

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

Цибульський Олександр Іванович

УДК [574.58+574.52].574.632

**УГРУПОВАННЯ ГІДРОБІОНТІВ
ЯК ПОКАЗНИК ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ
ЗАБРУДНЕННЯ РІЧОК УКРАЇНИ**

03.00.17 – гідробіологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеню
кандидата біологічних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у відділі іхтіології та гідробіології річкових систем
Інституту гідробіології НАН України

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор
Афанасьєв Сергій Олександрович
директор Інституту гідробіології НАН України

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, професор
Гандзюра Володимир Петрович,
професор кафедри екології та охорони навколишнього природного середовища
Інституту біології та медицини (Київський національний університет
імені Тараса Шевченка)

кандидат біологічних наук
Алексенко Тетяна Леонідівна, старший науковий співробітник, інженер
(Херсонська гідробіологічна станція Національної академії наук України)

Захист дисертації відбудеться 5 квітня 2017 р. о 14:00 годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.26.213.01 Інституту гідробіології НАН України
за адресою 04210, м. Київ, пр. Героїв Сталінграда, 12

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Інституту гідробіології НАН України (м. Київ,
пр. Героїв Сталінграда, 12)

Автореферат розісланий 3 березня 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор біологічних наук



А.В. Ліщук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Дослідження впливу антропогенних та природних чинників на угруповання гідробіонтів є одним з фундаментальних завдань гідробіології. Характер цього впливу залежить від багатьох факторів: природного стану водних об'єктів, гідрологічних характеристик, складу біоти, процесів самоочищення. Екологічний стан річкових систем значною мірою залежить від антропогенної евтрофікації, наслідків забруднення, зокрема термічного (теплового чи холодного) та інших негативних чинників.

На даний час в Україні немає жодного законодавчого документа, що передбачає використання уніфікованих методик оцінки якості вод, які могли б бути застосовані у моніторингу та охороні навколишнього середовища. При цьому, оцінка екологічного стану в умовах багатоцільового комплексного використання водного об'єкту і, відповідно, багатокомпонентного антропогенного впливу, завжди має певні складнощі. Відсутні надійні кількісні методики визначення впливу різних чинників (антропогенних і природних) на якість води, біотичні компоненти і в цілому – екологічний стан водних об'єктів. Більш того, згідно з розпорядженням КМУ від 20.01.2016 № 94-р. з 1.01.2017 р. втратили чинність санітарні норми, правила та ДСТУ колишніх УССР та СРСР. Метою цих змін є перехід від обов'язкових державних стандартів до європейської моделі технічного регулювання.

Сучасні тенденції у створенні нормативної бази для оцінки якості поверхневих вод та екологічного стану масивів поверхневих вод направлені на інтеграцію з законодавством Європейських країн, Водною Рамковою Директивою ЄС (ВРД) та положеннями Угоди про Асоціацію між ЄС і Україною. Плани управління річковими басейнами набувають обов'язковий статус для водогосподарських та водоохоронних відомств.

Оцінка екологічних ризиків, що виникають у водних об'єктах під впливом як антропогенних, так і природних факторів, може слугувати надійним методом дослідження меж толерантності гідробіонтів та оцінки стійкості водних екосистем в умовах мінливості фізико-хімічних властивостей природних вод, а також може бути використана в якості основи для проведення моніторингових досліджень та прийняття рішень у сфері управління водними ресурсами.

Одними з найбільш проблематичних питань залишаються методичні засади визначення екологічних ризиків від різного роду забруднень та оцінка екологічного стану масивів поверхневих вод, особливо в умовах багатоцільового комплексного використання водного об'єкту. Ці питання вивчалися багатьма вченими не тільки в Україні (Верниченко Г.А. (1983, 1984); Оксіюк О.П. (1993); Ящик А.В. (1996); Романенко В.Д. (1998, 2001); Пелешенко В.І. (2000); Жукинський В.М. (2003); Афанасьєв С.О. (2004); Васенко О.Г. (2000, 2001, 2013); Хільчевський В.К. (2007); Гандзюра В.П. (2008)), а й за кордоном (Ізраель Ю.А. (1979, 1981); Абакумов В. А. (1991); Семенченко В.П. (2004); Brown R.M. (1972); Truett J.B. (1975) та ін.).

Виходячи з цього, актуальною та вкрай важливою є ідентифікація та обрахунок екологічних ризиків, що виникають під впливом хімічного та термального забруднення, шляхом дослідження змін структурних характеристик угруповань гідробіонтів річкових екосистем.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках тем та проектів, в яких здобувач був виконавцем:

– «Механізми формування та підтримання біотичної структури річкових систем різного типу» (Держ. реєстр. № 0101U004989);

– «Дослідити різноманіття водяних рослин, його зміни під впливом природних і антропогенних чинників з метою розробки заходів з охорони, збереження та відновлення багатства рослинного світу водойм України» (Держ. реєстр. № 0102U004665);

– за програмою ПРООН-ГЭФ «Оздоровлення басейну Дніпра» (проекти IDRC «Трансграничний Діагностичний Аналіз басейну Дніпра» та «Проведення оцінки заповідних зон, пріоритетних екосистем та «гарячих точок» с точки зору загрози біорізноманіттю»).

– «Розробка екологічних показників до системи управління водними ресурсами Дністра для обґрунтування внесення змін до Правил експлуатації Дністровського водосховища» (Держ. реєстр. № 0103U008528);

– «Розробка екологічних стандартів щодо використання та збереження водних і біологічних ресурсів на транскордонних річках (на прикладі р. Дністер)» (Держ. реєстр. № 0103U008529).

– «Розробка технології мінімізації екологічних ризиків, пов'язаних із техногенним і біологічним забрудненням поверхневих вод з метою поліпшення навколишнього середовища людини» (Держ. реєстр. № 0104U007822) в рамках Державної програми «Новітні медико-біологічні проблеми та навколишнє середовище людини» (відповідальний виконавець розділу):

– «Оцінка транскордонного переносу забруднюючих речовин, холодних вод та розробка рекомендацій щодо зниження їх негативного впливу на водні екосистеми Дністра» (Держ. реєстр. № 0104U006254);

– «Екологічна оцінка діяльності Дністровської ГАЕС на водні об'єкти (сучасний стан та уточнення прогнозу)» (Держ. реєстр. № 0105U005467);

– «Комплексна оцінка екологічного стану річкових систем різного типу як основа розробки наукових засад збереження та відновлення різноманіття аборигенної іхтіофауни, рідкісних та зникаючих видів риб» (Держ. реєстр. № 0106U002147) (відповідальний виконавець розділу);

– «Гідробіологічні вимоги до роботи водосховищ на Дністрі в умовах ГЕС та побудови ГАЕС та рекомендації щодо їх екологічно безпечної роботи» (Держ. реєстр. № 0107U006416).

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є визначення екологічних ризиків, що виникають в річках під впливом хімічного, термічного та біотичного забруднення, шляхом дослідження змін в структурі угруповань гідробіонтів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- проаналізувати сучасні методичні та практичні підходи до визначення екологічних ризиків та оцінки стану водних екосистем;
- ідентифікувати абіотичні та біотичні складові гідроекосистем як індикатори ризиків погіршення якості води та стану біоти модельних річкових екосистем з різним ступенем антропогенного навантаження;
- дослідити екологічні наслідки від антропогенної зміни абіотичних параметрів (фізичних, гідрохімічних) у модельних річкових екосистемах;
- провести дослідження певних структурних характеристик фіто- та зоопланктону, зообентосу, вищої водної рослинності, іхтіофауни модельних річкових екосистем;
- ідентифікувати екологічні ризики для ділянок модельних річкових екосистем різних типів та/чи їх компонентів, що виникають під впливом різних за складом і походженням антропогенних чинників, та надати їх кількісну оцінку;
- запропонувати методику визначення екологічних ризиків для оцінки впливу температурного фактора на стан водних об'єктів, оцінити вплив скидів холодних вод і тимчасового осушення, що виникають в результаті роботи гідровузлів (на прикладі Дністровської ГЕС).

Об'єкт дослідження – стан біоти та водного середовища ділянок річок, що зазнають антропогенного впливу.

Предмет дослідження – структурні характеристики угруповань гідробіонтів як показник екологічних ризиків забруднення водних об'єктів.

Методи дослідження. Використано загальноприйняті методи відбору, фіксації, мікроскопічної обробки гідробіологічних проб та стандартні методи визначення гідрохімічних показників (Методи..., 2006). Для визначення екологічних ризиків використано «Методику оценки экологических рисков...» (2004).

Наукова новизна отриманих результатів. *Уперше* – на основі структури угруповань гідробіонтів визначено екологічні ризики, що виникають під впливом точкових, дифузних хімічних забруднень та комунальних стоків ділянок річок Горинь, Устя, Білоус та Десна, Дніпро;

- визначено екологічні ризики від скиду холодних вод Дністровської ГЕС у р. Дністер та підігрітих вод Рівненської АЕС у р. Стир;

- запропоновано використання популяційних розмірно-масових характеристик червоного моллюска річкової лунки (*Theodoxus fluviatilis* L.) в якості індикатора змін екологічного стану р. Дністер;

- визначено екологічні ризики від дії біотичних факторів (замори, затори) у р. Прип'ять.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено практичні рекомендації з мінімізації екологічних ризиків для ділянок річкових екосистем України, що знаходяться під антропогенним навантаженням. Запропоновано заходи щодо мінімізації екологічних ризиків від скиду холодних вод Дністровської ГЕС.

