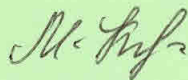


502.51(043)  
К 70

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАФТИ І ГАЗУ

**КОРЧЕМЛЮК МАРТА ВАСИЛІВНА**



УДК 504.61 (477.8)

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРУТСЬКОЇ  
ЕКОСИСТЕМИ**

Спеціальність 21.06.01 – Екологічна безпека

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2016

Дисертацією є рукопис.

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



**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор **Архипова Людмила Миколаївна**, завідувач кафедри туризму, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор **Волошкіна Олена Семенівна**, завідувач кафедри охорони праці та навколишнього середовища, Київський національний університет будівництва і архітектури;

кандидат технічних наук, доцент **Бахарев Володимир Сергійович**, декан факультету природничих наук, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.

Захист відбудеться " 01 " липня 2016 р. о 14-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 у Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна.

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

Автореферат розісланий " 28 " травня 2016 року.

Учений секретар спеціалізованої  
вченої ради Д 20.052.05,

д.геол.н.

В.Р. Хомин



## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**теми.** Проблема забезпечення екологічної безпеки водних екосистем в Україні вирішена недостатньо. Сучасні моніторингові програми не є ефективним інструментом для розробки заходів стабілізації природних комплексів. Разом з тим, Україна є стороною ряду міжнародних угод, в рамках яких взяла на себе зобов'язання щодо реалізації принципів інтегрованого управління водними ресурсами (ІУВР), де об'єктом управління виступає цілісна екосистема – річковий басейн. На сьогоднішній день національний водний менеджмент продовжує здійснюватися виключно за адміністративним принципом, без врахування басейнового підходу. Принципи інтегрованого управління Прутською екосистемою не розроблені. Тим часом, техногенні навантаження на водні екосистеми погіршують їх якість і створюють загрозу для здоров'я населення та гідробіонтів. Таким чином, дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуального науково-практичного завдання, яке полягає у підвищенні рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми шляхом розроблення науково-обґрунтованого інтегрованого підходу до управління річковим басейном з застосуванням європейських методологій.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась автором відповідно до наукових тем Карпатського національного природного парку «Оцінка гідроекологічного стану ріки Прут (витік – м. Чернівці)» (державний реєстраційний номер 0105U007758, 2006-2008 рр.), «Вивчення процесів самоочищення води ріки Прут» (державний реєстраційний номер 0113U008206, 2013-2016 рр.), «Гідроекологічний потенціал поверхневих вод Карпатського національного природного парку» (держреєстраційний № РК 0110U008204, 2010 р.), «Вивчення фізико-хімічних властивостей оліготрофних боліт та високогірних озер Карпатського НПП» (державний реєстраційний номер 0113U08215, 2013-2016 рр.); науково-прикладних тем «Забруднення території КНПП важкими металами» (Рішення НТР КНПП від 20.04.2001 р.), «Вивчення фізико-хімічного складу природних джерел на території Карпатського національного природного парку» (Рішення НТР КНПП від 29.04.2003 р., державний реєстраційний номер 0101U000743), «Дослідження динаміки показника рН атмосферних опадів та ґрунтів як індикатора антропогенного навантаження» (Рішення НТР КНПП від 29.04.2003 р.). Дисертаційні дослідження пов'язані з Держбюджетною темою Д-5-15-Ф Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу «Методологія екологічно безпечного використання відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону» (№ 0115U002280, 2015-2016 р.), з міжнародним проектом ЄС «Охорона міжнародних річкових басейнів» – розробка проекту Плану управління річковим басейном Пруту, українська частина ((EPIRB) ENPI/2011/279-666, Договір ВЕГО «МАМА-86») №05/05-14EPIRB/Ag від 05.05.2014 р.).

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є вирішення актуального науково-практичного завдання підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми з застосуванням європейських методологій щодо інтегрованого підходу до управління річковим басейном шляхом обґрунтування допустимих рівнів впливу антропогенної діяльності, розроблення системи

моніторингу, заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля.

Відповідно до поставленої мети, в роботі вирішуються завдання:

1) виконати кількісно-якісну оцінку впливів точкових і дифузних джерел забруднення природного та антропогенного походження на Прутську екосистему в межах України;

2) встановити функціональні закономірності просторового розподілу показників якості води для визначення їх фонового вмісту на природоохоронній території у верхній течії Пруту;

3) удосконалити систему моніторингових досліджень на території Карпатського національного природного парку (КНПП);

4) обґрунтувати екологічні цілі та розробити програму заходів, спрямовану на досягнення екологічно безпечного стану вод в межах Прутської екосистеми;

5) запропонувати технічні рішення для підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми.

*Об'єкт дослідження* – процес взаємодії антропогенних стресорів та екосистем річкового басейну Пруту.

*Предмет дослідження* – теоретико-методологічні та практичні засади підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми.

**Методи дослідження.** У дисертаційній роботі застосовано наступні методи: статистичний, експертних оцінок, спостереження та аналізу, вимірювання, моделювання, прогнозування; формування баз даних екологічної інформації здійснювалося в середовищі Microsoft Excel, регресійний аналіз виконано в TableCurve 2D, для картографічного моделювання використовувалися ГІС у середовищі ArcGIS.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертаційній роботі отримано нові науково обґрунтовані підходи підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми:

1. Набула подальшого розвитку методологія оцінювання навантажень на річковий басейн шляхом розрахунку індикаторів екологічного ризику, проведення фізико-хімічної оцінки якості води, узагальнення гідроморфологічних ризиків, що дозволяє розробляти та впроваджувати ефективні методи і засоби керування екологічною безпекою.

2. Вперше встановлено просторові закономірності змін параметрів якості Прутської екосистеми в межах Карпатського національного природного парку з виконанням моделей екологічної норми компонентів природних вод за довжиною ріки і за висотою місцевості, що дозволяє визначати екологічно безпечні величини впливу антропогенної діяльності.

3. Вперше науково обґрунтовано створення багаторівневого моніторингу Прутської екосистеми в межах природоохоронних територій (на прикладі Карпатського національного природного парку), що, на відміну від відомих раніше досліджень, ґрунтується на результатах комплексного оцінювання екологічного стану гідроекосистем.

4. Удосконалено метод очистки господарсько-побутових стічних вод шляхом інтенсифікації процесу аерації у фільтруючій траншеї за допомогою вітродвигуна, що підвищує ступінь очистки стічних вод.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у створенні системи інтегрованого підходу до управління екобезпекою Прутської екосистеми.

Робота знайшла практичне впровадження на національному рівні при розробленні проекту Плану управління річковим басейном Пруту в рамках міжнародного проекту ЄС «Охорона навколишнього середовища міжнародних річкових басейнів» (EPIRB) ENPI/2011/279-666 (лист від проекту EPIRB від 15 лютого 2016 р.); при розробці проектно-кошторисних документацій УкрНДІЕП (застосування додаткової аерації для біофільтрів) (Акт впровадження від 14.01.15 р.), при розробленні національного екологічного законодавства (лист ВЕГО «МАМА-86» №3 від 12.02.2016 р.) (ЗУ «Про питну воду та питне водопостачання», «Протокол про воду та здоров'я» та ін.). На території Яремчанської міської ради при впровадженні екотехнологій та участі у розробленні місцевих екологічних програм (Акт впровадження №72/07-58/24 від 23.02.2016 р.), Микуличинської сільської ради (Акт впровадження № 62-04-08 від 15.03.2016 р.), Акт впровадження Ворохтянської селищної ради; в Карпатському НПП впроваджено науково-практичні результати досліджень просторових закономірностей зміни фонових параметрів якості поверхневих вод, впровадження першого етапу програми багаторівневого моніторингу Прутської екосистеми (Акт впровадження №143 від 03.03.2016 р.). Результати дисертаційних досліджень впроваджено в навчальний процес в ІФНТУНГ (Акт впровадження № 25-44-62 від 08.01.2016 р.).

