПЯ як ознаку якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми в будь-якій точці в межах Карпатського регіону.

Для постів багаторічних спостережень за якістю поверхневих вод визначено середньобагаторічний показник КПЯ реального якісного стану; норму показника в даному створі за отриманою залежністю; відхилення від норми; максимальне спостережене значення; мінімальне спостережене значення; швидкість самовідновлення якісної складової екологічної безпеки гідроекосистем. Дістало подальшого розвитку вчення про самоочищення гідроекосистем – вперше отримані картографічні моделі у геоінформаційному

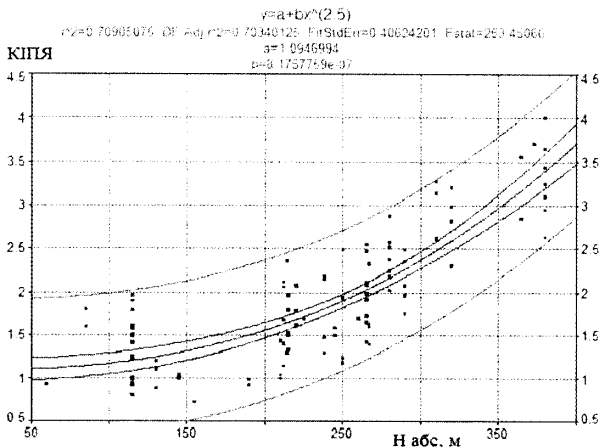


Рис. 5. Функціональна залежність норми якісного стану водним гідроекосистеми Дністра в межах Карпатського регіону з висотою місцевості

середовищі просторового розподілу показника самовідновлення якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем (рис. 6).

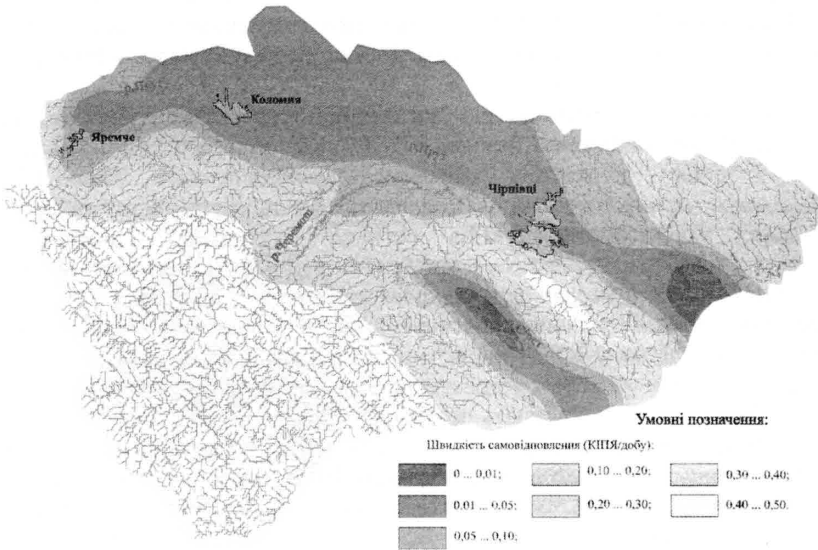


Рис. 6. Картографічна модель швидкості самовідновлення якості в Прут-Сіретській гідроекосистемі

За результатами дисертаційних досліджень вперше отримано картографічні моделі закономірностей просторового розподілу КПЯ як показника якісної складової природно-техногенної безпеки для Тисянської, Дністровської, Прут-Сіретської гідроекосистем та в цілому для Карпатського регіону (картографічні моделі побудовані в середовище ГІС MapInfo).

Оптимальна і буферна зони стану гідроекосистем в одержаних картографічних моделях охоплюють більшість гірської частини Карпатського регіону. Ця територія за категорією природно-техногенної безпеки належить до безпечної зони та до зони еталонного рівня безпеки. В цілому, погіршення безпечності екологічного стану гідроекосистем Карпатського регіону розподіляється в порядку зменшення таким чином: від переважно безпечної зони Тисянської гідроекосистеми до прийнятно безпечної зони Прут-Сіретської гідроекосистеми та помірно небезпечної з фрагментами неприйнятно небезпечних зон у Дністровській гідроекосистемі.

Для встановлення часових закономірностей зміни якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем проаналізовано динаміку змін протягом 1997-2011 рр. та закономірності внутрішньорічного розподілу зазначеної характеристики.

Всі побудовані лінійні тренди мають чітке спрямування на покращення якісних показників ПТЕС у часі, причому чим ближче до верхньої течії Дністра розташований створ, тобто чим менше існуюче антропогенне навантаження на гідроекосистему, тим більший кут нахилу поверхні лінії тренду відносно осі абсцис.

Чим менші абсолютні показники КІПЯ, тим менш чіткою є тенденція зміни в часі й тим менший абсолютний показник приросту позитивної динаміки. Ця закономірність логічно обумовлена змістовною суттю градаційного поділу на категорії показника КІПЯ (див. табл.1): якщо значення показника наближується до одиниці, то гідроекосистема переходить у стан песимуму, відповідно процеси самовідновлення пригнічуються.

Таким чином, встановлено, що загальною тенденцією динаміки якісної складової природно-техногенної безпеки ПТГЕС Карпатського регіону (впродовж останніх 15 років) є яскраво виражене самовідновлення. Доведено, що переважаючими чинниками, які зумовлюють закономірні багаторічні зміни досліджуваних характеристик ПТГЕС регіону, є природні. Дисертаційними дослідженнями підтверджена гіпотеза про існування тісного взаємозв'язку варіації середньорічного КІПЯ в створах однієї гідроекосистеми.

Перевірка гіпотези про існування внутрішньорічних функціональних часових закономірностей розподілу КІПЯ проведена на прикладі двох 15-ти річних рядів щомісячних значень КІПЯ гідроекосистем р. Бистриці-Надвірнянської та р. Бистриці-Солотвинської, які мають приблизно однакові площі водозборів, фізико-географічні умови басейнів та порівняну водність. Обчислення проводилося шляхом визначення середнього геометричного значення КІПЯ для обох гідроекосистем за кожен місяць року. При цьому, потенціал якості р. Бистриці-Солотвинської в абсолютних значеннях є нижчим.

Вперше отримана просторова модель внутрішньорічного розподілу показника якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем-аналогів за місяцями року (рис. 7). Модель описується рівнянням:

$$z = (9,79 - 0,35 \ln x - 11,34y + 4,81y^2 - 0,7y^3) / (1 - 0,215 \ln x - 0,05 (\ln x)^2 + 0,01 (\ln x)^3 - 0,24y). \quad (15)$$

Дисертаційними дослідженнями підтверджена висунута гіпотеза про існування внутрішньорічних функціональних часових закономірностей розподілу КІПЯ.

Встановлені загальні закономірності внутрішньорічного розподілу якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону полягають у наступному:

- найбільша амплітуда коливань КІПЯ характерна для весняно-літнього періоду, що пов'язано з різкими змінами водності (водопілля, паводки) у ці сезони року;
- під час максимальної водності потенціал якості природних вод зменшується, що пояснюється змиванням забруднювальних речовин з поверхні водозбірної площі поверхневим (схиловим) стоком;
- потенціал якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем значно вищий у вегетаційний період, незалежно від рівня техногенного навантаження;
- найнижчим потенціалом якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем регіону характеризується зимовий період.

Таким чином, в дисертаційній роботі набуло подальшого розвитку вчення про системи на прикладі гідроекосистем Карпатського регіону, досліджено якісну складову природно-техногенної безпеки гідроекосистем, визначено її нормативне регіональне значення, оцінено існуючий рівень безпеки, виявлено часову тенденцію

розвитку стану якісної складової безпеки за умови збереження існуючого стану техногенного навантаження.

У четвертому розділі «Дослідження кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем та екологічного ризику» за вихідні характеристики кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем

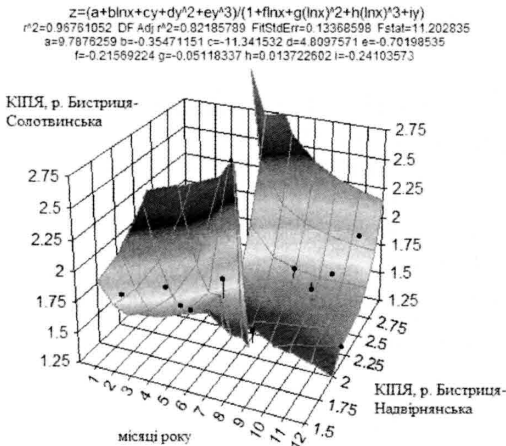


Рис. 7. Модель внутрішньорічного розподілу КПІЯ гідроекосистем р. Бистриця-Надвірнянська і р. Бистриця-Солотвинська за місяцями року

спостереження (миттєва, середньодобова, середньодекадна, середньомісячна, середньорічна тощо); $Q_{min75\%}$ – середньомісячна витрата маловодного року 75% забезпеченості (нульовий кількісний потенціал природно-техногенної безпеки гідроекосистем).