Впроваджено методикау визначення екологічних ризиків на основі аналізу зміни структурних показників популяції річкової лунки під впливом дії техногенних холодних вод (Укр. Держ. Патент. 2009. – Ser. МПК (2009) G01N 33/18, № а200806287 від 27.10.2009 №12467/1).

Методикау визначення екологічних ризиків і оцінки стану водних екосистем впроваджено у навчальний та науково-дослідницький процес Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка (акт впровадження №04-11/811 від 17.10.2007 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в зборі та камеральній обробці матеріалів, проведенні практичних досліджень та теоретичного аналізу отриманих даних. Вивчено і систематизовано фондові матеріали, розраховано екологічні ризики та проведено оцінку якості середовища модельних річкових екосистем сучасного та ретроспективного періодів, обґрунтовано та доведено доцільність використання методикау визначення екологічних ризиків. У співавторстві підготовлено до друку наукові праці, у яких викладено матеріали дисертації. Мету та методичні підходи до вирішення завдань дисертації сформульовано спільно з керівником – Афанасьєвим Сергієм Олександровичем. Основні наукові положення та висновки отримані і сформульовані здобувачем.

Апробація результатів дисертації. Результати дослідження та основні положення дисертаційної роботи доповідалися на 7 міжнародних наукових конференціях (2004–2014), 6 міжнародних науково-практичних конференціях (2003–2011), 2 наукових конференціях (2003, 2014), IV та VII з'їздах Гідроекологічного товариства України (2005, 2015), семінарі наукових досліджень НАТО «Природні лиха та безпеки, пов'язані з водою: оцінка ризику, відповідь на аварію та екологічний менеджмент» (Єреван, Вірменія, 2007) (NATO Advanced Research Workshop «Natural Disasters and Water Security: Risk Assessment, Emergency Response, and Environmental Management», Yerevan, Armenia, 2007), Національному форумі «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (Київ, 2015).

Публікації. Основні наукові положення і результати дисертаційної роботи опубліковані в 20 наукових працях, до переліку яких входять 3 колективні монографії, 4 статті у фахових виданнях, 1 патент на винахід, 5 статей у інших журналах і збірках, 7 – у матеріалах та тезах конференцій.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Робота складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Дисертація викладена на 170 сторінках

машинописного тексту і містить 19 рисунків, 36 таблиць, 2 фото. Список використаних літературних та інформаційних джерел нараховує 254 найменування, із них 34 – латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Наведено огляд літературних джерел та здійснено порівняльний аналіз підходів до оцінки стану гідроєкосистем та якості водного середовища. Наведено стисло характеристику екологічних, санітарно-гігієнічних та народно-господарських нормативів, що діють в Україні.

Стан водних екосистем, зокрема річкових, визначається комплексним, багатофакторним та складним за локалізацією впливом антропогенних чинників. За останній час спостерігається тенденція до широкого застосування біологічних методів оцінки в рамках екосистемного інтегрованого підходу. Водні екосистеми розглядають як єдине ціле абіотичних і біотичних компонентів, а також їх взаємозв'язків. Наведено елементи правової бази та нормативи з природоохоронних питань і, зокрема, з визначення екологічних ризиків. За умови багатоцільового комплексного використання водних об'єктів і багатокомпонентного антропогенного впливу та відсутності надійних кількісних методик визначення впливу різних чинників, в тому числі ненормованих, на екологічний стан водних об'єктів, особливого значення набуває оцінка екологічних ризиків.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На різних водних об'єктах річкових екосистем України проведено комплексні дослідження структурних характеристик індикаторних угруповань гідробіонтів, що знаходяться під впливом хімічних і фізичних чинників від точкових і дифузних джерел забруднення, а також біотичних – викликаних заторами від заростання русла вищою водною рослинністю (ВВР).

Дослідження проводили протягом 2002–2012 рр. на ділянках річок різних фізико-географічних зон України. Відбір проб проводили за схемою: вище джерела забруднення (контроль) та нижче за течією до зони, де структура біотичних угруповань не мала відхилень від контролю. Надано загальну фізико-географічну характеристику досліджених водних об'єктів:

р. Десна (від м. Чернігова до гирла) та її притока р. Білоус в умовах впливу скидів КП «Чернігівводоканал»;

річки Горинь та Устя в умовах впливу скидів ВАТ «Рівнеазот»;

р. Дніпро (район м. Херсон) в умовах впливу скидів «Водоканал»;

р. Дністер (від м. Новодністровськ до с. Велика Кисниця) в умовах скиду холодних вод Дністровської ГЕС-1 і ГЕС-2;

р. Стир на ділянці скиду підігрітих вод Рівненської АЕС;

р. Прип'ять (в межах НПП «Прип'ять-Стохід») на ділянках русла, що надмірно заростають макрофітами.

На 51 станції відібрано 208 проб, з них 112 – зообентосу, 90 зоо- і фітопланктону, 6 – риб. Для опрацювання матеріалів, крім загальноприйнятих у гідробіології методів (Методи..., 2006), використовувалась «Методика оценки экологических рисков...» (2004), а також прикладний програмний продукт WaCo, створений в Інституті гідробіології НАН України (ІГБ). Градації якості середовища визначали за екологічною класифікацією якості поверхневих вод (Методи..., 2006). Для розрахунку ризиків від дифузних джерел забруднень та фізичних факторів середовища (термічне забруднення) запропонована вдосконалена методика (Патент..., 2010). Екологічні ризики за хімічними показниками розраховували з урахуванням відхилень від рівнів ГДК, а у якості гідробіологічних показників використовували індекс Вудівісса (ТВІ), індекси сапробності ($S_{пб}$), кількість таксонів у групах, розмірно-масові показники популяції червононогих моллюсків.

Первинну оцінку стану досліджених водних об'єктів проводили шляхом візуальних натурних обстежень з експертною оцінкою комплексу показників: ступінь порушення біотопу, наявність забруднення, склад і кількісний розвиток основних груп гідробіонтів та ін. При відборі проб у якості контролю використовували типовий біотоп вище джерела забруднення. Решта станцій була розташована нижче скиду забруднених вод від 10 м до 3 км, з урахуванням потужності скиду і водності річки, до зони, де структура біоти не мала видимих відхилень від фонових.

На ділянці точкового джерела забруднення від скиду «Чернігівводоканал» у річки Білоус та Десну проби відбирали на ст. 1 – вище скиду з очисних споруд в р. Білоус; ст. 2 – р. Білоус, 100 м нижче скиду; ст. 3 – гирлова ділянка р. Білоус; ст. 4 – русло р. Десни, вище впадіння р. Білоус; ст. 5 – русло р. Десни, 100 м нижче гирла р. Білоус; ст. 6 – русло р. Десни, 1 км нижче гирла р. Білоус; ст. 7 – р. Десна, 50 км нижче гирла р. Білоус; ст. 8 – Деснянський водозабір.

Вивчення впливу точкового джерела забруднення від скиду «Рівнеазот» та м. Рівне проводили у р. Горинь вище за течією від скиду – контроль (ст. 1); у скидному каналі з очисних споруд (ст. 2); 10 м нижче скиду (ст. 3); 4,2 км нижче скиду (ст. 4); 4,2 км нижче скиду – у гирлі р. Устя (ст. 5); 4,3 км нижче скиду (ст. 6); 4,8 км нижче скиду (ст. 7).

Дослідження впливу дифузного джерела забруднень від скидів житлово-комунального господарства м. Херсон у р. Дніпро проводили на наступних станціях: 1 – р. Веревчина, скид з очисних споруд; 2 – проміжний скид у каскаді відстійників (0,65 км вище); 3 – 2,1 км нижче скиду; 4 – 2,4 км нижче скиду; 5 – 2,7 км нижче скиду; 6 – 3,4 км нижче скиду; 7 – гирло р. Веревчина (6,0 км нижче скиду); 8 – р. Дніпро вище скиду (контроль).

Дослідження впливу скиду холодної води в р. Дністер нижче Дністровських ГЕС і періодичного осушення ділянок рипалі проводили на верхній ділянці (ст. 1), в буферному

водосховищі (ст. 2, біля нижнього б'єфу Дністровського водосховища ГЕС-1), нижче греблі ГЕС-2 (ст. 3), 16 км вниз за течією річки від греблі ГЕС-2 (ст. 4) і на відстані 120 км (ст. 5).

Для дослідження ризиків від скиду підігрітих вод РАЕС проби відбирали окремо на правому і лівому берегах вище скиду підігрітих вод РАЕС (відповідно ст. 1, 2), безпосередньо в зоні скиду (ст. 3, правий берег), 30 м нижче скиду (ст. 4, 5), близько 7 км нижче скиду (ст. 6, правий берег), близько 15 км нижче скиду РАЕС та нижче скиду з очисних споруд РАЕС та м. Кузнецовська (ст. 7, 8).