**Особистий внесок здобувача** полягає у формуванні ідеї, мети, завдань досліджень та висновків; методологічному й практичному застосуванні європейських підходів до розробки теоретичних основ інтегрованого управління Прутською екосистемою; проведенні багаторічних спостережень за фізико-хімічними показниками якості поверхневих вод в межах КНПП; встановленні просторових закономірностей зміни параметрів якості; розробці програми заходів для підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми; науковому обґрунтуванні та розробці системи моніторингових досліджень на території КНПП; удосконаленні та експериментальній апробації методу очистки господарсько-побутових стічних вод, розробці заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля.

**Апробація результатів дисертації.** Дослідження, що представлені в дисертаційній роботі, обговорювалися та були схвалені на спільній нараді Міжнародної Комісії захисту річки Дунай – ICPDR та Проекту EPIRB (Молдова, Україна), 11 грудня 2014 р., Відень (Австрія); другій Міжнародній науково-практичній конференції «Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень», с. Сергії, Путильський р-н, 24-25 квітня, 2015 р.; Міжнародному круглому столі «Формування майбутнього басейну ріки Прут», 5 травня 2015 р., м. Кишинів, Молдова; Міжнародному круглому столі «Формування майбутнього басейну ріки Прут», 26 травня 2015 р., м. Яремче, Івано-Франківська обл.; Міжнародному форумі «Екологічна безпека та енергоефективність», 25-26 червня, 2015 р., м. Яремче; Міжнародній Робочій нараді з представниками країн басейну р. Прут (Україна, Молдова, Румунія) та Міжнародної Комісії захисту річки Дунай – ICPDR, 26 листопада 2015 р., м. Кишинів; Шостій Всеукраїнській науковій конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідохімії, гідроекології» (м. Дніпропетровськ, 20-22 травня 2014 р.); робочій нараді щодо концепції створення Басейнової Ради р. Прут, 29 жовтня 2015 р., м. Яремче; XIII Міжнародному водному форумі AQUA UKRAINE – 2015, конференції «Вода і

довкілля», 10 листопада 2015 р., м. Київ; Міжнародній науково-практичній конференції "Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки" (м. Харків, 4 грудня 2015 р.) та інших міжнародних й всеукраїнських конференціях.

**Публікації.** Результати дисертаційного дослідження опубліковано в 25 наукових працях, зокрема у: 2 монографіях, 2 статтях у науково-метричних виданнях, 1 патенті, 7 статтях у фахових виданнях, 13 матеріалах конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, чотирнадцяти додатків. Загальний обсяг роботи – 219 сторінок, в тому числі 52 рисунків, 35 таблиць (з них 24 – на окремих аркушах), список використаних джерел – 215 найменувань, додатки – на 31 сторінці.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету, об'єкт, предмет та задачі дослідження, методи дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, а також особистий внесок автора.

У першому розділі проаналізовано передумови підвищення рівня екологічної безпеки річкових екосистем, найменшою структурною одиницею яких є річковий басейн, шляхом запровадження інтегрованих підходів до управління водними екосистемами. В Україні не підтримується екологічна стабільність річкових екосистем, тобто, такий їх стан, при якому, відповідно до національного законодавства, забезпечується попередження виникнення ризиків для здоров'я людей та інших живих організмів. Аналіз літературних джерел вказує на те, що цілісної моделі екологічного менеджменту басейну Пруту не існує.

Питаннями екологічного менеджменту природних екосистем займалися Адаменко Я. О. (оцінка впливу на навколишнє середовище інфраструктурних проектів), Архипова Л. М. (гідроекологічний потенціал водних ресурсів Карпат), Приходько М. М. (старший), (наукові основи басейнового управління природними ресурсами на прикладі р. Гнила Липа), Цветкова А. М. (розробка проекту плану управління басейну ріки Дніпро), Закорчевна Н. Б. (концептуально-методологічні підходи до формування та організації державної системи управління водними ресурсами в Україні), Сташук В. А. (наукові засади управління водогосподарсько-меліоративним комплексом України), Демиденко А. В. (екологічні ризики для водних ресурсів), Соловей Т. В. (оцінка впливу гідрологічних чинників на якість води річок басейну верхнього Пруту в маловодний період року), Birgit Vogel (спрощені керівництва з впровадження ВРД ЄС), Paul Buijs і Peter Roncak (стратегія моніторингу поверхневих вод у відповідності до вимог ВРД ЄС) та ін.

Автором запропоновано схему структурних компонентів управління Прутською екосистемою та взаємозв'язків між ними, принциповою основою якої є ГУВР, що включає виділення гідрографічних одиниць району, створення та впровадження плану управління річковим басейном, визначення відповідних органів з моніторингу впровадження заходів та прийняття рішень (рис. 1).

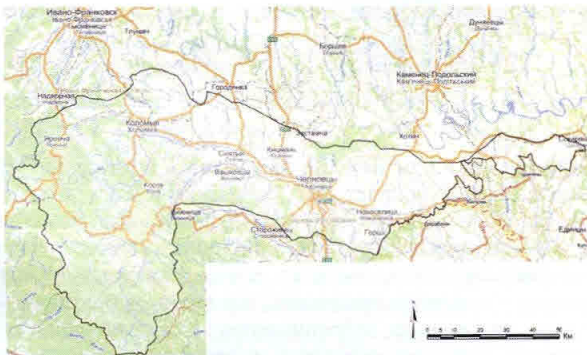
Однією із головних наукових проблем є дослідження змін річкових екосистем під впливом природних та антропогенних чинників, а також встановлення закономірностей їх розвитку на основі програми моніторингових спостережень;

встановлення екологічних цілей і технічних заходів їх реалізації на основі причинно-наслідкового аналізу кількісного і якісного стану поверхневих і підземних водних ресурсів річкового басейну для підвищення рівня їх екологічної безпеки. Саме ці наукові задачі визначили постановку завдань наших дисертаційних досліджень.



**Рис. 1. Схема структурних елементів інтегрованого управління Прутською екосистемою**

У другому розділі теоретично обґрунтовано та практично оцінено основні фактори навантажень та впливів на Прутську екосистему (рис. 2) із застосуванням європейської методології DPSIR (рушійні сили – навантаження – стан – вплив – заходи реагування) (рис. 3).



**Рис. 2. Басейн Пруту в межах України**

Для оцінювання екологічного стану Пруту, створення системи моніторингу та розроблення програми заходів використано методу Водної Рамкової Директиви ЄС (ВРД), що передбачає виділення дискретних ділянок, так званих “водних тіл” (ВТ) (“water bodies”), які є однорідними суб-одиницями річкового басейну. Раніше в басейні Пруту, в т.ч. за участю автора, було виділено 122 річкових ВТ (РВТ)

загальною довжиною 151410 км. Основна екологічна ціль полягає у досягненні доброго екологічного стану кожного ВТ зокрема та цілісної Пруцької екосистеми загалом, тобто забезпечення стабільності її структурних характеристик, сталого функціонування та відтворення основних компонентів.