Кількісна складова природно-техногенної безпеки гідроекосистем ґрунтується на водності як основній характеристиці водокористування і водоспоживання. Для Карпатського регіону характерна дуже велика мінливість стоку і нерівномірність розподілу водності в часі. Для водоспоживачів кількісна складова гідроекосистем обумовлює два основні ризики:

- зниження кількісного потенціалу до нульового рівня – споживачам не вистачає водних ресурсів, постає загроза життєдіяльності;
- тимчасове збільшення кількісного потенціалу до рівня, на якому його регулювання стає неможливим відповідно до розвитку виробничих сил і технологій людства – катастрофічні повені та паводки.

У дисертаційній роботі вперше отримано параметри середньобагаторічної кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем для всіх пунктів спостережень державної системи моніторингу. Для визначення кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем в створах, де не ведуться

прийняті витрати води, за якими ведуться щоденні безперервні спостереження протягом останніх 50-60 років на гідрологічних постах, загальна кількість яких у Карпатському регіоні близько 90.

Запропоновано за величину кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем прийняти різницю фактичної витрати за потрібний період часу і мінімальної середньомісячної витрати маловодного року 75% забезпеченості:

$$Q_s = Q_f - Q_{min75\%}, \quad (16)$$

де Q_s – кількісний потенціал як складова природно-техногенної безпеки гідроекосистем; Q_f – витрата води в створі

спостереження, розв'язано задачу встановлення просторово-часових закономірностей розподілу основних характеристик гідроекосистем, а саме: середньобагаторічного модуля стоку та мінімальної середньомісячної витрати.

Автором дисертаційної роботи отримано функціональні просторові закономірності розподілу кількісного середньобагаторічного показника стоку з абсолютною висотою місцевості для Тисянської, Прут-Сіретської та Дністровської гідроекосистем в межах Українських Карпат. Всі математичні моделі перевірено на достовірність.

Функціональний зв'язок норми стоку з абсолютною гіпсометричною висотою для Дністровської, Прут-Сіретської та Тисянської гідроекосистем описується наступними рівняннями:

$$M_d = -1,016 + 0,0035H_d \cdot \ln(H_d); \quad (17)$$

$$M_n = -0,058 + 0,123 (\ln H_n)^2; \quad (18)$$

$$M_m = 47,42 - 2248,89 \ln H_m / H_m. \quad (19)$$

Отримані для гідроекосистем Карпатського регіону функціональні залежності шляхом інтерполяції були апроксимовані неперервною лінійною функцією до висот витоків водотоків.

Отже, в дисертаційній роботі набула подальшого розвитку ідея закономірних змін з висотою річкового стоку. Отримані двомірні моделі для визначення середньобагаторічної норми параметра кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем в межах Карпатського регіону в будь-якому створі лише за знанням гіпсометричного рівня місцевості.

Другим розрахунковим параметром кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем є її нульовий потенціал. Цей параметр був встановлений ґрунтуючись на даних багато-річних спостережень для умов середнього, багатоводного і маловодного року всієї мережі моніторингу регіону. В дисертаційній роботі проведено районування гідроекосистем з подібними умовами формування й розподілу всередині року кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем (рис. 8) та складено для кожного району модель помісячного розподілу кількісного потенціалу природно-техногенної безпеки у відсотках

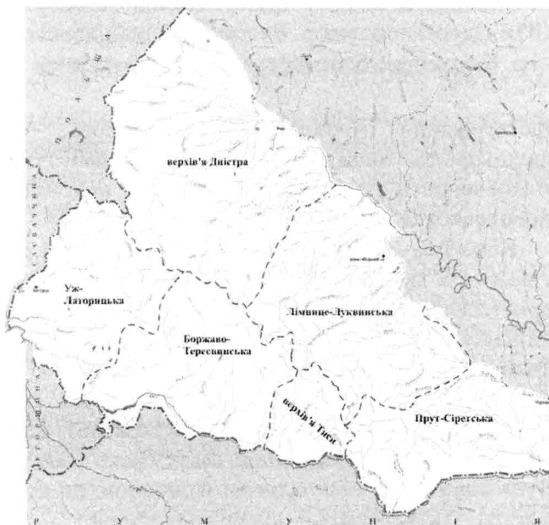


Рис. 8. Угрупування гідроекосистем з подібними умовами формування і розподілу всередині року кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем

річного стоку.

У Карпатському регіоні маловодні роки характеризуються зниженими кількісними характеристиками потенціалу безпеки гідроекосистем влітку і взимку (рис. 9). В цілому від 48 % річного стоку в середній за водністю рік до майже 79 % стоку в багатоводний рік може бути використано з точки зору природно-техногенної безпеки гідроекосистем для потреб народного господарства. Для умов середнього й маловодного року найбільший потенціал характерний для весняного періоду. Лімітуючим сезоном є осінньо-зимовий період. Січень залишається переважаючим місяцем з нульовим кількісним потенціалом природно-техногенної безпеки. З точки зору використання кількісної і якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем, привабливість для реалізації технічних рішень з використанням потенціалу зменшується в напрямку гідроекосистем рік Тиса – Прут – Сірет – Дністер.

Отже, використання моделей встановлення й розподілу кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем для виділених угруповань гідроекосистем Карпатського регіону дає можливість для довільного створу в межах розглянутої території визначити середньобогаторічний місячний об'єм кількісної

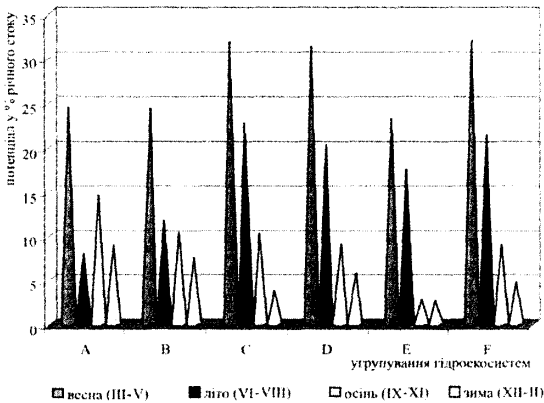


Рис. 9. Сезонний розподіл кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону в маловодний рік (А – Уж-Латорицька; В – Боржаво-Тересвинська; С – верхів'я Тиси; D – верхів'я Дністра між Стрвяхом і Свічою; Е – Лімнице-Луквинська; F – Прут-Сіретська)

наявність функціонального взаємозв'язку в нормованих середньобогаторічних характеристик кількісної і якісної складової природно-техногенної безпеки підтверджено і представлено вперше отриманими в тримірному вигляді площин у просторі абсолютної висоти місцевості залежностями для гідроекосистем Карпатського регіону та описано наступними рівняннями:

- для гідроекосистеми р. Дністер:

складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем при відсутності матеріалів натурних спостережень.

Як було доведено вище, кількісні й якісні показники природно-техногенної безпеки гідроекосистем мають закономірності розподілу в просторі. Функціональний зв'язок кількісних ознак з висотою місцевості є більш тісним, ніж якісних, але й ті, й інші виявляють схожі просторові залежності. За отриманими функціональними залежностями визначено норми вказаних характеристик для гідроекосистем Карпатського регіону на кожному висотному рівні з кроком 50 м. Висунути в дисертаційній роботі гіпотезу про

$$КПЯ_0 = 1,002 + 2,713H^2 \ln(H_0) - 8,438M^2; \quad (20)$$

- для Прут-Сиретської гідроєкосистеми:

$$КПЯ_n = 0,487 + 0,0295H_n \ln(H_n) + 0,00048M_n^{2,5}; \quad (21)$$

- для гідроєкосистеми р. Тиса (рис. 10):

$$КПЯ_m = 6,254 - 194,376/H_m + 0,0253M_m. \quad (22)$$

Таким чином, висунуту в дисертаційних дослідженнях гіпотезу про закономірні просторові зміни в екологічно не порушеній гідроєкосистемі норми кількісної і якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем у межах Карпатського регіону підтверджено.

Отже, результатом проведених досліджень є математичне обґрунтування тісного просторового взаємозв'язку в нормованих кількісних і якісних показників природно-техногенної безпеки теоретично ідеально наближених до природних гідроєкосистем у межах Українських Карпат.

Для підтвердження гіпотези існування часових закономірностей розподілу функціонально залежних показників кількісної і якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем були побудовані тримірні моделі, які доводять, що показник якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем функціонально залежить від помісячного розподілу річного стоку.

Отже, результатом проведеного моделювання є обґрунтування тісного часового взаємозв'язку кількісних і якісних показників природно-техногенної безпеки наближених до природних гідроєкосистем у межах Українських Карпат.