Дослідження ризиків від впливу біотичних факторів проводили на водних об'єктах НПП «Прип'ять-Стохід» на станціях: 1 – русло р. Прип'яті, вище іригаційного каналу, 2 – канал; 3 – 30 м нижче каналу за течією; 4 – 200 м нижче каналу; 5 – 500 м вище гирла р. Цир; 6 – у гирлі р. Цир, 7 – 50 м нижче гирла р. Цир, 8 – 350 м нижче гирла р. Цир; 9 – 3 км нижче гирла р. Цир.

СТРУКТУРА БІОТИЧНИХ УГРУПОВАНЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ В УМОВАХ ВПЛИВУ ТОЧКОВИХ ДЖЕРЕЛ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА КОМУНАЛЬНИХ СТОКІВ

Наведено результати оцінки та визначення екологічних ризиків під впливом точкового скиду КП «Чернігівводоканал» у річки Білоус та Десну. Протягом останніх років спостерігалось постійне перевищення нормативів ГДС зворотних вод цього підприємства. У період досліджень (2000–2005 рр.) на ділянках нижче скидів реєструвалося збільшення вмісту органічних і мінеральних речовин – концентрація іонів амонію зросла у 28 разів, фосфатів – у 26 разів, БПК₂₀ – у 6 разів, вміст кисню становив 2,7–4,3 мг/дм³. У гирлі р. Білоус (3,6 км нижче скиду) помітного поліпшення гідрохімічного режиму не спостерігалось. У р. Десні по мірі віддалення від скидів концентрація біогенних елементів знижувалася, а вміст кисню зростав за рахунок розведення деснянською водою.

Угрупування планктону і бентосу різним чином реагували на забруднення, їх кількісні і якісні характеристики відрізнялися від контролю (ст. 1). Кількісні показники фітопланктону р. Білоус на ділянці скиду (ст. 2, 3) мали високі значення, досягаючи рівня «цвітіння» (рис. 1). Індекси різноманітності Шеннона за показниками як чисельності, так біомаси були найнижчими. Характер домінування та кількісні показники визначалися масовим розвитком стійких до антропогенного впливу видів *Microcystis pulverea* (Wood) Fortiemend. Elenk. і *Chlamydomonas monadina* Stein. Нижче за течією (ст. 5–7) кількісні показники фітопланктону зменшувались, наближаючись до контрольних значень, різноманітність збільшувалась, структура угруповань мала полідомінантний характер. Зміни якісного складу та кількісного розвитку зоопланктону не так чітко відображали вплив забруднення, характерним було збільшення чисельності і біомаси на нижніх ділянках р. Десни (ст. 7, 8). Індекс сапробності за показниками фіто- і зоопланктону

збільшувався на ділянці скиду (ст. 3) до категорії 4 «слабко забруднені» води та знижувався – нижче за течією до категорії 3 «достатньо чисті» води (рис. 2).

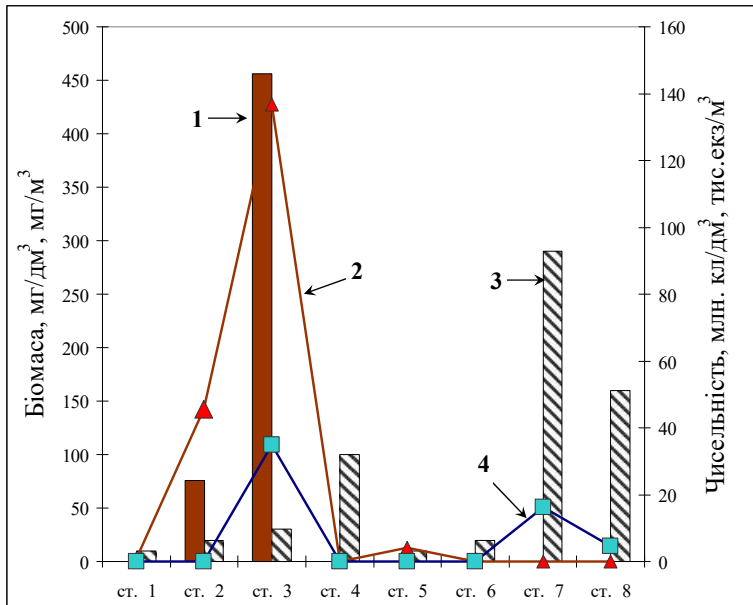


Рис. 1. Зміни біомаси (1) і чисельності (2) фітопланктону, а також біомаси (3) і чисельності (4) зоопланктону на дослідженій ділянці р. Білоус і р. Десна, 2005 р.

Зміни в складі угруповань зообентосу під впливом забруднень відобразилися на значеннях Індексу ТВІ на різній відстані від скиду. На ділянці скиду значення індексу знижувалось від 6 (контроль) до 2 (ст. 2, 3), нижче за течією (ст. 5–7) зростало до 5–7 (рис. 3). Структурні показники фіто- та зоопланктону, індекси сапробності, значення ТВІ виявилися найбільш чутливими та адекватно відображали вплив скидів

у р. Білоус і Десна. Для всіх угруповань була характерна зміна домінування від полідомінантних –

вище скидів до олігодомінантних – нижче, з певним відновленням структури домінування на ділянках нижче за течією.

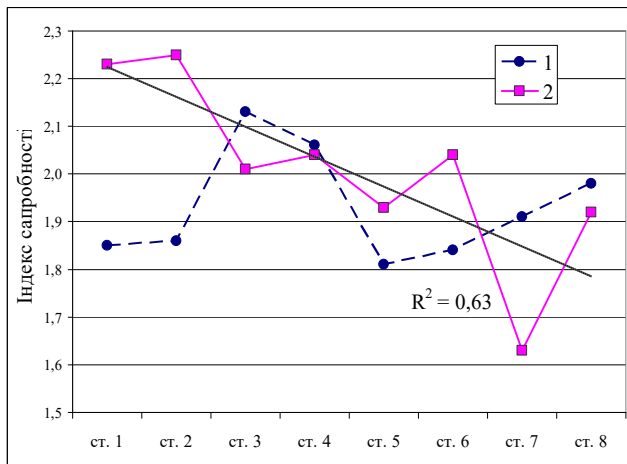


Рис. 2. Зміни індекса сапробності за показниками фіто- (1) та зоопланктону (2) на дослідженій ділянці р. Білоус та Десна. Лінійна апроксимація представлена для зоопланктону.

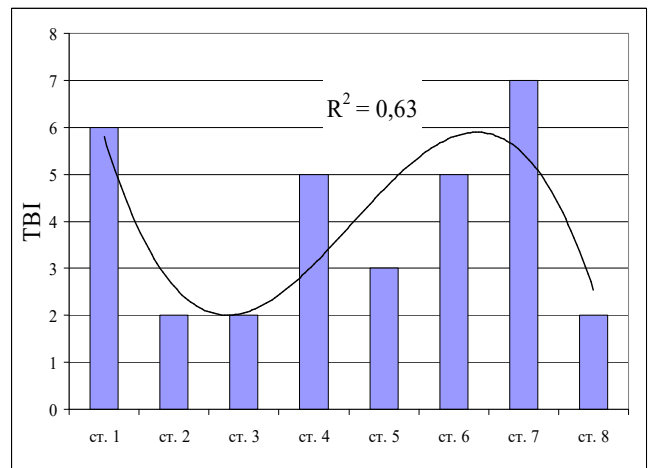


Рис. 3. Зміни індексу ТВІ за організмами зообентосу на дослідженій ділянці р. Білоус та Десна.

Показано що забруднення від «Чернігівводоканал» приводить р. Білоус до «ризикованого» стану. За гідрохімічними показниками значення ризику забруднення (вниз за течією від скиду) складало від 100 до 40% в основному за рахунок фосфатів та амонійного азоту. Ступінь реальності

ризик деградації угруповань зообентосу оцінено як високий, деградації фіто- і зоопланктону – як середній.

У р. Десні в районі впадіння р. Білоус вірогідність виникнення несприятливих подій в екосистемі складає 100%. Проте завдяки значним витратам р. Десни і її високій самоочисній здатності відбувається помітне зниження негативного впливу і відновлення структури біотичних компонентів вже на відстані 1 км нижче впадіння притоки. У руслі р. Десни (50 км нижче скиду) спостерігаються мінімальні ризики забруднення вод за гідрохімічними показниками і деградації угруповань гідробіонтів (40%), що навіть нижче, ніж на «контрольних» створах. В той же час, в гирлі Десни ризики забруднення води значно підвищувалися і склали 69%, ризик забруднення донних відкладів і ризик деградації угруповань донної фауни досягали 98%, що ніяк не може пояснюватися скидом з очисних споруд м. Чернігова, а інших точкових забруднень на цій ділянці немає. Причиною значного підвищення ризиків погіршення якості води та деградації угруповань гідробіонтів в районі Деснянського водозабору м. Києва може бути тільки сумарна дія дифузних і невеликих точкових джерел забруднення, безконтрольне освоєння деснянської заплави.