Рис. 3. Алгоритм застосування методики DPSIR (відходи)

Застосовуючи методику DPSIR, виділено 12 основних факторів впливу на басейн р. Прут, виконано їх кількісно-якісну характеристику (рис. 4).

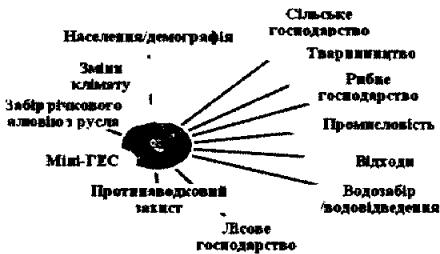


Рис. 4. Основні фактори антропогенно-природного впливу на Пруцьку екосистему

У третьому розділі вперше на основі офіційної статистичної інформації практично обґрунтовано основні фактори навантажень та впливів на Пруцьку екосистему шляхом розрахунків індикаторів екологічного ризику від стічних вод, сільського господарства і тваринництва. Очисні споруди є значними точковими джерелами широкого спектру забруднення, що включає органічне, біогенне (азотні та фосфорні сполуки) та ін. види забруднювачів. Кількісно оцінено навантаження від неочищених стічних вод, яке пов'язане з емісією у довкілля органічних сполук (біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), хімічного споживання кисню (ХСК) та біогенів (групи нітрогену (N<sub>заг</sub>) та фосфору (P<sub>заг</sub>)), з урахуванням того, що одна людина продукує забруднювачі в наступному еквіваленті: БСК<sub>5</sub> = 60 г/добу; ХСК = 110 г/добу; N<sub>заг</sub> = 8,8 г/добу; P<sub>заг</sub> = 2,5 г/добу. Отримані результати свідчать про те, що дифузні джерела забруднення є визначальними для Пруцької екосистеми. Саме неканалізована сільська місцевість є причиною емісії значних об'ємів забруднюючих речовин у річкові



водні тіла (рис. 5). Загальна емісія біогенів та органічних сполук у річковий басейн Пруту представлена на рис. 6.

Індикатори екологічного ризику для Прутської екосистеми визначались наступним чином:

*Індикатор I – неочищені стічні води:* В дисертаційній роботі були розраховані навантаження в залежності від мінімального річного стоку річкового водного тіла, яке приймає скид, для оцінки ризику недосягнення екологічних цілей ВРД.

Обрахунок проводили за формулою:

$$(D_{ww} = (L * (1 - \eta)) / Q_{min}) \quad (1)$$

де  $L = EH$  – число жителів, приєднаних до центральної каналізації;

$\eta$  – ступінь очистки стічних вод;

$Q_{min}$  – мінімальна витрата води,  $m^3/c$ ,  $m^3 \times 1000 = л/с$ .

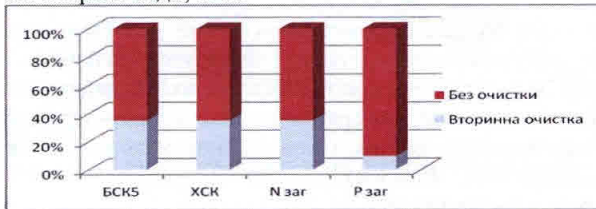
Оцінки ризику проводили відповідно до шкали, запропонованої ВРД ЄС. Прут в м. Коломия та м. Чернівці (нижче скидів стічних вод) є «під ризиком».

*Індикатор II – загальна частка стічних вод у річці.* Показник був розрахований для 52 підприємств – забруднювачів, розташованих у басейні Пруту, за формулою:

$$S_{ww} = \sum Q_{ww} / MQ_r \quad (2)$$

де  $Q_{ww}$  – загальна сума скидів стічних вод,  $m^3/c$ ;

$MQ_r$  – середньорічна витрата води,  $m^3/c$ .



**Рис. 5. Співвідношення емісії забруднювачів від каналізованої та неканалізованої частин м. Яремче**

На основі отриманої оцінки зроблено висновок про те, що вони не мають незворотнього впливу на якість води в річковому басейні.

*Індикатор дифузного забруднення III від сільського господарства ( $S_{agri}$ )* розраховували за формулою:

$$S_{agri} = A_{agri} / A_{wb} \quad (3)$$

де  $A_{agri}$  – площа с/г угідь у водозборі,  $км^2$ ;  $A_{wb}$  – площа водозбору,  $км^2$ .

За результатами оцінки водні об'єкти в Кіцманському, Хотинському, Коломийському та Снятинському районах – під можливим ризиком.

Індикатор дифузного навантаження IV від тваринництва ( $I_{hus}$ ) розраховували за формулою:

$$I_{hus} = Ue / A_{wb} \quad (4)$$

де  $Ue$  – сумарний середньоарифметичний показник для кожного виду тварин (велика рогата худоба, кози, свині, птиці, коні, вівці), помножений на кількість особин:

$$Ue = (Ue_{срх} + Ue_{свівці} + Ue_{свині} + Ue_{птиця} + Ue_{коні} + Ue_{кози}) / 6 \quad (5)$$

За результатами розрахунку індикатора водні тіла в Герцаївському районі знаходяться під можливим ризиком.

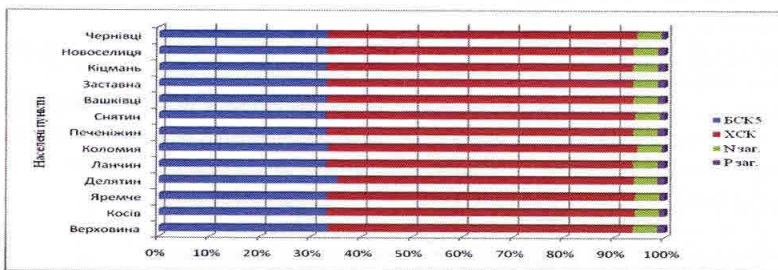


Рис. 6. Вміст органічної та біогенної частки в стічних водах басейну р. Прут (%)

Вперше для річкових водних тіл (РВТ) басейну Пруту узагальнено гідроморфологічні ризики (ГМ) (критерії: морфологічні зміни, зарегульованість русла, переривання течії) та зроблено фізико-хімічну оцінку (ФХ) (критерії:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{P}_{\text{заг}}$ ,  $\text{БСК}_5$ ,  $\text{ХСК}$ ) (рис. 7). Аналіз проводили на основі даних моніторингу, осереднених за три роки, наданих Центральною геофізичною обсерваторією Гідрометслужби України та Дністровсько-Прутським басейновим управлінням. Загальна довжина РВТ, що забруднені біогенами, становить 231 км, під органічним забрудненням – 208 км. Під гідроморфологічними ризиками перебуває понад 511 км ВТ через зарегульованість русел, видобуток річкового алювію та малу гідроенергетику. За результатами оцінювання ризиків складено попередній перелік з 13 референційних водних тіл, що практично відповідають природним умовам, або є максимально наближеними до них, і можуть бути використані як еталонні ділянки для оцінки інших РВТ. Більшість з них знаходиться в межах національних природних парків в басейні Пруту.