В дисертаційній роботі вперше запропоновано показник стійкого збалансованого водокористування (I_{bwr}) (патент № 67479), який являє собою відношення об'ємів використання водних ресурсів (U_{wr}) з врахуванням коефіцієнту раціонального використання водних ресурсів (K_{rv}) та коефіцієнту пониження гідроєкологічного потенціалу (C_{wq}) до об'єму його відновлення в гідроєкологічному середовищі (P_{wr}) з врахуванням коефіцієнту самовідновлення якісної складової (C_{pq}) за той самий період часу:

$$I_{bwr} = \frac{U_{wr}}{(K_{rv} \cdot C_{wq})(P_{wr} - U_{wr}) \cdot C_{pq}}. \quad (23)$$

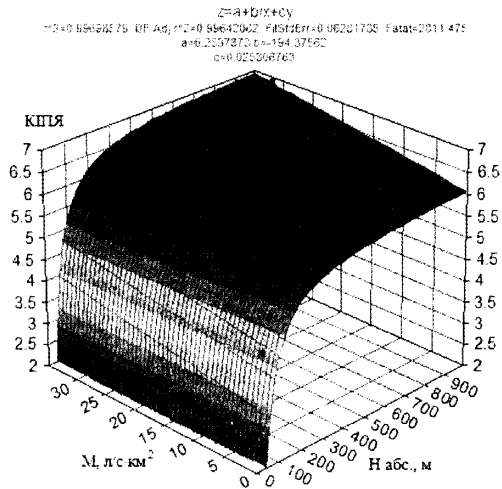


Рис. 10. Просторова модель взаємозв'язку норми кількісної і якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистеми р. Тиса

В найбільш простому вигляді рівняння для розрахунку об'єму використання водних ресурсів (U_{wr}) для прийнятого інтервалу часу має вигляд:

$$U_{wr} = U_{fw} + U_{rdw} + U_{mw} + U_{iw} + U_{ob} + U_{aw} - U_{irw} - U_{inw} - U_{cw} - U_{acw} - U_{he} - U_{fsw} - U_f - U_c - U_r - U_e - U_{ev}, \quad (24)$$

де об'єми (m^3): U_{fw} – стічних вод; U_{rdw} – зворотних і дренажних вод; U_{mw} – шахтних вод; U_{iw} – підземних вод, гідравлічно не пов'язаних з поверхневими; U_{ob} – стоку з інших басейнів; U_{aw} – водних ресурсів, регульованих ставками й водосховищами; U_{pw} – зрошення; U_{pw} – промислового водоспоживання; U_{cw} – комунального водоспоживання; U_{acw} – сільськогосподарського водоспоживання; U_{he} – гідроенергетичного використання; U_{fsw} – заповнення ставків, водосховищ; U_f – використання водних ресурсів рибним господарством; U_c – використання водних ресурсів водним транспортом; U_r – рекреаційних водних ресурсів; U_e – санітарно-екологічних витрат; U_{ev} – додаткових витрат на випаровування з штучних водойм.

Раціональне використання водних ресурсів у системах водозабезпечення оцінюється коефіцієнтом раціональності водозабезпечення (K_{rw}):

$$K_{rw} = \frac{Q_g - Q_i}{Q_g}, \quad (25)$$

де Q_g – загальна витрата води на виробничі потреби, Q_i – безповоротне водокористування. Чим ближче K_{rw} до одиниці, тим більш раціонально використовуються водні ресурси.

Коефіцієнт пониження гідроекологічного потенціалу (C_{wq}) має вигляд:

$$C_{wq} = \frac{I_{pu}}{I_{pb}}, \quad (26)$$

де I_{pu} – індекс якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми (КПЯ) в створі максимального антропогенного навантаження гідроекосистеми; I_{pb} – фоновий регіональний індекс якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми (норма КПЯ). Чим ближче C_{wq} до одиниці, тим менший антропогенний тиск на водні ресурси за інших рівних умов.

Для розрахунку об'єму кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми за досліджуваній інтервал часу пропонується рівняння:

$$P_{wr} = P_{fr} + P_{iw} - P_{ev} - P_b, \quad (27)$$

де P_{wr} – об'єм кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми; P_{fr} і P_{iw} – поверхневий (природний) і підземний стік; P_{ev} – сумарне випаровування до побудови штучних водойм; P_b – нульовий кількісний потенціал природно-техногенної безпеки гідроекосистеми.

Коефіцієнт самовідновлення якісної складової (C_{pq}) має вигляд:

$$C_{pq} = \frac{I_{hq}}{I_{pb}}, \quad (28)$$

де I_{hq} – індекс якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми (КПЯ) в замикаючому створі гідроекосистеми на кінцевий момент періоду, що розглядається; I_{pb} – фоновий регіональний індекс якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми (норма КПЯ).

За показником стійкого збалансованого водокористування (I_{bwr}), оцінюємо стан зрушеності природного балансу гідроекосистеми та рівень природно-техногенної безпеки (табл. 1).

Таким чином, запропонований в дисертаційній роботі метод дозволяє кількісно оцінювати величини критичних навантажень, простежити багаторічну динаміку зміни антропогенного навантаження на водні об'єкти, порівняти в різних гідроекосистемах показник збалансованого водокористування. Призначений для обґрунтування і прийняття технічних рішень, спрямованих на підвищення рівня природно-техногенної безпеки гідроекосистеми. Апробований в гідроекосистемі р. Прут. Шляхом математичної обробки результатів вимірів і аналізів поверхневих вод отримано показники стійкого збалансованого водокористування (I_{bwr}) у чотирьох створах та оцінено за їх значенням рівень зрушеності природного балансу гідроекосистеми техногенним навантаженням. Встановлені наступні стани гідроекосистеми р. Прут: оптимальний (Заросляк $I_{bwr}=0,05$); песимальний (Ворохта $I_{bwr}=0,39$); напруження адаптації (Татарів $I_{bwr}=0,11$, Яремче $I_{bwr}=0,23$). Аналіз результатів показав, що оптимізації потребує ситуація в с-щі Ворохта, відповідне технічне рішення про будівництво нових споруд для очищення стічних вод та реконструкцію каналізаційних мереж в с-щі Ворохта включено до «Програми охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області до 2015 рр.», одним з авторів якої є здобувач.

Отже, запропонований науковий метод оцінки кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем дозволяє визначити потенціал складової екологічної безпеки в будь-якому створі гідроекосистеми Карпатського регіону, встановити його часовий розподіл, існуючий рівень збалансованості водокористування, екологічної безпеки тощо.

В дисертаційній роботі набула подальшого розвитку методологія оцінки екологічного ризику за концепцією прийнятого (допустимого) ризику стосовно ПТГЕС. Запропоновано для поверхневих гідроекосистем під «екологічним ризиком» розуміти продукт природно-техногенної небезпеки, який визначається як ймовірність виникнення потенційно небезпечних явищ у зазначений період часу, в даній ПТГЕС і даної величини. Екологічний ризик розглядається в складі множинних факторів ризику природно-техногенної небезпеки та за виділеними категоріями.

Вперше запропоновано спосіб оцінки природно-техногенного ризику водокористування з річкових екосистем (рішення про видачу патенту від 22.10.2012 р. № 22687/ЗУ/12), який враховує вразливість гідроекосистеми від прояву небезпечної події природно-техногенного походження, просторову уразливість населення (водокористувачів), ймовірність прояву небезпечної події, тривалість події, кількість факторів ризику, за яким отримують комплексний показник природно-техногенного ризику водокористування і на основі розробленої шкали визначають ступінь природно-техногенної небезпеки гідроекосистеми за ризиком водокористування.