Структуру біотичних угруповань та екологічні ризики в умовах впливу крупного точкового джерела забруднення від скидів ВАТ «Рівнеазот» та комунальних стоків м. Рівне досліджували на ділянках річок Горинь та Устя. Скид у р. Горинь здійснюється земляним каналом по заплаві річки довжиною декілька кілометрів. Потужність очисних споруд «Рівнеазот» (63510 тис. м³) забезпечує нормативне очищення всього об'єму стоків. Проте, значна кількість неочищених стоків скидається безпосередньо в р. Устя (притока Горині).

Загальна мінералізація води р. Горинь (за результатами власних досліджень та літературними даними) на різних ділянках практично не відрізнялася. В скидному каналі (ст. 2) і гирлі р. Устя (ст. 5) відмічено підвищення мінералізації води та концентрації біогенних елементів, а на ст. 5, крім того, зниження рН і концентрації розчиненого кисню.

Значення біотичних показників в р. Горинь були досить прогнозовані: вище скиду річка знаходилася у порівняно незабрудненому стані, нижче скидів – у найгіршому, потім на деякій відстані завдяки розведенню та процесам самоочищення вода стає чистішою. Неочікуваний результат був одержаний при дослідженні місця впадіння р. Устя у Горинь. Як за хімічними, так і за біологічними показниками ця притока виявилася навіть більш забрудненою, ніж скидний канал ВАТ «Рівнеазот». На найбільш забруднених ділянках таксономічний склад зообентосу був найбіднішим – зустрічалися лише найбільш стійкі до забруднень представники донної макрофауни – тубіфіциди. Зміни якості середовища добре відображав індекс ТВІ – він знижувався від контрольної ділянки до ділянки скиду, нижче за течією (4,2 км, ст. 4) – зростав, а потім знову знижувався на ділянці впливу р. Устя і досягав значень близьких до контролю на

відстані 4,8 км (ст. 7) (рис. 4). Індекс сапробності за показниками зообентосу вказував на погіршення якості вод лише на ділянці нижче впадіння р. Устя.

Вірогідність ризику забруднення річкових вод за гідрохімічними показниками на всіх станціях дослідження досягала 94–100%, за біотичними показниками – максимальною була на ділянках впливу (ст. 2, 5, 6) (рис. 5).

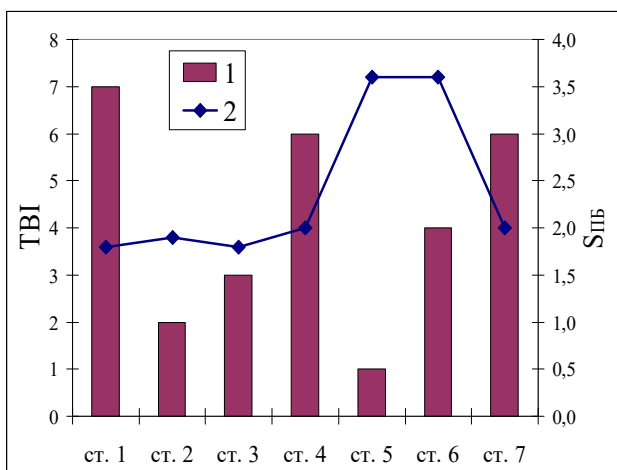


Рис. 4. Індеси ТВІ (1) та Sпб (2) за показниками зообентосу на дослідженій ділянці річок Горинь та Устя.

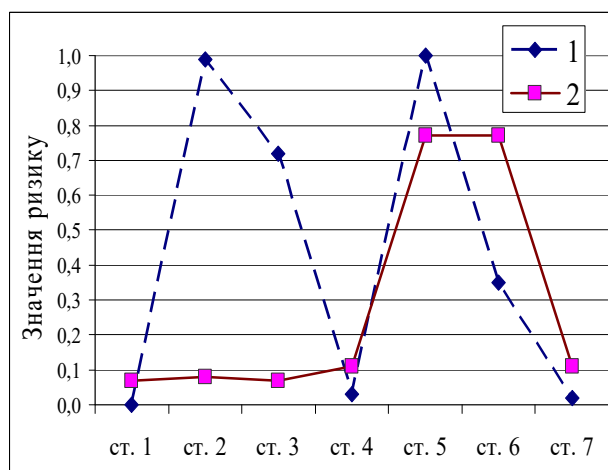


Рис. 5. Значення ризику за ТВІ (1) та Sпб (2) за показниками зообентосу на дослідженій ділянці річок Горинь та Устя.

Якість води р. Горинь завдяки самоочисній здатності повертається до параметрів контролю на відстані 4,2 км нижче точкового джерела забруднення. Проте, в місці впадіння р. Устя якість води та стан зообентосу річки Горинь погіршується.

Структуру біотичних угруповань і екологічні ризики в умовах дифузного джерела забруднень від скидів житлово-комунального господарства м. Херсон досліджували на ділянці р. Дніпро. На ділянці від м. Херсон вниз за течією на Дніпрі знаходяться об'єкти природно-заповідного фонду, зосереджені основні місця нерестовищ, зимівлі і нагулу цінних промислових видів риб (лящ, судак, рибець, тараня, сазан).

Скид стічних вод м. Херсон проводиться в притоку Дніпра (р. Вереvчина) через систему ставків-відстійників, каналів і рукавів, що проходять через масив очеретяних плавнів значної площі, де відбувається істотне очищення води. При цьому рівень забруднення за біогенними речовинами стає близьким до контрольного, що свідчить про високий самоочисний потенціал річки. Загальна мінералізація води на ділянці скиду очисних споруд (ст. 1, 2) висока в порівнянні з дніпровською водою (відповідно 1400 та 380 мг/дм³). На ділянці скиду відмічено високий вміст азоту та фосфору, з віддаленням від скиду їх концентрації зменшувалися.

Індекс ТВІ відображав структурні зміни у зообентосі – на ділянці скиду макробезхребетні були відсутні, з віддаленням від скиду – збільшувалось таксономічне багатство донної фауни (рис.

б). Індекс сапробності за показниками зообентосу визначав значний рівень забруднення на ділянках нижче скиду (ст. 3–5) – категорія 7 «дуже брудні» води.

Розрахунки показали, що високу ступінь реальності мали екологічні ризики за гідрохімічними показниками (від 81 до 100%) і за ТВІ, при цьому ризик забруднення за показниками зообентосу на станціях нижче скиду досягав 77%, знижуючись до 38% – нижче за течією (рис. 7). Це свідчить про загальний несприятливий стан дослідженої ділянки і про те, що р. Дніпро нижче скиду стічних вод м. Херсон знаходиться в «ризикованому» стані.

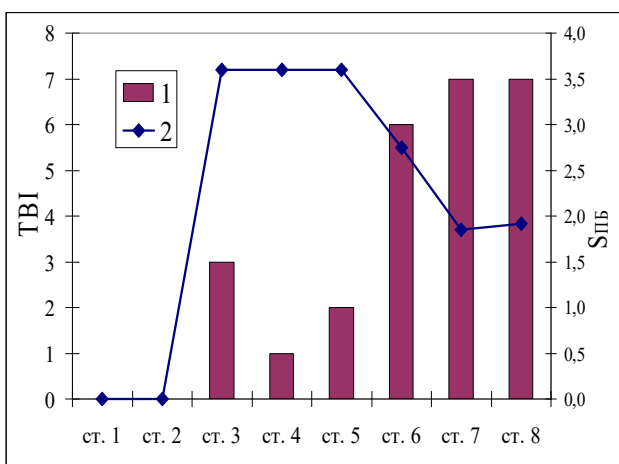


Рис. 6. Індеси ТВІ (1) та SпБ (2) за показниками зообентосу на дослідженій ділянці р. Дніпро.

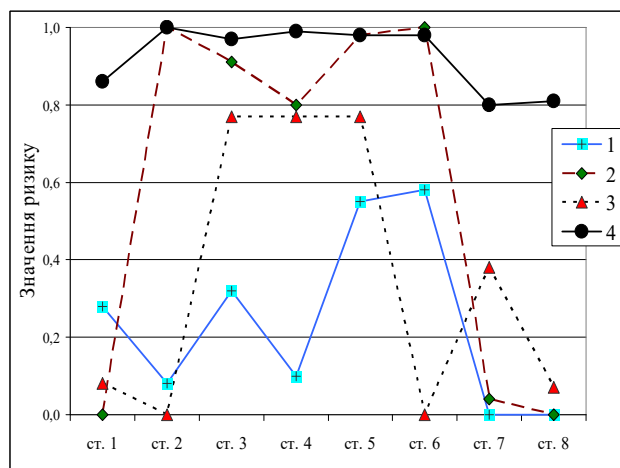


Рис. 7. Значення ризику за концентрацією O₂ (1), донними відкладами (2), ТВІ (3) та суммарні (4) на дослідженій ділянці р. Дніпро.

В той же час, вже через декілька кілометрів нижче скиду житлово-комунального господарства м. Херсон (ст. 6, 7) якість води та стан біоти наближались до параметрів контролю завдяки проходженню стічної води крізь масив очеретяних плавнів, в якому достатньо швидко і ефективно очищуються забруднені води.