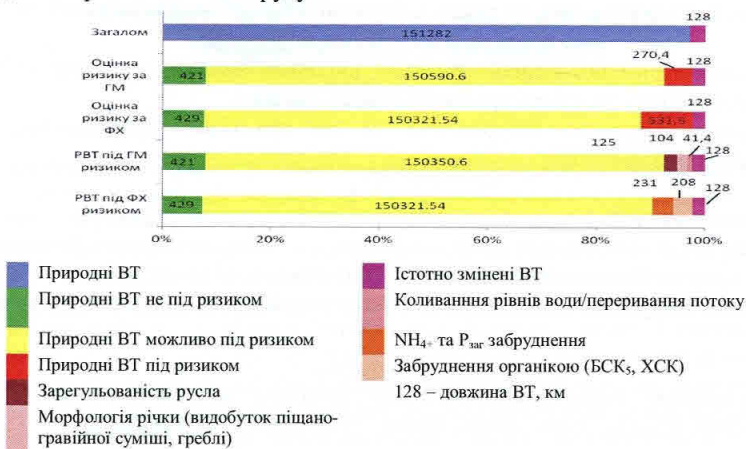


Рис.7. Узагальнені результати оцінки екологічних ризиків Прутської екосистеми

У розділі 4 вперше встановлені функціональні закономірності просторового розподілу показників якості води для визначення їх фонових величин на природоохоронній території КНПП Прутської екосистеми за результатами багаторічних спостережень на території парку з 2001 по 2015 рр. за 21 параметром у восьми контрольних створах. Автором проведено аналіз самостійно сформованої бази даних досліджень як за окремими показниками якості Прутської екосистеми, так і за допомогою комплексних показників якості води – Індексу забрудненості води (ІЗВ) та Екологічної оцінки якості води. Остання включає три групи спеціалізованих класифікацій (за критеріями сольового складу, трофо-сапробіологічними критеріями, критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії). Аналіз проведено для чотирьох контрольних створів (Яремче, Коломия, Неполоківці, Чернівці), з використанням результатів досліджень Івано-Франківського обласного управління водних ресурсів, на основі узагальнення двох типів даних – усереднені річні та найгірші результати. Найгіршою є якість води в межах м. Коломия (рис. 8).

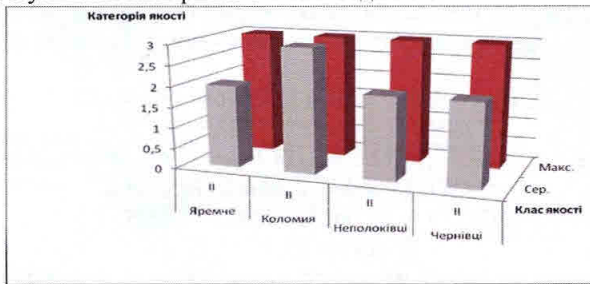


Рис. 8. Усереднена екологічна оцінка якості води в р. Прут (м. Яремче – м. Чернівці)

У дисертаційній роботі вперше доведена залежність зміни середньобагаторічного індексу забрудненості води в Прутській екосистемі в межах КНПП від висоти над рівнем моря, яка виражається значимим рівнянням регресії:

$$ІЗВ = 0,15 + 3607,15/H^{1,5}, \quad (6)$$

де  $H$  – абсолютна висота місцевості над рівнем моря, м (рис. 9).

Вперше отримано функціональну залежність зміни ІЗВ Прутської екосистеми за довжиною водотоку від витoku в межах КНПП, яка описується наступним значимим рівнянням регресії:

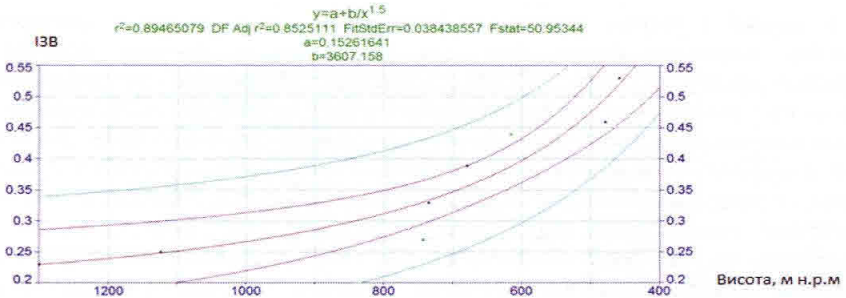
$$ІЗВ = 0,2298 + 0,0011 \cdot L \cdot \ln L, \quad (7)$$

де  $L$  – довжина водотоку від витoku до контрольного створу, км.

Для території КНПП гранично допустиме навантаження на Прутську екосистему може бути таким, при якому ІЗВ не перевищує фонового значення (середньобагаторічної норми, розрахованої за встановленими автором залежностями).

Крім того, в дисертаційній роботі автором отримано функціональні залежності просторових змін окремих показників якості Прутської екосистеми. На рис. 10 наведено отриману залежність для розчиненого кисню.





**Рис. 9. Функціональна залежність зміни Індексу забруднення води Прутської екосистеми за висотою місцевості в межах КНПП**

Вперше отримано моделі для оцінки норми фонових значень показників якості води в створах, де не проводяться спостереження, що представлені наступними функціями:

$$C(O_2) = 9,315 + 3,078 \cdot L - 0,00064 / \ln L - 9,43 / L^{1,5} \quad (8)$$

$$C(NH_4) = -0,0435 + 55667,84 / H^2 \quad (9)$$

$$C(BCK_5) = (1,935 - 9,915 \cdot H^2 + 1,484 \cdot H^3) / (1 - 5,381 \cdot H^2 + 8,048 \cdot H^3) \quad (10)$$

$$C(NO_3^-) = 0,53 + 0,83 \cdot \ln L + 12,4 \cdot \ln L / L^2 \quad (11)$$

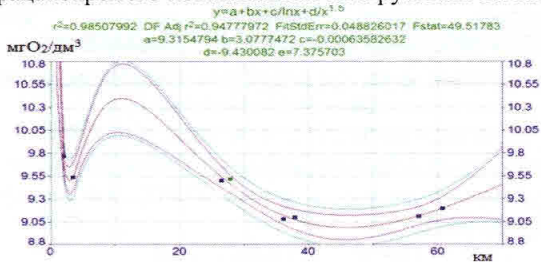
$$C(SO_4^{2-}) = 20,796 + 204780,79 \cdot \ln H / H^2 \quad (12)$$

$$C^2(CI) = 89,37 + 0,015L^2 \quad (13)$$

де  $H$  – абсолютна висота місцевості в досліджуваному створі, м;

$L$  – довжина до досліджуваного створу від витoku водотоку, км;

$C$  – концентрація окремого показника якості Прутської екосистеми.