При функціонуванні складної ПТГЕС можливі різні небажані події природного (H_1) і техногенного (H_2) походження, які характеризуються різними масштабами негативних наслідків для гідроекосистеми і для життєдіяльності населення в межах

території ПТГЕС, що призводять до ризику водокористування, як з кількісної, так й з якісної точок зору. З урахуванням вищенаведеного природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем оцінюємо таким чином:

1) При несумісності подій природного і техногенного походження за таким співвідношенням:

$$R = \sum_1^n (R(H_1) + R(H_2)), \quad (29)$$

де R – природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем; n – число факторів природного і техногенного ризику водокористування, які визначені; $R(H_1)$ – природний ризик водокористування з річкових екосистем; $R(H_2)$ – техногенний ризик водокористування з річкових екосистем:

$$R(H_1) = P_1(H_1) \cdot V_1(H_1) \cdot K_1(H_1) \cdot T(H_1), \quad (30)$$

$$P_1(H_1) = P_1(I_{bwr}) \cdot P_1(КПЯ), \quad (31)$$

де $P_1(H_1)$ – річна ймовірність прояву небезпечної події природного походження в межах гідроекосистеми, що визначається добутком ймовірності відхилення від оптимального (0,1) показника стійкого збалансованого водокористування (I_{bwr}) та ймовірності відхилення від норми для гідроекосистеми КПЯ; $V_1(H_1)$ – уразливість гідроекосистеми від прояву небезпечної події природного походження, що визначається відношенням ураженої частини території гідроекосистеми до загальної площі ПТГЕС; $K_1(H_1)$ – просторова уразливість населення, що визначається відношенням постраждалої від прояву небезпечної події природного походження частини населення до загальної кількості населення в межах ПТГЕС; $T(H_1)$ – орієнтовна тривалість події, що визначається відношенням часу прояву небезпечної події природного походження до річної тривалості.

$$R(H_2) = P_2(H_2) \cdot V_2(H_2) \cdot K_2(H_2) \cdot T(H_2), \quad (32)$$

$$P_2(H_2) = P_2(I_{bwr}) \cdot P_2(КПЯ), \quad (33)$$

де $P_2(H_2)$ – річна ймовірність прояву небезпечної події техногенного походження в межах гідроекосистеми, що визначається добутком ймовірності відхилення від оптимального (0,1) показника стійкого збалансованого водокористування (I_{bwr}) та ймовірності відхилення від норми для гідроекосистеми КПЯ (частки одиниці); $V_2(H_2)$ – уразливість гідроекосистеми від прояву небезпечної події техногенного походження, що визначається відношенням ураженої частини території басейну до загальної площі ПТГЕС (частки одиниці); $K_2(H_2)$ – просторова уразливість населення, що визначається відношенням постраждалої від прояву небезпечної події техногенного походження частини населення до загальної кількості населення в межах ПТГЕС (частки одиниці); $T(H_2)$ – орієнтовна тривалість події, що визначається відношенням часу прояву небезпечної події техногенного походження до річної тривалості (частки одиниці).

2) Без ймовірності спільної появи природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем можна оцінити як ймовірність подій природного і техногенного походження за таким співвідношенням:

$$R = \sum_1^n (R(H_1) + R(H_2) - R(H_1H_2)). \quad (34)$$

3) Природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем можна

оцінити як ймовірність спільної появи незалежних подій природного та техногенного походження за таким співвідношенням:

$$R = \sum_1^n (R(H_1) \cdot R(H_2)). \quad (35)$$

4) Природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем можна оцінити як ймовірність спільної появи взаємозалежних подій природного та техногенного походження за таким співвідношенням:

$$R = \sum_1^n (R(H_1) \cdot RH_1(H_2)). \quad (36)$$

Для прикладу, природно-техногенний ризик водокористування з річкової екосистеми р. Прут в межах м. Яремче внаслідок ймовірності сумісних подій природного походження (зниження кількісних показників нижче нульового потенціалу протягом місяця) і техногенного (забруднення водойми, яке спричинює неможливість водокористування) складає $R=0,00068$ або 34 дні один раз в 137 років.

Запропоноване співвідношення діапазону параметрів комплексного оцінювання природно-техногенної безпеки гідроекосистем зі станом гідроекосистеми та рівнем природно-техногенної безпеки наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Оцінювання рівня природно-техногенної безпеки гідроекосистем

Діапазон			Стан гідроекосистеми	Категорія природно-техногенної безпеки
комплексний індекс потенціалу якості	показник стійкого збалансованого водокористування	ризик водокористування		
$KПЯ > 5$	$I_{bwr} < 0,05$	$R < 0,05$	Буферний (зона екологічної рівноваги)	Еталонний рівень безпеки
$3 < KПЯ < 5$	$0,05 < I_{bwr} < 0,1$	$0,05 < R < 0,1$	Оптимальний	Безпечний рівень
$1 < KПЯ < 3$	$0,1 < I_{bwr} < 0,3$	$0,1 < R < 0,3$	Напруження адаптації	Прийнятно безпечний
$-1 < KПЯ < 1$	$0,3 < I_{bwr} < 0,5$	$0,3 < R < 0,5$	Зона песимуму	Помірно небезпечний
$-3 < KПЯ < -1$	$0,5 < I_{bwr} < 0,7$	$0,5 < R < 0,7$	Критичний	Небезпечний
$-3 < KПЯ < -5$	$0,7 < I_{bwr} < 0,9$	$0,7 < R < 0,9$	Кризовий	Непринятно небезпечний
$KПЯ < -5$	$I_{bwr} > 0,9$	$R > 0,9$	Катастрофічний (зона екологічного лиха)	Надзвичайно небезпечний

Отже, дисертантом вперше запропоновано методологію і розроблено наукові методи оцінки якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем, що дозволяє встановити потенціал складових безпеки в будь-якій точці гідроекосистем, виявити часові тенденції їх зміни, існуючий рівень безпеки, збалансованості і ризику водокористування тощо.

У п'ятому розділі «Застосування методології на об'єктному рівні безпеки технічних систем для гідроекосистем» запропоновано екологічну ефективність різних проектних варіантів технічних систем у межах гідроекосистем проводити за узагальненим критерієм ефективності (мінімізація використання гідроекологічного потенціалу). Беручи ідеальний варіант проекрованої технічної системи за мету, до якої "прагнуть" порівнювані варіанти, відстань l_j від варіантів C_j до ідеального варіанту C_0 інтерпретується як узагальнений критерій проекрованої системи.

Як комплексний критерій екологічної безпеки технічних систем у межах гідроекосистем пропонується використовувати відстань між еталонним і порівнюваним варіантом у багатовимірному просторі їх часткових екологічних показників. Якщо всі часткові екологічні показники рівноцінні в усіх відношеннях, то використовуємо звичайну відстань Евкліда:

$$l_j(C_j, C_0) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - y_{i0})^2}, j = \overline{1, N}, \quad (37)$$

де y_{ij} – значення i -го часткового екологічного показника для j -го варіанту; y_{i0} – значення i -го показника ідеального варіанту.

Якщо часткові екологічні показники не можна вважати рівноцінними, то слід використовувати різновид метрики Мінковського:

$$l_j(C_j, C_0) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \alpha_i^2 (y_{ij} - y_{i0})^2}, j = \overline{1, N} \quad (38)$$

де $\alpha_i, i = \overline{1, n}$ – вагові коефіцієнти, що враховують нерівноцінність часткових екологічних показників.

Значення $l_j(C_j, C_0)$, що є комплексними екологічними показниками технічних систем і мірою близькості оцінюваних варіантів до ідеального, інтерпретуються як комплексний критерій. Використання такого критерію передбачає вибір еталонної моделі, проведення нормування і уніфікації часткових екологічних показників.

У розділі представлено застосування запропонованої методології при виконанні госпдоговірних робіт із оцінювання впливів на гідроекологічне середовище різноманітних об'єктів за участю автора впродовж 2002-2012 рр. Наведено приклади обґрунтування екологічно безпечного впровадження малих ГЕС, будівництва очисних споруд та інфраструктури туристичних комплексів.

Природно-техногенна безпека гідроекосистем при будівництвах малих ГЕС в Карпатському регіоні розглядалась на прикладі проекту будівництва водосховища і міні ГЕС в межах верхньої течії р. Прут (5-й кілометр від с-ща Ворохта).

Була проведена експертна оцінка безпечності впливу технічного об'єкту на гідроекосистему та визначена кількісна і якісна складова природно-техногенної безпеки гідроекосистеми. За результатами розрахунків запропоновано технічне рішення: робочим проектом передбачити санітарну витрату води в р. Прут в кількості $0,637 \text{ м}^3/\text{с}$ з метою забезпечення оптимального рівня природно-техногенної безпеки гідроекосистеми.

В межах експертної оцінки проекту малої ГЕС на р. Прут встановлено ризики, змодельовано техногенну катастрофу з проривом проекрованої дамби міні ГЕС.

Ризик техногенної катастрофи нижче за течією для гідроекосистеми, за проведеними розрахунками, не виходитиме за межі ситуації, що складається під час дошових паводків різної забезпеченості на р. Прут, а саме:

- ситуація паводку 1 % забезпеченості, коли в руслі річки за добу проходить близько 37 млн м³ води, відповідає техногенній катастрофі із повним спуском води з водосховища за одну годину;

- ситуація паводку 5 % забезпеченості, коли в руслі річки за добу проходить близько 13 млн м³ води, відповідає техногенній катастрофі із повним спуском води з водосховища за дві години;

- ситуація паводку 10 % забезпеченості, коли в руслі річки за добу проходить близько 9 млн м³ води, відповідає техногенній катастрофі із повним спуском води з водосховища за три години.

Вибір ситуації залежатиме від величини прориву дамби, але в цілому можна зробити висновок, що проектне водосховище не належатиме до техногенних об'єктів, що можуть створити ситуацію, яка виходитиме за межі природних флуктуацій гідроекосистеми в досліджуваному створі.