СТРУКТУРА БІОТИЧНИХ УГРУПОВАНЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ В УМОВАХ ТЕРМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Досліджено вплив скиду холодної води в р. Дністер нижче Дністровських ГЕС і періодичного осушення ділянок ріпалі на структуру угруповань донних безхребетних, популяцію річкової лунки (*Theodoxus fluviatilis* L.) та розраховано екологічні ризики від такого впливу. В якості індикаторів екологічних ризиків використовували структурні показники популяції та морфологічні характеристики особин *Th. fluviatilis*.

Робота гідровузлів Дністровських ГЕС призводить до зміни рівня води, швидкості течії, прозорості і термічного режиму ділянок річок, розташованих нижче греблі. Добові коливання рівня води, зумовлені роботою агрегатів ГЕС, в нижньому б'єфі Дністровського і буферного водосховищ досягають 1 м і більше, періодичне осушення значних площ ріпалі призводить до загибелі гідробіонтів. Під час роботи агрегатів ГЕС нижче греблі на ділянки р. Дністер надходить

вода з глибинних горизонтів водосховища з температурою 7,5°C, в результаті чого температура води в зимовий період вища, а у весняно-літній – значно нижча відносно природної.

За величинами концентрації амонійного, нітритного і нітратного азоту вода відносилася до категорій 5 «помірно забруднена» і 6 «брудна».

На дослідженій ділянці р. Дністер на кам'янистому субстраті переважали угруповання з домінуванням *Th. fluviatilis* (частка не менше 40%). Структурні показники угруповань безхребетних зазнавали значних змін, відбувалася зміна субдомінантів (рис. 8). Вище скидів холодної води субдомінантами були *Hydropsyche ornatula* McLachlan та *Heptagenia sulfurea* (O.F.Muller), зустрічались *Dikerogammarus villosus* Sowinsky, *Psammorictides albicola* Michaelson та *Bithynia tentaculata* L. В буферному водосховищі (ст. 2) субдомінантом був *Dikerogammarus haemobaphes* Eichwald (25%) і з'явилась *Dreissena bugensis* Andr. Біля с. В. Кісниця (ст. 3) субдомінування переходило до *Potamothenis moldaviensis* Vejd. et Mraz. (28%).

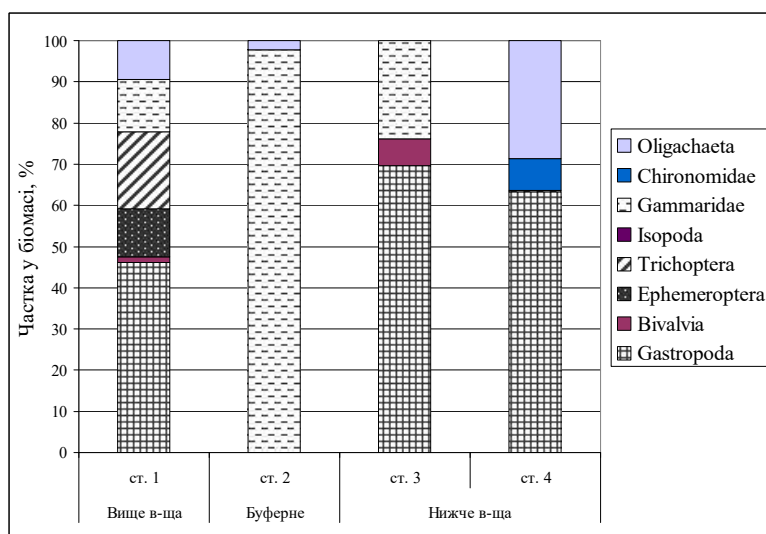


Рис. 8. Структура угруповання *Th. fluviatilis* на дослідженій ділянці р. Дністер.

На ділянках річки з різними термічними умовами мешкали молоски *Th. fluviatilis* з особливими морфометричними характеристиками та темпами росту. В умовах імпульсного термічного режиму біля ГЕС-1 розмірна структура популяції *Th. fluviatilis* за масою особини мала одновіршинний вигляд (переважали молоски розмірної групи 6–7 мм, масою 60 мг), а на ділянках з природною температурою біля с. В. Кісниця були майже рівною

мірою представлені молоски шириною від 4 до 8 мм, масою 60–100 мг, а також багато молоді масою до 50 мг (рис. 9).

Важливим техногенним чинником впливу на стан особин *Th. fluviatilis* є різкі добові коливання рівня води, обумовлені роботою ГЕС. Незважаючи на здатність цих молосків витримувати без видимих наслідків осушення тривалістю понад добу (Gunnell, 1976), коливання рівня призводять до руйнування поверхні черепашки, вона втрачає свою міцність, вивітрюється, а на її поверхні з'являються білі плями. На ст. 2 (ГЕС-1), в умовах максимальної амплітуди рівня води, частка молосків з непошкодженою поверхнею черепашки не перевищувала 10%. Нижче за течією, на ст. 2, де коливання рівня води не такі значні, частка цілих зростала до 40% і значно скоротилася кількість особин, що мали повністю пошкоджену поверхню черепашки. На ст. 5, де

річка має природні береги, частка молюсків з непошкодженими черепашками становила понад 90%.

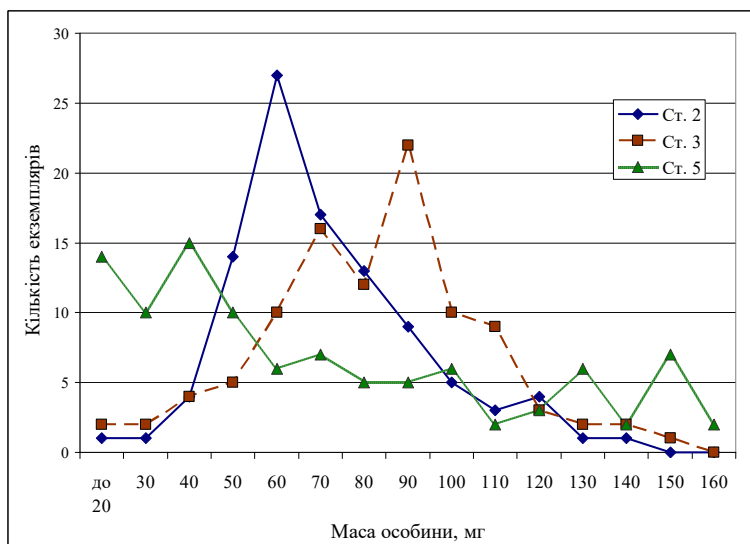


Рис. 9. Структура популяції *Th. fluviatilis* за масою особини на дослідженій ділянці р. Дністер.

Відхилення від природної розмірно-вікової структури популяції та відсоток пошкоджених молюсків дали нам змогу використати ці дескриптори при розрахунку загального ризику деградації донних угруповань з домінуванням цього виду.

Крім того, за літературними даними про рівень розвитку фіто-, зоопланктону, бентосу, ВВР та іхтіофауни (Шевцова и др., 1988, 1999, Брума и др., 1997, Усатий и др.

1997, Шарапановская, 1999, Зубкова, Шленк, 2004) були розраховані екологічні ризики від впливу холодних скидів з Дністровської ГЕС на нижче розташовані ділянки річки (табл. 1).

Таблиця 1

Ризики від впливу скиду Дністровської ГЕС

Індекс ризику	Структура біологічних угруповань
НВРНPL – ризик деградації угруповання фітопланктону	При віддаленні від греблі ГЕС збільшується кількість видів і кількісний розвиток, чисельність біля с. Ямпіль збільшується в 5,4, а біомаса – в 10,1 рази.
НBSF – ризик деградації угруповання донної фауни	Зміна розмірно-масової структури популяції <i>Th. fluviatilis</i> . Збільшення частки олігохет і личинок хірономід, поява виду <i>Dreissena bugensis</i> .
НBP – ризик деградації угруповань ВВР	Русло заростає ВВР. Вторинне забруднення органічними речовинами, «цвітіння» води синьо-зеленими водоростями, зниження вмісту розчиненого кисню
НBF – ризик деградації угруповання іхтіофауни	Зміна вікової структури, видового складу іхтіофауни, затримка нересту і розвитку риб. Масовий розвиток <i>Gasterosteus aculeatus</i> L.

Оцінку ризику від впливу скиду підігрітих вод Рівненської АЕС в р. Стир проведено на основі результатів вивчення структури угруповань зообентосу. Ділянки вище скиду підігрітих вод характеризувалися найвищою кількістю таксонів і груп, в точці скиду був відмічений тільки один таксон (Tubificidae juv.). Нижче за течією на 7 км нижче скиду (ст. 6) відмічено відновлення таксономічного багатства зообентосу до контрольних значень (рис. 10). Зміна таксономічного багатства відбувалася в основному за рахунок личинок комах, зокрема волохокрильців і одноденок, які є індикаторами забруднення.