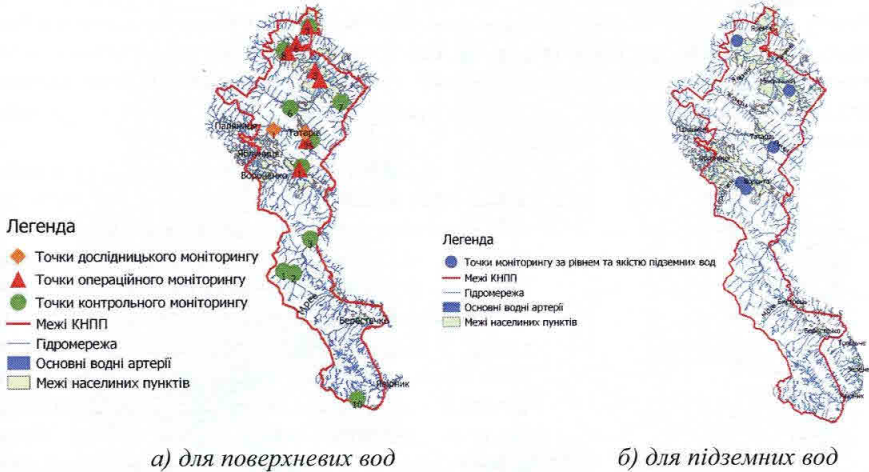


**Рис. 10. Функціональна модель зміни розчиненого кисню у водотоках Прутської екосистеми за відстанню від витoku**

Доведено, що середньобагаторічна якість води верхів'я р. Прут в межах КНПП відповідає категорії «дуже чиста» та «чиста». Отримані залежності дають можливість нормувати рівень антропогенного навантаження на водні об'єкти не тільки в межах основної течії р. Прут, а й всіх його приток. В КНПП впроваджено науково-практичні результати досліджень просторових закономірностей зміни фонових параметрів якості поверхневих вод (Акт впровадження №143 від 03.03.2016 р.) для визначення гранично допустимих навантажень на водну екосистему. Вміст показників екологічного стану не повинен перевищувати (для розчиненого кисню не

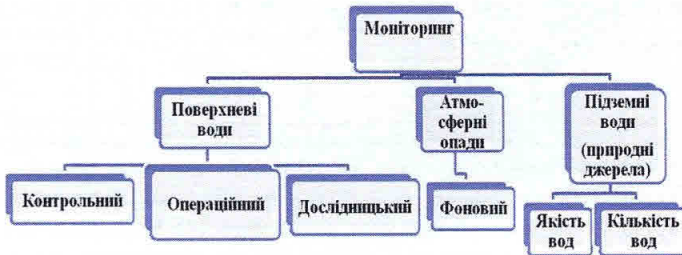
зменшуватись нижче) розрахованих за наведеними функціональними залежностями концентрацій, що дозволяє науково обґрунтувати екологічно безпечні величини впливу антропогенної діяльності.

У розділі 5 вперше науково обґрунтовано створення системи багаторівневого моніторингу Прутської екосистеми для природоохоронних територій на прикладі КНПП з урахуванням рекомендацій ВРД ЄС, на відміну від відомих раніше досліджень, що ґрунтуються на рівнях забруднення і виснаження гідроекосистем. Пропонована мережа моніторингу Прутської екосистеми в межах КНПП представлена на рис. 11.



**Рис. 11. Пропонована мережа багаторівневого моніторингу Прутської екосистеми в межах КНПП**

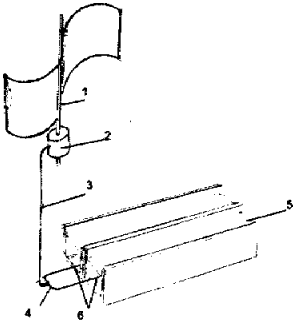
Багаторівневий моніторинг водних екосистем природоохоронних територій включає чотири рівні: для референційних умов – контрольний, для водних тіл під ризиком – операційний, для вивчення ступеню невідомого антропогенного впливу – дослідницький, для моніторингу атмосферних опадів – фоновий, для підземних вод – кількісно-якісний склад природних джерел (рис. 12).



**Рис. 12. Пропонована система багаторівневого моніторингу водних екосистем природоохоронних територій**

Програма спостережень передбачає два етапи. Перший – щомісячний відбір проб протягом шести років для остаточного встановлення екологічного статусу водних тіл, другий – встановлена періодичність відбору проб з урахуванням екологічного статусу. Моніторинг включає фізико-хімічні, гідробіологічні та гідроморфологічні параметри якості, а також пріоритетні забруднювачі.

Автором дисертаційної роботи удосконалено метод очистки господарсько-побутових стічних вод шляхом інтенсифікації процесу аерації у фільтруючій траншеї за допомогою вітродвигуна в селі Микуличин Ярчанської міської ради. Спосіб здійснюють наступним чином: стічні води, попередньо очищені у відстійниках-септиках, надходять порціями в зону підземного краплинного біофільтру – у фільтруючу траншею 5. Одночасно, за рахунок роботи вітродвигуна приводиться в дію компресор 2, потік повітря від якого по трубці 3 подається через розподільник 4 до фільтруючої траншеї 5 аераційними трубками 6 (рис. 13). Проведено дослідження ефективності впливу додаткової аерації на процес очищення стічних вод з рівнем забруднення по БСК<sub>5</sub> вище 1000 мг/дм<sup>3</sup>.



**Рис. 13. Схема методу удосконалення очистки господарсько-побутових стічних вод**

У дослідах без аерації було досягнуто зменшення концентрації забруднень до 60% по БСК<sub>5</sub> при часі контакту води з біоценозом товщі щелебню – 0,2 м<sup>3</sup> за добу. При дослідах з аерацією така ж ефективність очищення забезпечується при навантаженні 2,35 м<sup>3</sup> стоків за добу (табл. 1). Отже, ефективність очищення звичайних щелебневих фільтрів нижча в порівнянні з блоками, які мають аерацію. Запропонована система очистки стічних вод може бути використана для індивідуальних домогосподарств (одного або декількох будинків), міні-готелів, котеджів, баз відпочинку, шкіл у сільській місцевості тощо. Саме такі системи є найбільш прийнятними з економічної та екологічної точок зору в межах природоохоронних територій.

**Таблиця 1**

**Ефективність очищення стічної води по БСК<sub>5</sub> з аерацією та без аерації**

| Характер досліджу | Середнє значення БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> |       | Ефективність очищення, % |
|-------------------|---|-------|--------------------------|
|                   | Вхід  | Вихід |                          |
| 1 (з аерацією)    | 1070  | 12    | 98                       |
| 2 (без аерації)   | 1573  | 619   | 60                       |

Підсумком дисертаційних досліджень стало обґрунтування екологічних цілей на основі отриманих екологічних ризиків та розробки програми заходів, включаючи технічні рішення, задля підвищення рівня екологічної безпеки Пруцької екосистеми та підтримки окремих сталих природних комплексів (рис. 14). Впровадження цих заходів є необхідною умовою для безпечного навколишнього середовища людини та інших живих організмів, для цілісного функціонування біотичних та абіотичних компонент річкового басейну.