Розрахований показник якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми р. Прут (в межах с-ща Ворохта) знаходиться на рівні КІПЯ=5,07, що за класифікацією відносить гідроекосистему до буферної зони екологічної рівноваги. Рекомендовано таке технічне рішення: робочим проектом передбачити улаштування промивних шлюзів з метою забезпечення оптимального рівня якісної складової природно-техногенної безпеки ПТГЕС в межах водосховища на рівні КІПЯ >4.

За показником збалансованого водокористування реалізація проекту малої ГЕС не змінить належність гідроекосистеми верхів'їв р. Прут до оптимальної зони природного балансу гідроекосистеми, так як прогнозне значення $I_{bwr}=0,09$.

Для збереження екологічної рівноваги гідроекосистем Карпатського регіону при будівництві малих ГЕС запропоновано технічні рішення та оцінено ефективність гребельного й дериваційного варіантів проектування малих ГЕС за узагальненим критерієм ефективності (мінімізація використання гідроекологічного потенціалу) з використанням моделі відстані до еталонного варіанту (гідроекосистема в природному стані). За комплексним екологічним критерієм $I(C_p, C_d)=0,826 < I(C_p, C_d)=1,082$ рекомендовано при будівництві малих ГЕС на гірських річках у Карпатському регіоні надавати перевагу дериваційним схемам та запровадити систему комплексного гідроекологічного моніторингу стану природно-техногенної безпеки з обов'язковим інформуванням громадськості.

Також, у розділі визначено кількісну і якісну складову природно-техногенної безпеки гідроекосистем території розташування готельно-туристичного комплексу «Чорногора» (Верховинський район) на стадії проекту. Оцінено екологічну безпечність різних варіантів водопостачання комплексу та скидання стічних вод. За запропонованою методологією розглянуто такі варіанти технічних рішень водопостачання:

- водозабір підземних вод;
- водозабір з річкової мережі у верхів'ях р. Бистрець (після впадіння струмка Мреє) шляхом створення водозбірних штучних басейнів (1-ий розрахунковий

створ);

- водозабір з річкової мережі струмка Глибокий і Степанський шляхом створення водозбірних штучних басейнів (2-ий розрахунковий створ);

- водозабір з річкової мережі струмка Руський шляхом створення водозбірних штучних басейнів (3-ий розрахунковий створ);

- водозабір з р. Бистрець в створі в межах села з подачею води до котеджно-готельного комплексу (4-ий створ);

- водозабір з р. Чорний Черемош (перед впадінням р. Бистрець) з подачею води до котеджно-готельного комплексу (5-ий створ);

- створення нагрірних ємкостей для питного водозабезпечення;

- комбінації означених варіантів.

Найбільш доцільним екологічно безпечним технічним рішенням водопостачання буде комбінація варіантів з першого і другого розрахункових створів. З точки зору екологічної безпеки водовідведення більш доцільним буде технічне рішення водовідведення у р. Чорний Черемош нижче (за течією) розташування гирла р. Бистрець. Обґрунтовані заходи управління природно-техногенною безпекою гідроекосистем у районі розташування туристичного комплексу «Чорногори».

В дисертаційній роботі виділено основні пріоритети природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону, які спрямовані на оптимізацію стану гідроекосистем, збалансоване водокористування та сталий розвиток регіону в цілому.

Набуло подальшого розвитку стратегія стійкого збалансованого водокористування, яку розуміємо як сукупність організаційно-управлінських, технологічних, фінансово-економічних заходів, спрямованих на нормування антропогенного тиску на природно-техногенні гідроекосистеми (в межах гомеостазного відновлення її якостей) суб'єктами водокористування при збереженні мети виробництва: отриманні прибутків за умови достатніх темпів розвитку економіки, що забезпечує сталий розвиток суспільства. Для території Прикарпаття стратегія включає цілі й заходи, що забезпечують вирішення гідроекологічних проблем і підвищують рівень природно-техногенної безпеки гідроекосистем. Загальна вартість проектних технічних рішень за існуючими проектами з проблем на 2011-2015 рр. для підвищення рівня природно-техногенної безпеки гідроекосистеми Дністра в межах Івано-Франківської області складає близько 432 млн грн., гідроекосистеми Прута в межах Івано-Франківської області – близько 130 млн грн.; основні з яких за пропозицією автора реалізуються «Програмою охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області до 2015 рр.».

Таким чином, отримані наукові результати були упроваджені для різних інвестиційних проектів господарської діяльності на території Карпатського регіону та практично підтвердили висунути авторські гіпотези.

У додатках представлено: витяг з затвердженої 10.06.2011 р. № 161-6/2011 «Програми охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області до 2015 р.»; витяг з затвердженої 23.11.2012 р. № 723-19/2012 «Комплексної регіональної цільової програми розвитку водного господарства на період до 2021 р.

в області»; копія рішення від 22.10.2012 р. № 22687/ЗУ/12 про видачу деклараційного патенту на корисну модель «Спосіб оцінки природно-техногенного ризику водокористування з річкових екосистем» (винахідник – Архипова Л.М.); акти впровадження дисертаційних досліджень.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні вирішено актуальну науково-прикладну проблему підвищення рівня екологічної безпеки поверхневих ПТГЕС шляхом розроблення науково-методологічних основ природно-техногенної безпеки поверхневих гідроекосистем із встановленням просторово-часових закономірностей зміни параметрів безпеки гідроекосистем у межах Карпатського регіону, з обґрунтуванням допустимих рівнів впливу техногенної діяльності, заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля, зокрема:

1. Проведений аналіз світового досвіду сталого збалансованого водокористування, методів дослідження природно-техногенної безпеки гідроекосистем та оцінки техногенних впливів на їх стан, способів оцінки екологічного ризику показав, що важливою складовою забезпечення екологічної безпеки гідроекосистем є оцінка їх буферної здатності і аналіз стану гідроекосистем під впливом техногенного навантаження, тому існує необхідність використання даних багаторічних спостережень для встановлення просторово-часових закономірностей розподілу параметрів безпеки. Виконані дослідження використовуються в навчальному процесі.

2. Розроблено науково-методологічні основи екологічної безпеки ПТГЕС на засадах сталого збалансованого водокористування з використанням кількісної і якісної складової буферної здатності гідроекосистем, що дозволяє обґрунтовувати, впроваджувати ефективні методи і засоби керування екологічною безпекою на етапі розробки і функціонування техногенних об'єктів в межах гідроекосистем. Набули подальшого розвитку теоретико-методологічні основи складової вчення про конструктивну екологію – конструктивну гідроекологію, гідроекосистеми як об'єкт її досліджень, теоретичні основи природно-техногенної безпеки гідроекосистем як предмет її досліджень. Запропоновано класифікацію антропогенних впливів на гідроекосистеми. Ґрунтуючись на результатах попередніх досліджень, виконано математичну формалізацію природно-техногенних гідроекосистем та удосконалено ієрархічну класифікацію ПТГЕС за розміром та типами. Запропонована концепція екологічної безпеки природно-техногенних поверхневих гідроекосистем включає модель керування з системою постійного гідроекологічного супроводу на етапі розробки і функціонування ПТГЕС.

3. Розроблено наукові методи оцінки якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем, зокрема, потенціалу якості, збалансованості водокористування, природно-техногенного ризику водокористування і на їх основі оцінювання прийнятності/неприйнятності рівня природно-техногенної безпеки гідроекосистем, які впроваджуються Державним агентством водних ресурсів України, Державним управлінням охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області. З метою оцінки стану гідроекосистем та рівня її

природно-техногенної безпеки на передпроектних стадіях впровадження техногенних об'єктів, у процесі розроблення стратегій управління річковими басейнами, при створенні й реалізації комплексних регіональних програм розвитку водного господарства, цілей екологічної політики, необхідно визначати існуючий рівень використання кількісної та якісної складової буферної здатності на макрорівні, оцінювати рівень збалансованості водокористування і ризику водокористування за екосистемним принципом на мезорівні. На мікрорівні (субтопічному рівні) оцінювання ефективності різних варіантів проектування технічних систем у межах ПТГЕС доцільно проводити за узагальненим критерієм ефективності (мінімізація використання буферної здатності гідроекосистем) з використанням моделі відстані до еталонного варіанту, що є основою для розробки заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля та управління природно-техногенною безпекою гідроекосистем.

4. Проведена комплексна оцінка параметрів якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем для всіх пунктів спостережень державної системи моніторингу Карпатського регіону з розробленням картографічних моделей у геоінформаційному середовищі просторового розподілу показників якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем. Набуло подальшого розвитку вчення про самоочищення гідроекосистем – вперше отримано картографічні моделі у геоінформаційному середовищі просторового розподілу показника самовідновлення якісної складової природно-техногенної безпеки для Дністровської та Прут-Сіретської гідроекосистем, що дозволяє прогнозування процесу взаємодії техногенного навантаження з поверхневими гідроекосистемами. Створені регіональні бази даних гідроекологічних показників використовуються Головним державним управлінням рибоохорони та регулювання рибальства в Івано-Франківській області.