Подібно змінювалися і показники кількісного розвитку зообентосу. Вище скидів підігрітих вод (ст. 1) достатньо високу загальну біомасу визначали двостулкові молюски род. Cycladidae (52% загальних показників) (рис. 11). Нижче за течією молюски цієї родини, а також червоногі молюски *Lithoglyphus naticoides* C. Pfeiff. були знайдені лише на 7 км нижче скиду (ст. 6). Частка молюсків в загальній біомасі складала 72%.

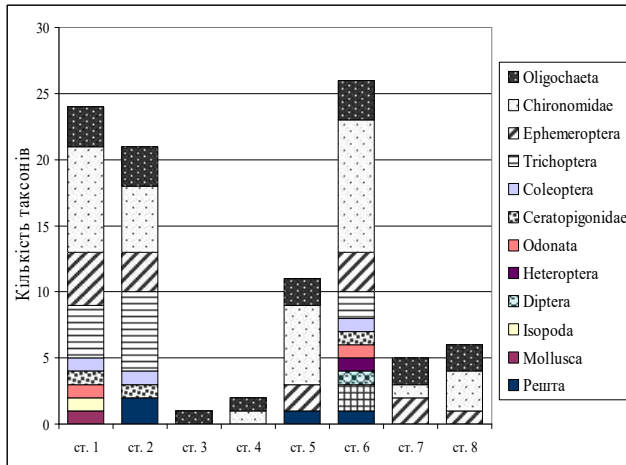


Рис. 10. Структура угруповань зообентосу на дослідженій ділянці р. Стир.

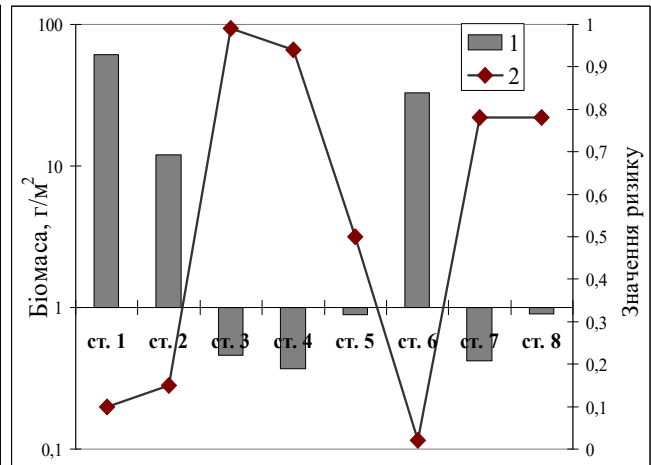


Рис. 11. Зміни біомаси зообентосу (1, логарифмічна шкала) та значення ризиків (2) на дослідженій ділянці р. Стир.

На контрольних станціях ризик складав 0,11–0,15, а на станції скиду дорівнював 1. На відстані 30 м від скиду величина ризику залежала від сили дії чинника, біля лівого, протилежного від скиду берега, ризик був 0,50, і в той же час біля правого берега ризик досягав високих значень – 0,94. Нижче за течією (ст. 6) від скиду ризик був мінімальним – 0,02. Нижче за течією, на ст. 7 і 8 після надходження в р. Стир скидів з очисних споруд, знову відбувається зниження кількості груп до 3 (категорія 6 «брудна» вода) та зростання значення ризику. Таким чином, попередня оцінка екологічних ризиків, що виникають у р. Стир під впливом скиду теплих вод РАЕС вказує на високу вірогідність деградації зообентосу поблизу джерела термічного забруднення (рис. 11).

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВІД ВПЛИВУ БІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ (НА ПРИКЛАДІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ПРИП'ЯТЬ-СТОХІД»)

Була проведена оцінка екологічних ризиків забруднення вод верхньої Прип'яті. Встановлено, що замори в дослідженому регіоні трапляються досить часто. Один з них став причиною масової загибелі риб у липні 2012 р. На русловій ділянці Прип'яті (довжиною близько 1 км) при підвищенні температури води до 24–34,5°C, низьких значеннях розчиненого кисню (0,9–1,2 мг O₂/дм³), на фоні надходження дренажних вод і розпаду ВВР було зафіксовано мертві особини риб: 50 екз. щуки вагою 0,4–1,2 кг, 32 екз. окуня вагою 0,1–0,2 кг, 4 екз. миня вагою 0,3–1 кг та 12 екз. в'язя вагою 1,5–2 кг. За вмістом розчиненого кисню вода належала до категорії 7 «дуже брудна». За ступенем реальності та оцінкою ризиків виділено ті, що потребують

попередньої кількісної оцінки: ризик забруднення річкових вод, донних відкладів, виникнення заморів, виникнення заторів через скупчення макрофітів та ризик деградації фітофільних угруповань безхребетних, ризик деградації іхтіофауни.

Інша встановлена загроза стосується надмірного заростання русла річки макрофітами. Досить високою (до 25%) була вірогідність заростання річки з утворенням суцільного затору, що складається з занурених ВВР і рослин з плаваючим листям – в першу чергу різак, а також рдесника, куширу і ряски.

Вірогідність забруднення води біогенними речовинами на більшості станцій була невисокою. Таксономічне і групове багатство зообентосу в точці затору було мінімальним, збільшуючись вниз за течією (рис. 12). На всіх досліджених станціях вірогідність виникнення заморів була дуже високою (99% для більшості станцій) (рис. 13). Після впадіння р. Цир вірогідність забруднення вод р. Прип'ять зростала до 34%, але вже через 3 км знижувалась до 11% (на станції контролю – до 2%). Основну роль у виникненні екологічних ризиків відігравали притоки і старі меліоративні канали, що виступають в якості точкових джерел забруднення, хоча такий вплив проявляється на фоні дифузного забруднення дренажними водами впродовж року, особливо у повінь.

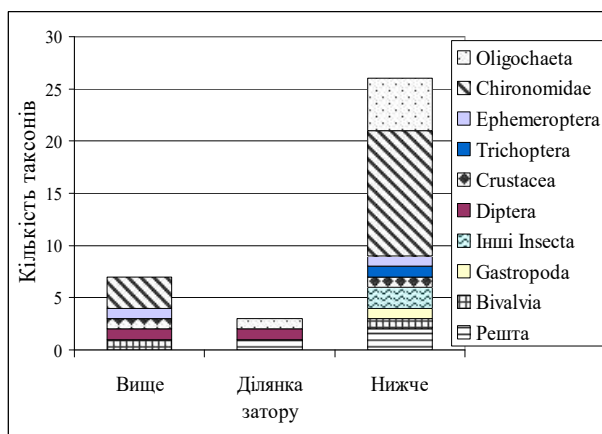


Рис. 12. Таксономічний склад зообентосу на дослідженій ділянці р. Прип'ять.

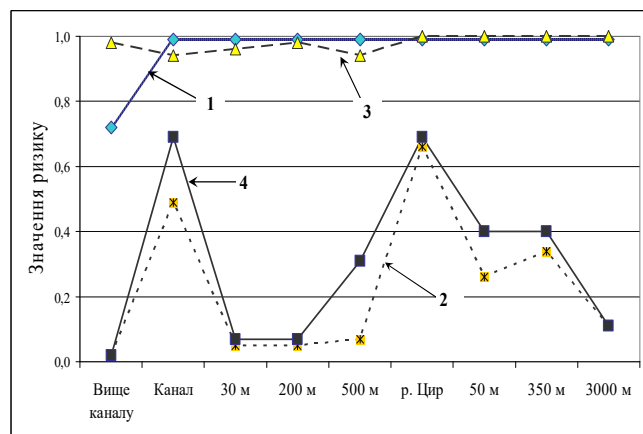


Рис. 13. Значення ризику за концентрацією O₂ (1), біогенних елементів (2), ПО (3), ступенем заростання (4) на дослідженій ділянці р. Прип'ять.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ РІЧОК УКРАЇНИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЇХ ЗНИЖЕННЯ

Аналіз сучасних підходів до оцінки стану водних об'єктів показав, що оцінка екологічних ризиків є ефективним методом, що відображає вірогідність змін у водних екосистемах в результаті впливу антропогенних і біотичних чинників. Структура угруповань гідробіонтів може бути основою для розрахунку екологічних ризиків. Екологічні ризики від хімічного (точкового, дифузного) забруднення та від ненормованих забруднень (термічного, біотичного) на ділянках модельних річок мають високу ступінь реальності, навіть на контрольних ділянках (табл. 2).

Результати визначення екологічних ризиків забруднення річок України

Водний об'єкт, джерело ризику (забруднення)		Екологічний ризик (значення)				
		Контроль	Скид	500 м	1 км	Відстань, на якій ризик рівний контролю
Р. Десна, «Чернігів- водоканал»	Б	0,16	0,84	0,69	0,16	1,0 км (0,16)
	Х	1,00	1,00	0,99	0,83	7,2 км (0,40)
Р. Горинь, Устя, «Рівнеазот»	Б	0,07	0,99	0,68	0,11	4,8 км (0,07)
	Х	0,76	1,00	0,99	0,99	4,8 км (0,94)
Р. Дніпро, м. Херсон, «Водоканал»	Б	0,86	1,00	0,97	0,98	3,4 км (0,80)
Р. Дністер, ГЕС-1, ГЕС-2	Б	0,66	1,00	1,00	1,00	180 км (0,70)
р. Стир, РАЕС	Б	0,13	0,99	–	–	7 км (0,02)
р. Прип'ять, НПП «Прип'ять-Стохід»	Б	0,02	0,69	0,31	–	3 км (0,11)
	Х	0,72	0,99	0,99	0,99	–

Примітка. Б – за біотичними показниками, Х – за гідрохімічними; у дужках – значення ризику.