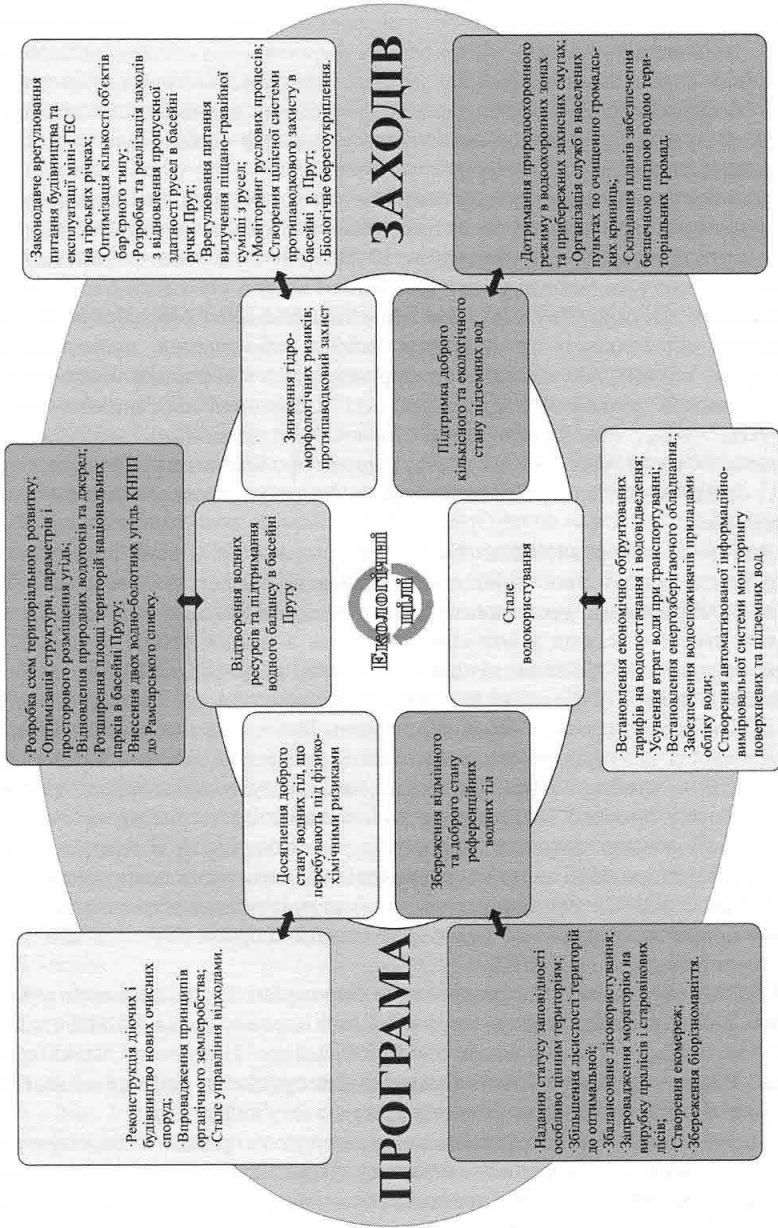


Рис. 14. Екологічні цілі та програма заходів їх технічної реалізації для підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми

## ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми з застосуванням європейських методологій щодо інтегрованого підходу до управління річковим басейном шляхом обґрунтування допустимих рівнів впливу антропогенної діяльності, розроблення системи моніторингу, заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля, зокрема:

1. Виконано кількісно-якісну оцінку навантаження та впливів різних чинників/факторів (природного та антропогенного походження) на басейн р. Прут шляхом адаптації європейських методологій. Вперше визначено референційні водні тіла в басейні Пруту як вихідні умови для оцінки всього річкового басейну. Вперше для української частини Прутської екосистеми проведено розрахунок індикаторів навантаження від точкових та дифузних джерел забруднення, проведено фізико-хімічну оцінку водних тіл, узагальнено гідроморфологічні ризики. Встановлено, що загальна довжина річкових водних тіл, які забруднені біогенними сполуками (іонами  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), становить 231 км; під органічним забрудненням (за показниками БСК<sub>5</sub> та ХСК) – 208 км. Під гідроморфологічними ризиками перебуває понад 511 км ВТ через зарегульованість русел, видобуток річкового алювію та малу гідроенергетику.

2. Автором створена база даних результатів 15-річних моніторингових досліджень, на основі якої здійснені комплексні оцінки якості води. Вперше проведено та узагальнено дослідження фізико-хімічного складу води в р. Прут за 21 показником якості у восьми контрольних створах в межах КНПП за період 2001 – 2015 рр.; проведено комплексні оцінки якості води в р. Прут за Індексом забрудненості води (ІЗВ), Екологічною оцінкою якості води; встановлено функціональні закономірності зміни якості води Прутської екосистеми залежно від висоти місцевості та за довжиною ріки, а також регресійні залежності просторового розподілу ІЗВ в межах КНПП. Доведено, що середньобаторічна якість води верхів'я р. Прут в межах КНПП відповідає категорії «дуже чиста» та «чиста». Для можливості визначення фонових величин параметрів якості в будь-якому створі встановлено функціональні залежності екологічної норми для семи показників води р. Прут в межах КНПП. Запропоновані математичні моделі дозволяють визначати екологічно прийнятні ризики впливу антропогенної діяльності. Результати наукових досліджень впроваджено в КНПП.

3. Науково обґрунтовано та розроблено багаторівневу систему моніторингових досліджень для природоохоронних територій, що впроваджена в КНПП і може бути прийнята за основу для моніторингу суб-басейнів Пруту та інших річкових екосистем. Результати впроваджені у навчальний процес на кафедрі екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

4. Запропоновано та обґрунтовано стратегії напрямки і технічні рішення підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми. Зокрема, удосконалено метод очистки господарсько-побутових стічних вод шляхом інтенсифікації процесу аерації у фільтруючій траншеї за допомогою вітродвигуна. Авторські технічні рішення включено до «Програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної



безпеки на території Яремчанської міської ради на період 2012 -2015 років»; до «Програми забезпечення населення м. Яремче та с. Ворохта якісною питною водою в достатній кількості на 2006-2020 р.» від 22.12.2005 року № 345-4/2005.

5. Визначено науково обгрунтовані екологічні цілі та запропоновано програму заходів, спрямовану на досягнення доброго екологічного стану в українській частині Пруцької екосистеми, які впроваджені на національному рівні. За участю автора створено проект Плану управління річковим басейном Пруту (українська частина) в рамках міжнародного проекту «Охорона навколишнього середовища міжнародних річкових басейнів» (EPIRB) ENPI/2011/279-666. Результати досліджень автора враховано у національному екологічному законодавстві.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Монографії

1. Карпатський національний природний парк: [монографія] / О.І. Киселюк, М.М. Приходько, А.І. Яворський [та ін.], **М.В. Корчемлюк**. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. – С. 239-247; С. 275-283. *Особистий внесок – огляд законодавчої бази, методологічних підходів до моніторингу вод, особисті результати фізико-хімічних досліджень поверхневих вод, атмосферних опадів, підземних вод.*

2. Фоновий моніторинг навколишнього природного середовища: [монографія] / М.М. Приходько, Я.О. Адаменко [та ін.], **М.В. Корчемлюк**; за ред. М.М. Приходька. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2010. – С. 88-127. *Особистий внесок – представлення особистих досліджень в КНПП, огляд методик визначення параметрів якості вод.*

### Патенти

3. Пат. №105568, Україна. Спосіб очищення господарсько-побутових стічних вод / **Корчемлюк М.В.**, Архипова Л.М.; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. - заявл. 28.09.2015 р., опубл. 25.03.2016 р., Бюл. №6. *Особистий внесок – ідея додаткової аерації очисної споруди.*

### Статті у виданнях з наукометричних баз

4. **Korchemlyuk M.** Estimation of key pressures on Prut river basin in Ukraine / **M. Korchemlyuk**, L. Arkhypova // Екологічна безпека: вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – 2015. – 1, (19). – С. 41-45 (*фахове видання, наукометричні бази Index Copernicus, Open Academic Journals index, Ulrich's periodicals directory*). *Особистий внесок – опис ключових навантажень на річковий басейн.*

5. **Korchemlyuk M.** Development of monitoring program for the Prut River basin for the Carpathian National Nature Park / **M. Korchemlyuk**, L. Arkhypova // Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare (Series D), Mining, Mineral Processing, Non-ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering. – 2015. – Volume XXIX. – No 1. – P. 71-75 (*наукометрична база Indexed ProQuest, EBSCO*). *Особистий внесок – польові дослідження та вибір точок спостережень.*

### Статті у фахових виданнях

6. **Корчемлюк М.В.** Гідролого-гідрохімічна характеристика верхньої частини Пруту / **М.В. Корчемлюк** // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. – Т. 6. – С. 252-259.