5. Встановлено функціональні закономірності просторового розподілу параметрів якісної та кількісної складової природно-техногенної безпеки з можливістю визначення їх норми за значенням висоти місцевості в будь-якому створі основних гідроекосистем Карпатського регіону: Дністра, Прута і Сірету, Тиси, що дозволяє нормування ресурсоспоживання ПТГЕС на основі встановлення фонового нормативного стану гідроекосистем. Розробка знайшла застосування у Карпатському національному природному парку.

6. Встановлено багаторічні та внутрішньорічні тенденції і закономірності часового розподілу якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону. Вперше для Карпатського регіону за басейновим принципом виділені групи гідроекосистем за ознакою подібності часових змін кількісного потенціалу природно-техногенної безпеки, що дозволяє прогнозування процесу взаємодії техногенного навантаження з поверхневими гідроекосистемами на основі встановлення фонового нормативного стану гідроекосистем. З точки зору використання кількісної і якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем, привабливість для реалізації технічних рішень з використанням потенціалу зменшується в напрямку гідроекосистем рік Тиса–Прут–Сірет–Дністер.

Встановлено функціональний просторово-часовий взаємозв'язок нормованих

кількісних і якісних показників природно-техногенної безпеки теоретично ідеально наближених до природних гідроекосистем. Результати досліджень дозволяють оцінити існуючий рівень безпеки гідроекосистем, порівняти його з нормативним регіональним значенням, виявити часову тенденцію розвитку з метою управління екологічною безпекою ПТГЕС.

7. Запропоновано та обґрунтовано стратегічні напрямки та технічні рішення підвищення рівня природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону на основі аналізу проблем водозабезпечення населення та оцінювання екологічної ефективності різних проектних варіантів технічних систем у межах гідроекосистем. Загальна вартість проектних технічних рішень за існуючими проектами з проблем на 2011-2015 рр. для підвищення рівня природно-техногенної безпеки гідроекосистеми Дністра в межах Івано-Франківської області складає близько 432 млн грн., гідроекосистеми Прута в межах Івано-Франківської області – близько 130 млн грн., основні з яких за пропозицією автора у включено до «Програми охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області до 2015 рр.», затвердженій 10.06.2011 р. № 161-6/2011 рішенням 6 сесії 6 скликання Івано-Франківської облради.

Положення запропонованої методології природно-техногенної безпеки поверхневих гідроекосистем успішно апробовано та впроваджено на об'єктах туристично-рекреаційного комплексу Івано-Франківської області, при проектуванні малих гідроелектростанцій, оцінюванні антропогенного навантаження природно-заповідних територій; застосовано у «Комплексній регіональній цільовій програмі розвитку водного господарства на період до 2021 р. в області», затвердженій 23.11.2012 р. № 723-19/2012 рішенням 19 сесії 6 скликання Івано-Франківської облради. В означених роботах запропоновано конкретні інженерно-технічні рішення для реалізації їх на практиці при будівництві техногенних об'єктів, які мінімізують зазначений вплив до приведення стану ПТГЕС в оптимальний – безпечний.

Внесені для розгляду доповнення та зміни до проекту «Концепції протипаводкового захисту в басейнах гірських річок Українських Карпат» ІГіМ НААНУ та ВАТ «Укрводпроект»; пропозиції в частині наукових розробок до «Державної цільової програми комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Прута та Сірету», затверджені Постановою Кабінету Міністрів України № 1151 від 27.12.2008 р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 657 (657-2012-п) від 18.07.2012 р. та № 861 (861-2012-п) від 19.09.2012р.).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: Монографія / Л.М. Архипова. – Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2011. – 366 с.

Патенти

2. Патент на корисну модель № 64027. Спосіб оцінки якості поверхневих вод / Архипова Л.М.; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

3. Патент на корисну модель № 67479. Спосіб оцінки збалансованого водокористування річкової екосистеми / **Архипова Л.М.**; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; опубл. 27.02.2012, Бюл. №4.

Статті у наукових фахових виданнях

4. **Консевич Л.М.** (з 2004 р. **Архипова Л.М.**) Визначення кількісної складової гідрологічного потенціалу біля підніжжя г. Говерла / Л.М. Консевич, Я.О. Адаменко, Т.В. Кундельська // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Ів.-Франківськ, 2003. – № 2(7). – С. 80-84. *Дисертанту належить: ідея роботи, методика досліджень.*

5. Оцінка антропогенного навантаження на навколишнє середовище г. Говерли / Я.О. Адаменко, О.Р. Стельмах, О.М. Карпаш, **Л.М. Консевич** [та ін.] // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2003. – № 2(6). – С. 53-61. *Дисертант є автором в частині оцінки впливу на водне середовище.*

6. **Консевич Л.М.** Прогноз екологічних наслідків побудови МГЕС на р. Прут / Л.М. Консевич, Я.О. Адаменко // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: географія. – Тернопіль, 2004. – № 2. – Ч.2. – С. 104-110. *Дисертант є автором в частині оцінки впливу на водне середовище, моделювання ризиків.*

7. Адаменко Я.О. Прогноз екологічних наслідків для водних об'єктів будівництва туристичних комплексів / Я.О. Адаменко, **Л.М. Архипова** // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – № 1(15). – С.141-146. *Дисертанту належить: ідея роботи, методика досліджень.*

8. **Архипова Л.М.** До питання про конструктивну гідроекологію / Л.М. Архипова // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: НЛТУУ, 2008. – Вип. 18.1. – С. 31-38.

9. **Архипова Л.М.** Прогноз екологічних наслідків водозабезпечення перспективного туристичного комплексу «Бистриця» / **Л.М. Архипова**, Я.О. Адаменко // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2008. – № 1(13). – С.162-171. *Автору належить розробка методології досліджень, концепції та стратегії.*

10. **Архипова Л.М.** Функціональна структура природно-техногенних гідроекосистем / Л.М. Архипова // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: НЛТУУ, 2008. – Вип.18.8 – С. 18-25.

11. **Архипова Л.М.** Оцінка гідроекологічного потенціалу басейну ріки Свіча в районі розробки нафтогазових родовищ / Л.М. Архипова // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2008. – № 2(18) – С.17-20.

12. **Архипова Л.М.** Властивості гідроекологічного середовища / Л.М. Архипова // Наукові вісті ПВНЗ “Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2009. – № 2(16). – С. 105-110.

13. **Архипова Л.М.** Оцінка впливу спорудження нафтогазових свердловин на водне

- середовище / Л.М. Архипова, Я.О. Адаменко // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, 2009. – № 2(20) – С.122-127. *Автору належить аналіз та інтерпретація результатів досліджень.*
14. **Архипова Л.М.** До питання про екологічну ємкість гідроекологічного середовища / Л.М. Архипова // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск до IV науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». – 2009. – С. 84-86.
15. **Архипова Л.М.** Оцінка екологічних аспектів при впровадженні стандартів ISO 14000 на підприємствах НАК «Нафтогаз України» / Л.М. Архипова, О.Р. Стельмах, Г.Д. Стельмахович // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2010. – № 2(24). – С. 171-177. *Дисертанту належить ідея оцінки екологічних аспектів.*
16. **Архипова Л.М.** Методологічні питання застосування системного підходу до вивчення гідроекосистем / Л.М. Архипова // Наукові вісті Галицької академії. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2010. – Спец. випуск. – С. 3-8.
17. **Архипова Л.М.** Аналіз кількісної складової гідроекологічного потенціалу / Л.М. Архипова // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск до V науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». – 2010. – С. 11-13.
18. Адаменко Я.О. Екологічна оцінка гідроекосистем Битківського нафтопромислу / Я.О. Адаменко, **Л.М. Архипова** // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2010. – № 4(26). – С.136-143. *Автору належить аналіз та інтерпретація результатів досліджень.*
19. **Архипова Л.М.** Гідроекологічний потенціал поверхневих вод Карпатського національного природного парку / Л.М. Архипова, М.В. Корчемлюк // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: НЛТУУ, 2011. – Вип. 21.3. – С. 74-79. *Автору належить постановка завдань, методологія та інтерпретація результатів досліджень.*
20. **Архипова Л.М.** Світовий досвід та сучасне наукове бачення проблеми сталого збалансованого водокористування / Л.М. Архипова // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2011. – Вип. 22. – С. 141-148.
21. **Архипова Л.М.** Методи оцінки екологічної небезпеки природно-технічних систем у районах нафтогазовидобування / Л.М. Архипова // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2011. – № 3(29). – С. 88-94.
22. **Архипова Л.М.** Закономірності просторових змін якості поверхневих вод Карпатського національного природного парку/ Л. Архипова, М.В. Корчемлюк // [Електронний ресурс] Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ: НУБіП, 2011. – Вип. № 2 (24). Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11alm.pdf. *Автору належить постановка завдань, методологія, інтерпретація результатів досліджень.*
23. **Архипова Л.М.** Методичні основи оцінки гідроекологічної небезпеки та управління ризиками / Л.М. Архипова // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск до VI науково-

практичної конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». – 2011. – С. 63-66.