Ступінь антропогенного впливу та вірогідності ризику залежать від типу водного об'єкта і знижуються на відстані від джерела забруднення в залежності від розбавлення та процесів самоочищення.

В розділі запропоновано деякі практичні заходи щодо покращення стану водойм. Показано, що зниження екологічних ризиків можна досягти при застосуванні біопозитивних рішень: модернізації функціонування очисних споруд, організації біоплато, технічних рішеннях при експлуатації енергетичних станцій, вилученні зайвої біомаси гідробіонтів.

ВИСНОВКИ

- Аналіз сучасних методичних и практичних підходів до оцінки стану водних об'єктів вказує на те, що розрахунок екологічних ризиків є найбільш ефективним методом, який дає кількісне уявлення щодо вірогідності змін у водних екосистемах в результаті впливу антропогенних і біотичних чинників навіть при обмеженому об'ємі натурних даних.
- Структура угруповань гідробіонтів може виступати в якості основного критерію при розрахунку екологічних ризиків. Найбільш показовими були:
 - за дії точкових джерел хімічного забруднення та комунальних стоків – структура угруповань зообентосу (ТВІ, індекс сапробності) та планктонних угруповань (рівень розвитку, індекс сапробності);
 - при дифузному забрудненні – структура донних угруповань;
 - при термічному забрудненні – структура донних угруповань та популяційні показники їх масових видів;

– при зменшенні пропускної спроможності русла річки, викликаного надмірним розвитком вищої водної рослинності – фітофільна фауна та риби. Крім того, іноді є потреба долучати до розрахунків гідрохімічні дані.

3. Дослідження біотичних компонентів водних об'єктів України з різнотипним антропогенним навантаженням (точкове, дифузне, хімічне забруднення, термічний вплив) демонструє, що їх стан на ділянці джерела забруднення знаходиться в зоні вкрай високого ризику, зокрема, за показниками стану угруповань донної фауни ризик склав: у р. Дніпро біля м. Херсон – 1,00; у р. Горинь – 0,99; у р. Стир – 1,00; в р. Десна – 0,84; в р. Дністер – 1,00; в р. Прип'ять – 0,87.
4. Розрахунки екологічних ризиків вказують на високу ступінь їх реальності для досліджених водних об'єктів навіть в точках контролю: у р. Дніпро біля м. Херсон – 0,86; у р. Горинь – 0,76; у р. Стир – 0,87; в р. Десна – 1,00; в р. Дністер – 0,66; в р. Прип'ять – 0,72.
5. Значення ризику залежать від типу водного об'єкта і зазвичай швидко знижуються на певній відстані від джерела забруднення в залежності від розбавлення та процесів самоочищення: у р. Дніпро біля м. Херсон – 3,4 км; у р. Горинь – 4,8; у р. Стир – 3,2; в р. Десна – 1,0 км.
6. У випадках, коли джерело забруднення має великі обсяги скиду порівняно з витратами річки, зниження показників екологічного ризику проходить повільно і спостерігається на дуже великій відстані: в р. Дністер – більш ніж 120 км від скиду.
7. Методика оцінки екологічних ризиків може бути використана для розрахунків впливу ненормованих забруднень, зокрема, термічного та біотичного.
8. Незважаючи на високу резистентність до температури і осушення, розмірна структура популяції і стан черепашки черевоногих молюсків *Theodoxus fluviatilis* можуть бути репрезентативними індикаторами техногенного впливу на біоту річки і відображати рівень екологічних ризиків.
9. Негативний вплив на водні об'єкти можуть здійснювати також і біотичні чинники, зокрема, заростання русла вищою водною рослинністю та утворення заторів, що призводить до заморних явищ. Значення екологічного ризику від заростання русла у р. Прип'ять знижується нижче за течією від затора на відстані 3 км.
10. Зниження екологічних ризиків можна досягти при застосуванні біопозитивних рішень: модернізації функціонування очисних споруд, організації біоплато, оптимізації експлуатації енергетичних станцій, вилученні зайвої біомаси гідробіонтів.

Список основних наукових праць, опублікованих за темою дисертації

Монографії

1. Управление трансграничным бассейном Днепра: суббассейн реки Припяти / Афанасьев С.А., Громова Ю.Ф., Летицкая Е.Н., Середя Т.Н., Тишиков Г.М., Тишиков И.Г., Трылис В.В., Усов

- А.Е., **Цыбульский А.И.** [под ред. А.Г. Ободовского, А.П. Станкевича, С.А. Афанасьева]. – Киев: Кафедра, 2012. – 448 с. (Структура сообществ гидробионтов и биологическая оценка трансграничных водных объектов бассейна р. Припяти. – С. 229–236; Характеристика основных трансграничных объектов бассейна р. Припяти и биологическая оценка их состояния. – С. 236–277). (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).
2. Афанасьев С.О. Гідроекосистеми заповідних територій верхньої Прип'яті в умовах кліматичних змін : монографія / Афанасьев С.О., Летицька О.М., Триліс В.В., Усов О.Є., **Цыбульский О.И.** / за ред. В.Д. Романенка, С.О. Афанасьева та В.І. Осадчого. – К.: Кафедра, 2013. – 228 с. (розд. 4. Біорізноманіття та структура основних угруповань гідробіонтів верхньої Прип'яті, розд. 5. Адаптація гідроекосистем в умовах кліматичних змін). (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).
3. Афанасьев С.А. Результаты экспедиционных исследований трансграничного участка Днепра / Афанасьев С.А., Громова Ю.Ф., Корнеев В.Н., Летицкая Е.Н., Оберемчук Т.В., Серeda Т.Н., Станкевич А.П., Титов К.С., Тишиков И.Г., Тишиков Г.М., Усов А.Е., **Цыбульский А.И.**, Ярошевич А.Е. // Управление трансграничным бассейном Днепра. Экологическое состояние трансграничного участка Днепра (Украина – Беларусь) и интеркалибрация результатов гидробиологической оценки: монография / под ред. С.А.Афанасьева, Т.Н.Середы. – Киев: Кафедра, 2015. – 116 с. (С. 31–63. *Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).

Статті у фахових виданнях

4. Шевцова Л.В. Влияние холодных техногенных вод на структуру популяціїи моллюска *Theodoxus fluviatilis* L. (Gastropoda, Neritidae) р. Дністер / Шевцова Л.В., **Цыбульский О.И.** // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спец. вип. «Гідроекологія».– 2005.– №3 (26).– С. 479–481. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).
5. Цыбульский А.И. Оценка экологических рисков в рамках целей ВРД 2000/60 ЕС в Украине / Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія. – 2015. – № 3–4 (64). – С. 706–709.
6. Шевцова Л.В. Распространение моллюсков *Theodoxus fluviatilis* L. В р. Днестр и влияние на их структурную организацию работы гидроузлов / Шевцова Л.В., **Цыбульский А.И.** // Гидробиол. журн. – 2006. – Т. 42, № 3. – С. 12–26. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).
7. Усов А. Е. Экологические риски, возникающие вследствие сброса загрязненных вод г. Чернигова / Усов А.Е., Афанасьев С.А., Гулейкова Л.В., Серeda Т.Н., **Цыбульский А.И.** // Гидробиол. журн. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 45–59. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).

Патенти

8. А.с. Укр. Держ. Патент.– Ser. МПК (2009) G01N 33/18 Спосіб визначення екологічного стану водойм / Афанасьєв С.О., Усов А.Є., **Цыбульский А.И.**, Шевцова Л.В. – № а200806287 заявл. 27. 10.2009 №12467/1. – опубл. 11.01.2010 р. Відомості ДДПВ, бюл. №1. (*Аналіз матеріалу, ідея та написання патенту*).

Статті у інших періодичних наукових виданнях

9. Афанасьєв С.А. Определение экологических рисков сброса загрязненных сточных вод города Херсон в р. Днепр по гидробиологическим показателям / Афанасьєв С.А., **Цыбульский А.И.**, Карпова Г.А., Набиванец Ю.Б. // Екологія і природокористування. Зб. наук. праць. – 2003. – Вип. 6. – С. 212–221. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).
10. Цыбульський О.І. Системний підхід до охорони природи Дніпровсько-Бузького регіону // Таврійський наук. вісник. – Зб. наук. праць. Сучасні проблеми аквакультури. – Херсон: Айлант, 2003. – Вип. 29 (спец.). – С.215–221.
11. Афанасьєв С.А. Экологические риски, возникающие в малых реках от сбросных вод г. Ровно / Афанасьєв С.А., **Цыбульский А.И.**, Карпова Г.А., Набиванец Ю.Б. // Зб. наук. праць Донец. держ. ун-ту управління: «Екологічний менеджмент як складова частина сталого розвитку»: Серія «Державне управління», т. 5, вип. 36, секція 2 «Екологічна та техногенна безпека». – Донецьк, 2004. – С. 10–21. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).
12. Васенко О.Г., Поддашкін О.В., Рибалова О.В., Афанасьєв С.О., **Цыбульський О.И.** Ієрархічний підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану екосистем поверхневих вод України // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки : Зб. наук. праць УкрНДІЕП. – Харків, 2010. – Вип. XXXII. – С. 75–90. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).
13. Romanenko V.D. Appraisal of methodology of ecological risks assessment arising from pollution of the rivers of the Ukraine / V.D. Romanenko, S.A. Afanasyev, **A.I. Tsybulskiy** // Threats to Global Water Security (NATO Science for Peace and Security Series – C: Environmental Security) / Ed. by J. A. A. Jones, T. G. Vardanian, C. Hakopian. – Dordrecht : Springer, 2009. – P. 323–332. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, ідея та написання статті*).