7. **Корчемлюк М.В.** Умови формування гідрохімічного режиму ріки Прут в різні гідрологічні сезони / **М.В. Корчемлюк** // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7. – С. 235-240.

8. **Корчемлюк М.В.** Екологічна оцінка якості води у верхній течії Прута за блоком сольового складу та індексом забрудненості води / **М.В. Корчемлюк** // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 9. – С. 142-148.

9. Архипова Л.М. Гідроекологічний потенціал поверхневих вод Карпатського національного природного парку / Л. М. Архипова, **М. В. Корчемлюк** // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України. – 2011. – Вип. 21.3. – С. 74-79. *Особистий внесок – створена багаторічна моніторингова база даних.*

10. Архипова Л.М. Закономірності просторових змін якості поверхневих вод Карпатського національного природного парку [Електронний ресурс] / Л.М. Архипова, **М.В. Корчемлюк** // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – 2 (24). Режим доступу: [http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_2/11alm.pdf/](http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11alm.pdf/) *Особистий внесок – опрацювання результатів особистих лабораторних досліджень якості вод.*

11. **Корчемлюк М.В.** Екологічна оцінка навантажень і впливів в українській частині басейну р. Прут / **М.В. Корчемлюк**, М.М. Приходько, Л.М. Архипова // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2014. – Спецвип.: 50 років проф. Я.О. Адаменку. – С. 67-75. – *Особистий внесок – опис навантажень на річковий басейн.*

12. **Корчемлюк М.В.** Дослідження зміни клімату та його наслідків українській частині басейну р. Прут / **М.В. Корчемлюк**, М.М. Приходько, Л.М. Архипова // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2016. – №1 (13). – С.120-129. *Особистий внесок – аналіз наслідків змін клімату для Прутської екосистеми.*

#### Тези конференцій

13. **Корчемлюк Марта.** Інтегроване управління водними ресурсами та моніторинг поверхневих вод на природно-заповідних територіях на прикладі Карпатського національного природного парку / **Марта Корчемлюк** // «Збереження природно-заповідного фонду України»: 36. тренінгових матеріалів щодо збереження природно-заповідного фонду України [Відп. ред. Корчемлюк М.В.]. – Яремче, 2006. – С. 79-88.

14. **Корчемлюк М.В.** Моніторинг якості води в р. Прут на території Карпатського національного природного парку як складова державної програми моніторингу довкілля / **М.В. Корчемлюк** // «Розвиток заповідної справи в Україні і формування пан'європейської екологічної мережі»: 36. Матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. (Рахів, 11-13 листопада 2008 р.); [Відп. ред. Ф.Д. Гамор]. – Рахів, 2008. – С. 239-243.

15. **Корчемлюк М.В.** Комплексні оцінки якості води верхів'я ріки Прут / **М.В. Корчемлюк** // «Природні комплекси й екосистеми верхів'я ріки Прут: функціонування, моніторинг, охорона»: 36. матеріалів наук.-практ. регіональної конф., присвяченої 30-річчю навчальної і наукової діяльності Чорногірського географічного стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка (Львів-Ворохта, 15-17 травня 2009 р). – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. – С. 254-255.

16. **Корчемлюк М.В.** Оцінка гідроекологічного стану ріки Прут в верхів'ї течії / **М.В. Корчемлюк** // «Природно-заповідні території: функціонування, моніторинг, охорона»: Зб. Матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 30-річчю з дня створення Карпатського національного природного парку (Яремче, 25 листопада 2010 р.); [Відп. ред. О.І. Киселюк]. – Яремче, 2010. – С. 67-69.

17. **Корчемлюк М.В.** Моделювання якісних показників поверхневих вод Карпатського національного природного парку / Л. М. Архипова, **М.В. Корчемлюк** // Зб. тез доповідей наук.-практ. конф., приуроченої 100-річчю дня народження Юрія Юркевича (Надвірна, 3-4 березня 2011 р.). – К.: НТУ, 2011. – С. 53-54. *Особистий внесок – узагальнення даних багаторічних моніторингових спостережень.*

18. **Korchemlyuk M.** Natural-man-caused safety of the Prut River ecosystems within the Carpathian National Nature Park / **M. Korchemlyuk, L. Arkhipova** // «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»: Зб. матеріалів I-ої міжнар. наук.-практ. конф. (Івано-Франківськ, 20-22 вересня 2012 р.). – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. – С. 14-15. *Особистий внесок – характеристика факторів впливу на річковий басейн Пруту.*

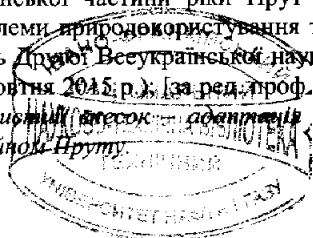
19. **Корчемлюк М.В.** Роль біогенних сполук у формуванні якості води / **М.В. Корчемлюк, Б.Б. Савчук, Н.І. Чіх** // «Розвиток наукових досліджень, 2013»: Зб. Матеріалів дев'ятої міжнар. наук.-практ. конф (Полтава, 25-27 листопада 2013 р.). – Полтава: «ІнтерГрафіка», 2013. – Т. 6. – С. 45-48. *Особистий внесок – багаторічні польові та лабораторні спостереження, аналіз даних.*

20. **Корчемлюк М.В.** Удосконалення системи моніторингу басейну верхнього Пруту / **М.В. Корчемлюк, Б.Б. Савчук, Х.Б. Стефанюк, Н.І. Чіх** // «Екологічні проблеми природокористування та охорона навколишнього середовища»: Зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф. (Рівне, 7-9 листопада 2013 р.); [за ред. проф. Д. В. Лико та ін.]. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. – 2013. – С. 228-231. *Автору належить розробка методології удосконалення системи моніторингу.*

21. **Корчемлюк М.В.** Інтегральні оцінки якості води верхів'я річки Прут / **М.В. Корчемлюк, Б.Б. Савчук, Х.Б. Стефанюк** // «Цілі збалансованого розвитку для України»: Зб. матеріалів Міжнар. конф. (Київ, 18-19 червня 2013 р.). – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2013. – С.67-71. *Особистий внесок – створена багаторічна моніторингова дослідницька база даних, розрахунок інтегральних показників.*

22. **Корчемлюк М.В.** Динаміка і прогнозування органічної складової верхнього Прут // **М.В. Корчемлюк, Л.М. Архипова, Б.Б. Савчук** / “Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології”: Зб. матеріалів Шостої Всеукраїнської наук. конф. з міжнародною участю (Дніпропетровськ, 23-25 вересня 2014 р.). - Дніпропетровськ, 2014 – С. 150-153. *Особистий внесок – багаторічні моніторингові спостереження, створення та аналіз бази даних.*