24. **Архипова Л.М.** Аналіз екологічного стану та загроз безпеки водних ресурсів Івано-Франківської області / Л.М.Архипова // Науковий журнал «Екологічна безпека»: Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2011. – Випуск 2/2011(12). – С. 101-105.

25. **Архипова Л.М.** Застосування теорії і методів оцінки гідроекологічної безпеки на передпроектних стадіях будівництва / Л.М.Архипова // Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»: ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. – № 1(5). – С. 25-29.

26. **Архипова Л.М.** Моделювання і оцінка просторових закономірностей характеристик гідроекосистеми р. Дністер в межах Карпатського регіону / Л.М.Архипова // Науковий журнал «Екологічна безпека»: Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2012 – Випуск 1/2012(13). – С. 22-26.

27. **Архипова Л.М.** Закономірності просторового розподілу якісно-кількісних характеристик гідроекосистем р. Прут в межах Українських Карпат / Л.М.Архипова // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: НЛТУУ, 2012. – Вип. 22.03. – С. 74-80.

28. **Архипова Л.М.** Концепція екологічної безпеки басейнових систем районів нафтогазовидобування / Л.М. Архипова, Я.О. Адаменко, О.М. Мандрик // Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»: ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. – № 2(6). – С. 67-71. *Автору належить концепція екологічної безпеки.*

Статті у наукових журналах, збірниках наукових праць, брошурах

29. Адаменко О.М. Гуманістична спрямованість екології / О.М.Адаменко, Л.М. Консевич // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум’я, 2002. – № 1-2002. – С. 223-231. *Дисертанту належить формулювання та обґрунтування наукових завдань.*

30. **Консевич Л.М.** Дослідження побудови малої ГЕС на р. Пігий / Л.М. Консевич // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум’я, 2002. – № 1-2002. – С. 231-236.

31. **Консевич Л.М.** Екологічна оцінка впливу на водне середовище МГЕС на р. Прут / Л.М. Консевич // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум’я, 2004. – № 1(5). – С. 138-145.

32. **Консевич Л.М.** Оцінка впливу антропогенного навантаження туристичного комплексу «Буковель» на водне середовище / Л.М. Консевич, Я.О. Адаменко // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум’я, 2004. – № 2(6). – С. 158-167. *Автору належить методологія та інтерпретація результатів досліджень.*

33. **Консевич Л.М.** Проблеми екологічної безпеки в надзвичайних ситуаціях природного походження в межах Івано-Франківської області / Л.М. Консевич, М.В. Коцур // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум’я, 2005. – № 1(7). – С. 173-179.

34. **Архипова Л.М.** Екологічні аспекти проблеми водозабезпечення перспективного туристичного комплексу в районі с. Ясеня / Л.М. Архипова, С.В. Приступа // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум’я, 2005. – № 1(7). – С. 179-187. *Автору належить розробка методології досліджень, концепцій та стратегій.*
35. **Архипова Л.М.** Закономірності просторового розподілу індексу гідроекологічного потенціалу в басейні Дністра / Л.М. Архипова // Наукові вісті Галицької академії”. – Івано-Франківськ: Полум’я, 2009. – Спец. випуск-2009. – С. 36-38.
36. **Архипова Л.М.** Екологічні аспекти оцінки якості природних вод / Л.М. Архипова // Збірник наукових статей II-го Всеукраїнського з’їзду екологів з міжнародною участю (23-26 вересня 2009 р.). – Вінниця: ФОП Данилюк, 2009. – С. 103-107.
37. **Архипова Л.М.** Моделювання гідроекологічного потенціалу / Л.М. Архипова // Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»: ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2010. – № 1. – С. 41-47.
38. **Архипова Л.М.** Гідроекологічне прогнозування та динаміка змін індексу гідроекологічного потенціалу / Л.М. Архипова // Наукові вісті ПВНЗ «Галицька академія”. – Івано-Франківськ: Полум’я, 2010. – № 18(2)-2010 (технічні науки). – С. 46-51.
39. **Архипова Л.М.** Методи якісної і кількісної оцінки природно-техногенної безпеки гідроекосистем / Л.М. Архипова // Збірник наукових статей III-го Всеукраїнського з’їзду екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2011), 21-24 вересня, 2011. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – Том 1. – 45-49.
40. **Arkhipova L.** Water – commodity and unique common good / L. Arkhipova // In brochure. Saving energy – saving future. Materials for debates on energy saving issues. – Ivano – Frankivsk: public organization Agency for Private Initiative Development, 2011 – 100 pages. – 1000 copies. – P. 28-33.

Тези доповідей

41. **Консевич Л.М.** Ресурсний потенціал поверхневих вод біля підніжжя г. Говерли / Л.М. Консевич // Матеріали науково-практичних конференцій Міжнародного водного форуму “Аква Україна”. – Київ, 2003. – С. 48-49.
42. **Консевич Л.М.** Аналіз екологічного стану поверхневих вод басейну Дністра в Івано-Франківській області / Л.М. Консевич, М.М. Деденко // Збірка доповідей IV міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (м. Донецьк, 12-14 квітня 2005 р.). – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – Т.2. – С. 260-262. *Автору належить постановка завдань, інтерпретація результатів досліджень.*
43. **Архипова Л.М.** Прогноз екологічних наслідків будівництва об’єктів комунального господарства / Л.М. Архипова, Я.О. Адаменко, О.Р. Стельмах // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. (спеціальний випуск матеріалів IV міжнародної науково-технічної конференції «Еколого-економічні проблеми Карпатського Євросередині «ЕЕП КЄ 2007» (22-

- 25 травня). – Івано-Франківськ: Полум'я, 2007. – С. 45-54. *Дисертант є автором в частині оцінки впливу на водне середовище.*
44. **Архипова Л.М.** Керування паводками в Карпатах / Л.М. Архипова // Матеріали п'ятої науково-практичної конференції «Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності» – Яремче, Івано-Франківська обл., 2009. – С. 28-30.
45. **Архипова Л.М.** Просторово-часова мінливість індексу гідроекологічного потенціалу в басейні Дністра / Л.М. Архипова // Зб. матеріалів I Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 28-29 травня 2009 р.). – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2009. – С. 22.
46. **Архипова Л.М.** До питання управління природоохоронною діяльністю у заповіднику «Медобори» / Л.М. Архипова, Я.М. Вольний // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє» (с-ще Гримайлів, 26-28 травня 2010р.) – Тернопіль: Підручники і посібники, 2010. – С. 29-32. *Автору належить постановка завдань, аналіз результатів досліджень.*
47. **Архипова Л.М.** Гідроекологічний потенціал – основа збалансованого водокористування/ Л.М. Архипова // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал збалансованого (сталого) розвитку України» в рамках Міжнародного екологічного форуму «Довкілля для України» (Київ, 19-20 квітня 2011 р – К.: Центр екологічної освіти і інформації, 2011. – Т.1. – С. 262-266.
48. **Архипова Л.М.** До питання оцінки природно-техногенної безпеки гідроекосистем / Л.М. Архипова // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції «Регіональні та транскордонні проблеми екологічної безпеки. Горбуновські читання» (м. Чернівці, 5-7 травня 2011р.). – Чернівці: ПРУТ, 2011. – С. 17-18.
49. **Архипова Л.М.** Екологічна безпека природно-техногенних гідроекосистем / Л.М. Архипова // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Карпатська конвенція з проблем охорони довкілля» (м. Мукачево-м.Ужгород 15-18 травня 2011 р.)– Ужгород: УжНУ, 2011. – С. 208-209.
50. **Архипова Л.М.** Оцінка природно-техногенного ризику водокористування як інструмент управління при збалансованому розвитку гідроекосистем / Л.М. Архипова // Матеріали міжнародної конференції «Зелена економіка: перспективи впровадження в Україні» в рамках Міжнародного екологічного форуму «Довкілля для України» (Київ, 24-25 квітня 2012 р.). – К.: Центр екологічної освіти і інформації, 2012. – Т.1. – С. 187-191.
51. **Arhipova L.N.** Natural-Man-Caused safety of the Prut river ecosystems withing the Carpathian National Nature Park / L.N. Arhipova, M.V. Korchemluk // Доповіді I-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування» (м.Івано-Франківськ, 20-22 вересня 2012 р.) Збірник матеріалів конференції – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. – С. 14-15. *Автору належить аналіз та інтерпретація результатів досліджень.*
52. **Mandryk O.M.** The concept of creation of Dnister scientific training and industrial

modeling flood polygon/ Y.O. Adamenko, L.M. Arkhipova // 2nd International Conference “Alpine-Petrol 2012” on “Geology, Ecology and Petroleum Perspectives of the Carpathians and other Alpine regions in Europe” 25th- 28th September, 2012 Kraków – Poland. – P. 85-86. *Автору належить методологія екологічної безпеки.*

53. Архипова Л.М. Управління природно-техногенною безпекою гідроєкосистем / Л.М. Архипова // Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України: Матеріали науково-практичної конференції (м. Київ 10-11 жовтня 2012 р.). – К.: Державний інститут управління та економіки водних ресурсів, 2012. – С. 3-4.