Матеріали та тези конференцій

14. Шевцова Л.В. Гидроэкологическая характеристика трансграничных участков Нижнего Днестра / Шевцова Л.В., Гулейкова Л.В., Мантурова О.В., **Цыбульский А.И.** // Интегрированное управление природными ресурсами трансграничного бассейна Днестра : Материалы Междунар. конф., Кишинев, 16–17 сент. 2004 г. – Chisinau : Eco-TIRAS, 2004. – P. 380–383. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).

15. Цыбульский А.И. Определение экологических рисков от сбросов очистных сооружений г. Чернигов в р. Белоус / **Цыбульский А.И.**, Усов А.Е. : Материалы III Междунар. науч.-техн. конф. «Наука, образование, производство в решении экологических проблем». – Уфа: Штайм, 2006. – Т. 2. – С. 123–126. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, ідея та написання статті*).
16. Цыбульский А.И. Определение экологических рисков, возникающих при работе Днестровской ГЭС по структурным показателям моллюска *Theodoxus fluviatilis* L. : Тезы V междунар. научно-практ. конф. «Эколого-экономические проблемы Днестра», 4–6 окт., 2006, Одесса. – Одеса : Іннов.-інформ. центр ІНВАЦ. – 2006. – С. 124.
17. Шевцова Л.В. Показатели зообентоса как элемент оценки экологического состояния трансграничного участка Среднего Днестра / Шевцова Л.В., Цыбульский А.И. // Материалы Междунар. конф. «Управление трансграничной рекой Днестр и Водная рамочная директива Европейского союза», Кишинев, 2–3 окт. 2008 г. – Chişinău: Eco-TIRAS, 2008. – P. 335–338.
18. Цыбульский А.И. Риск деградации зообентоса р. Стырь в зоне влияния Ровенской АЭС / **Цыбульский А.И.**, Силаева А.А., Усов А.Е. : Матеріали V наук. конф. «Фізичні методи в екології, біології та медицині», Львів–Ворохта, 18–21 вер. 2014 р. – Львів: Видав. Центр ЛНУ, 2014. – С. 108–111. (*Обробка та аналіз матеріалу, ідея та написання статті*).
19. Цыбульский А.И. Оценка экологических рисков как составляющая трансграничного мониторинга водных объектов / **Цыбульский А.И.**, Усов А.Е. // Materials Intern. Symp. dedicated to 75th anniv. Prof. A.Munteanu «Sustainable use and protection of animal world diversity» / red. Toderaş Ion [et al.]. – Chişinău: Tipografia AŞM, 2014. – P. 241–243. (*Аналіз матеріалу, написання статті*).
20. Afanasyev S. Testing of methodology for assessment of ecological risks, occur under pollution of water bodies of Ukraine / Sergey Afanasyev, **Aleksander Tsybulskiy** // Natural Disasters and Water Security: Risk Assessment, Emergency Response, and Environmental Management (NATO Advanced Research Workshop). Abstr. Oct. 18–22, 2007, Yerevan, Armenia. – Yerevan : Yerevan State Univ. Press, 2007. – P. 42–43. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, написання статті*).

Анотація

Цыбульський О.І. Угрупування гідробіонтів як показник екологічних ризиків забруднення річок України. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – гідробіологія. Інститут гідробіології НАН України, Київ, 2017 р.

Дисертацію присвячено вирішенню актуальних завдань наукового обґрунтування можливості визначення екологічних ризиків та оцінки екологічного стану водних об'єктів, які зазнають впливу різних за величиною та природою антропогенних чинників. В основі методу лежить принцип використання гідробіологічних показників.

Виконано розрахунки екологічних ризиків на водних об'єктах різних типів. Визначено динаміку та встановлено тенденції зміни екологічного стану антропогенно навантажених ділянок річок Горинь, Устя, Десна, Білоус, Дніпро. Визначено екологічні ризики від скиду холодних вод Дністровської ГЕС у р. Дністер та скиду підігрітих вод Рівненської АЕС в р. Стир. Розраховано екологічні ризики, що виникають під впливом літніх заморів та заторів, сформованих залишками вищої водної рослинності в р. При'пять.

Обґрунтовано і доведено доцільність використання методики визначення екологічних ризиків у випадках, коли є певна невизначеність стану екосистем і нестача початкових даних про антропогенні навантаження на них, не визначені реакції екосистем на ці навантаження і вони мають характер вірогідності.

На підставі визначення екологічних ризиків за структурними характеристиками моллюсків *Theodoxus fluviatilis* розроблено патент України (Ser. МПК (2009) G01N 33/18). Методика використовується у навчальному процесі та науково-дослідній роботі Чернігівського національного університету (акт впровадження №04-11/811 від 17.10.2007).

Ключові слова: екологічний ризик, водні екосистеми, угруповання, гідробіонти, оцінка стану, скиди, антропогенний тиск.

Аннотация

Цыбульский А.И. Сообщества гидробионтов как показатель экологических рисков загрязнения рек Украины. – Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.17 – гидробиология. Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, 2017 г.

Диссертация посвящена решению актуальных задач научного обоснования возможности определения экологических рисков и оценки экологического состояния водных объектов, которые испытывают влияние разных по величине и природе антропогенных факторов. В основе метода лежит принцип использования гидробиологических показателей.

Выполнены расчеты экологических рисков на водных объектах разных типов. Определена динамика и установлены тенденции изменения экологического состояния антропогенно нагруженных участков рек Горынь, Устя, Десна, Білоус, Днепр. Определены экологические риски от сброса холодных вод Днестровской ГЭС в р. Днестр и сброса подогретых вод Ровенской АЭС в р. Стир. Рассчитаны экологические риски, возникающие под влиянием летних заморів и заторів, сформированных из остатков высшей водной растительности в р. Припять.

Обоснована и доказана целесообразность использования методики определения экологических рисков в случаях, когда есть некоторая неопределенность состояния экосистем и недостаток начальных данных об антропогенных нагрузках на них, не определены реакции экосистем на эти нагрузки и они имеют характер достоверности.

На основании определения экологических рисков по структурным характеристикам моллюсков *Theodoxus fluviatilis* разработан патент Украины (Ser. МПК (2009) G01N 33/18). Методика используется в учебном процессе и научно-исследовательской работе Черниговского национального университета (акт внедрения №04-11/811 от 17.10.2007).

Ключевые слова: экологический риск, водные экосистемы, группировки, гидробионты, оценка состояния, сбросы, антропогенная нагрузка.

Annotation

Tsybulskiy O.I. Communities of hydrobionts as indicator of environmental risks of pollution of the rivers of Ukraine. Manuscript. Thesis for obtaining the degree Candidate of Sciences (Biology). Speciality – 03.00.17 – hydrobiology. Institute of Hydrobiology National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2017.

The thesis covers solution of topical tasks of the scientific substantiation of possibilities of the environmental risks determination and assessment of ecological status of the water bodies, subjected to impacts of anthropogenic factors of various power and nature. The method is based on principle of use of the hydrobiological parameters.

Calculations of environmental risks were carried out in the water bodies of different types. Dynamics was determined and tendencies were revealed of changes of ecological status of the anthropogenically loaded sections of the rivers Gorun', Ustia, Styr, Bilous, Desna and Dnieper. Environmental risks of the cold waters discharge from the Dniester reservoir into the Dniester River were established and discharge of heated water of the Rivnenska NPP to Styr River. Calculated the environmental risks arising under the influence of summer overgrowing with higher aquatic vegetation in the river Pripyat.

Reasonability was substantiated and confirmed of application of methodic of the environmental risks determination in the cases of uncertainties in data on ecosystems' state and incompleteness of initial data on anthropogenic impacts on them, when ecosystems' responses to such impacts are unknown and they are of stochastic nature.

Based on the calculation of environmental risk of the structural characteristics of *Theodoxus fluviatilis* was developed (Patent of Ukraine. Ser. МПК (2009) G01N 33/18). The methodic is used in educative process and research work of the Chernigiv state teachers'-training university (implementation act N №04-11/811 of 17.10.2007).

Key words: environmental risks, aquatic ecosystems, communities, hydrobionts, state assessment, discharges, anthropogenic load.