23. **Корчемлюк М.В.** Ключові елементи плану управління річковим басейном української частини ріки Прут / **М.В. Корчемлюк, Б.Б. Савчук** // «Екологічні проблеми природокористування та охорона навколишнього середовища»: Зб. наук. праць Другої Всеукраїнської наук.-практ. конф. за міжнародною участю (Рівне, 21-23 жовтня 2015 р.); [за ред. проф. Д.В. Лико та ін.]. – Рівне: РДГУ, 2015 – С. 99-100. *Особистий внесок – адаптація європейської методології до управління річковим басейном Пруту.*



24. **Корчемлюк М.В.** Значення гідробіологічного моніторингу на природоохоронних територіях в басейні ріки Прут / **М.В. Корчемлюк, Б.Б. Савчук, Н.І. Чіх, В.Я. Слободян** // «Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень»: Зб. матеріалів Другої Міжнародної наук.-практ. конф. (Путила, 24-25 квітня 2015 р). – Чернівці: «Друк Арт», 2015. – С. 127-130. *Особистий внесок – аналіз попередніх та сучасних гідробіологічних досліджень в басейні Пруту.*

25. **Korchemlyuk M.** Monitoring program in Prut River basin / **M. Korchemlyuk, L. Arkhyrova** // "Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки": Зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф (Харків, 4 грудня 2015 р). – Харків, 2015. – С.233-234. *Особистий внесок – участь у розробці моніторингової програми в басейні Пруту.*

## АНОТАЦІЯ

**Корчемлюк М.В.** Підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, Івано-Франківськ, 2016.

У дисертаційному дослідженні вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми з застосуванням європейських методологій, зокрема Водної Рамкової Директиви ЄС, щодо інтегрованого підходу до управління річковим басейном шляхом обґрунтування допустимих рівнів впливу антропогенної діяльності, розроблення системи моніторингу, заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля.

Набуло подальшого розвитку теоретичне обґрунтування основних факторів навантажень та впливів на Прутську екосистему шляхом оцінювання індикаторів екологічного ризику, проведення фізико-хімічної оцінки якості води, узагальнення гідроморфологічних ризиків. Встановлено просторові закономірності змін параметрів якості Прутської екосистеми в межах Карпатського національного природного парку шляхом побудови моделей екологічної норми компонентів природних вод за довжиною ріки і за висотою місцевості, що дозволяє науково обґрунтувати екологічно безпечні величини впливу антропогенної діяльності.

Науково обґрунтовано створення багаторівневого моніторингу Прутської екосистеми в межах природоохоронних територій на прикладі Карпатського національного природного парку з застосуванням європейських методологій. Удосконалено метод очистки господарсько-побутових стічних вод шляхом інтенсифікації процесу аерації у фільтруючій траншеї за допомогою вітродвигуна. Визначено екологічні цілі для басейну р. Прут та запропоновано технічні рішення для підвищення рівня екологічної безпеки водної екосистеми. Основні положення дисертаційної роботи успішно апробовані та впроваджені.

**Ключові слова:** екологічна безпека, Прутська екосистема, індикатори навантаження, просторові закономірності, багаторівневий моніторинг, екологічні цілі, програма заходів.

## АННОТАЦИЯ

### **Корчемлюк М.В. Повышение уровня экологической безопасности Прутской экосистемы. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа Министерства образования и науки Украины, Ивано-Франковск, 2016.

В диссертационном исследовании решена актуальная научно-прикладная задача повышения уровня экологической безопасности Прутской экосистемы с применением европейских методологий, в частности Водной Рамочной Директивы ЕС, по интегрированному подходу к управлению речным бассейном путем обоснования приемлемых уровней риска воздействия антропогенной деятельности, разработки системы мониторинга, мероприятий стабилизации и улучшения состояния окружающей среды.

Получило дальнейшее развитие теоретическое обоснование основных факторов нагрузок и воздействий на Прутскую экосистему путем оценки индикаторов экологического риска, проведения физико-химической оценки качества воды, обобщения гидроморфологических рисков. Установлены пространственные закономерности изменений параметров качества Прутской экосистемы в пределах Карпатского национального природного парка путем построения моделей экологической нормы компонентов природных вод в зависимости от высоты местности и длины реки от истока, что позволяет научно обосновать экологически безопасные величины влияния антропогенной деятельности на речной бассейн.

Определены экологические цели для Прутской экосистемы: восстановление водных ресурсов и поддержание водного баланса; сохранение отличного и хорошего состояния референтных (эталонных) водных тел; достижение хорошего состояния водных тел, находящихся под риском загрязнения от точечных и диффузных источников; снижение гидроморфологических рисков; снижение риска затопления; поддержка хорошего количественного и качественного состояния подземных вод; устойчивое водопользование. Предложено программу мероприятий, направленную на достижение хорошего экологического состояния вод в пределах речного бассейна Прута.

Обобщены результаты мониторинговых исследований Карпатского национального природного парка (КНПП) за период 2001-2015 гг. Рассчитаны комплексные индикаторы качества воды: Индекс загрязнения воды и Экологическая оценка качества воды. Применен метод пространственного моделирования показателей для определения фоновых концентраций загрязнителей воды на территории парка.

Первые теоретически обоснован многоуровневый мониторинг водных экосистем КНПП, который может быть адаптирован для других природоохранных территорий в бассейне реки Прут для поддержания стабильного экологически благоприятного состояния ее главных суб-бассейнов.

Усовершенствован метод очистки хозяйственно-бытовых сточных вод путем дополнительной аэрации в фильтрующей траншее с помощью ветрогенератора. Технология нашла применение в УКРНИИЭП при разработке технических проектов

по очистке бытовых сточных вод. На территории Яремчанского городского совета внедрено ряд проектов по практическому применению экотехнологий для управления водными ресурсами и отходами.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, Прутская экосистема, индикаторы нагрузки, пространственные закономерности, многоуровневый мониторинг, экологические цели, программа мер.

### SUMMARY

**Korchemlyuk M. Increasing of ecological safety level of Prut ecosystem. – Manuscript.**

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 21.06.01 – ecological safety. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Ivano-Frankivsk, 2016.

In the thesis topical the scientific and practical task of improving the environmental safety of Prut basin ecosystems has been solved by using EU methodologies, particularly EU Water Framework Directive, which provides an integrated approach to river basin management with justification acceptable levels of impact of human activities, measures to stabilize and to improve the environment.

The further development of theoretical justification of major loads and impacts on the Prut ecosystem by evaluating indicators of environmental risk, physical and chemical water quality evaluation, hydromorphological risks assessment took place. Reference water bodies in the Prut basin were identified as the baseline for evaluation of the entire river basin. The environmental objectives have been determined and program of measures has been designed to achieve good ecological status of waters within the Prut ecosystem.

The results of monitoring studies in the Carpathian National Nature Park for the period 2001-2015 have been processed. Method of spatial modeling of parameters to determine background concentrations in the park area have been applied. Multi-level monitoring based on scientific studies for Carpathian National Park has been designed. The method of wastewater purification through intensification of aeration process in the filtering trench using a wind turbine has been improved. On the territory of Yaremche City Council a number of projects based on eco- technology were implemented.

**Keywords:** ecological safety, Prut ecosystem, pressure indicators, spatial patterns, multi-level monitoring, environmental goals, program of measures.