54. Адаменко Я.О. Природно-техногенна безпека гідроєкосистем при будівництві туристичних комплексів / Я.О. Адаменко, Л.М. Архипова, О.М. Мандрик // Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів: Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції за участю молодих науковців (м. Харків, 17-19 жовтня 2012 р.) – Х.:ХНАДУ, 2012. – С. 45-46. *Автору належить методологія природно-техногенної безпеки гідроєкосистем.*

55. Архипова Л.М. Формалізована модель природно-техногенної гідроєкосистеми/ Л.М. Архипова // Матеріали I Міжвузівської науково-методичної конференції «Екологічні аспекти регіонального партнерства в надзвичайних ситуаціях» (м. Харків, 21 листопада 2012 р.) Збірка матеріалів – Х.: НУЦЗУ, 2012. – С. 21-23.

АНОТАЦІЯ

Архипова Л.М. Науково-методологічні основи природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем Карпатського регіону. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Івано-Франківськ, 2012.

У дисертаційному дослідженні вирішено актуальну науково-прикладну проблему підвищення рівня екологічної безпеки поверхневих природно-техногенних гідроєкосистем Карпатського регіону.

Розроблено наукові методи оцінки якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем, зокрема, потенціалу якості, збалансованості водокористування, природно-техногенного ризику водокористування і на їх основі оцінювання рівня природно-техногенної безпеки гідроєкосистем.

Встановлено функціональні закономірності просторового розподілу параметрів якісної та кількісної складової природно-техногенної безпеки з можливістю визначення їх норми за значенням висоти місцевості в будь-якому створі основних гідроєкосистем Карпатського регіону: Дністра, Прута і Сірету, Тиси. Встановлено багаторічні та внутрішньорічні тенденції і закономірності часового розподілу якісної і кількісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем Карпатського регіону. Доведено, що з точки зору стану гідроєкосистем та категорії їх природно-техногенної безпеки, привабливість для реалізації технічних рішень зменшується в напрямку гідроєкосистем рік Тиса – Прут – Сірет – Дністер.

Запропоновано та обгрунтовано стратегічні напрямки та технічні рішення

підвищення рівня природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону на основі аналізу проблем водозабезпечення населення та оцінювання екологічної ефективності різних проектних варіантів технічних систем у межах гідроекосистем. Положення запропонованої методології природно-техногенної безпеки поверхневих гідроекосистем успішно апробовані та впроваджені.

Ключові слова: природно-техногенна безпека, гідроекосистеми, Карпатський регіон, просторово-часові закономірності.

АННОТАЦІЯ

Архипова Л.М. Научно-методологические основы природно-техногенной безопасности поверхностных гидроэкосистем Карпатского региона. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Ивано-Франковск, 2012.

В диссертационной работе решена актуальная научно-прикладная проблема повышения уровня экологической безопасности поверхностных природно-техногенных гидроэкосистем (ПТГЭС) Карпатского региона на основе сбалансированного водопользования, исследования пространственно-временных закономерностей распределения количественных и качественных показателей природных вод и разработки научно обоснованных методов управления состоянием окружающей среды.

Разработаны научно-методологические основы экологической безопасности ПТГЭС на основе сбалансированного водопользования с использованием количественной и качественной составляющей буферности гидроэкосистем, что позволяет обосновывать, применять эффективные методы и способы управления экологической безопасностью на этапе разработки и функционирования техногенных объектов в пределах гидроэкосистем. Нашли дальнейшее развитие теоретико-методологические основы составляющей учения о конструктивной экологии – конструктивной гидроэкологии, гидроэкосистемах как объекта ее исследований, теоретические основы природно-техногенной безопасности как предмета ее исследований.

С учетом результатов предыдущих исследований выполнена математическая формализация природно-техногенной гидроэкосистемы, усовершенствована иерархическая классификация ПТГЭС по размеру и типам, разработана классификация антропогенных воздействий на гидроэкосистемы.

Предложены научные способы оценки качественной и количественной составляющей природно-техногенной безопасности гидроэкосистем, а именно: определение потенциала качества, сбалансированности водопользования, природно-техногенного риска водопользования и на их основе оценки приемлемости / неприемлемости уровня природно-техногенной безопасности гидроэкосистемы.

Проведена комплексная оценка параметров количественной и качественной составляющей природно-техногенной безопасности гидроэкосистем для всех пунктов наблюдений государственной системы мониторинга Карпатского региона с

разработкой картографических моделей в геоинформационной среде пространственного распределения показателей качественной составляющей природно-техногенной безопасности гидроэкосистем.

Установлены функциональные закономерности пространственного распределения параметров качественной и количественной составляющей природно-техногенной безопасности с возможностью определения их нормы по значению высоты местности в любом створе основных гидроэкосистем Карпатского региона: Днестра, Прута и Сирета, Тисы, что позволяет нормирование ресурсопотребления ПТГЭС на основе установления фоновое нормативного состояния гидроэкосистем.

Установлены многолетние и внутригодовые тенденции и закономерности временного распределения качественной и количественной составляющей природно-техногенной безопасности гидроэкосистем Карпатского региона. Выделены группы гидроэкосистем по признаку сходства временных изменений количественного потенциала природно-техногенной безопасности. Доказано, что наибольшие потенциальные возможности сопротивляемости гидроэкосистем региона внешнему воздействию наблюдаются в весенне-летний период, наиболее уязвимы гидроэкосистемы зимой.

Установлены функциональные пространственно-временные взаимосвязи нормированных количественных и качественных показателей природно-техногенной безопасности в теоретически идеально приближенных к природным гидроэкосистемах. Результаты исследований позволяют оценить существующий уровень безопасности, сравнить его с нормативным региональным значением, определить временную тенденцию развития с целью управления экологической безопасностью ПТГЭС.

Доказано, что с точки зрения состояния гидроэкосистем и категории их природно-техногенной безопасности, привлекательность для реализации технических решений уменьшается в направлении гидроэкосистем рек Тиса – Прут – Сирет – Днестр.

Предложены и обоснованы стратегические направления и технические решения повышения уровня природно-техногенной безопасности гидроэкосистем Карпатского региона на основе анализа проблем водообеспечения населения и оценки экологической эффективности различных проектных вариантов технических систем в рамках гидроэкосистем. Положения предложенной методологии природно-техногенной безопасности успешно апробированы и внедрены.

Ключевые слова: природно-техногенная безопасность, гидроэкосистемы, Карпатский регион, пространственно-временные закономерности.

ABSTRACT

Arkhyova L.M. Scientific and methodological bases of natural and technogenic safety of the Carpathian region surface hydroecosystems. – Manuscript.

The dissertation for the degree of doctor of technical sciences, specialty 21.06.01 – environmental safety. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas of the Ministry of Education, Youth and Sports of Ukraine, Ivano-Frankivsk, 2012.

The dissertation solved a new and an urgent scientific problem in the field of environmental safety – theoretical and methodological support of natural and technogenic safety of the surface hydroecosystems with substantiation of spatial and temporal patterns of the safety settings change within the Carpathian region.

It is offered the methodology for assessing the qualitative and quantitative components of the natural and technogenic safety of hydroecosystems. The methodology includes determining the potential quality, water balance, natural and man-made risk of water consumption, and assessment of the acceptability / unacceptability level of natural and technogenic safety of hydroecosystems.

There are defined functional patterns of the spatial distribution of qualitative and quantitative component of natural and industrial safety and there is the ability to determine their rates according to the value of altitude in any alignment key of the Carpathian region hydroecosystems: the Dniester River, the Prut and the Siret Rivers, the Tisa River that allows to standardize the resource consumption of hydroecosystems. There are determined perennial and intra trends and patterns of temporal distribution of qualitative and quantitative component of natural and technogenic safety of the Carpathian region hydroecosystems. It is proved that the attractiveness to implement technical solutions in terms of the hydroecosystems and categories of their natural and technogenic safety decreases towards the hydroecosystems of the Tisa River – the Prut River – the Siret River – the Dniester River.

There are substantiated the strategic directions and technical solutions of natural and technogenic safety the Carpathian region hydroecosystems based on the analysis of water supply problems and estimation of environmental efficiency of various project variants of technical systems within the hydroecosystems.

Keywords: natural and technogenic safety, hydroecosystems, the Carpathian region, spatial and temporal patterns.