

УДК 504.61 (477.8)

ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ПАРАМЕТРІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗАКАРПАТТЯ

Л. М. Архипова, Я. О. Адаменко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна. E-mail: konsevich@ukr.net

Дослідження якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем базувалось на обробці даних 15 річних спостережень державної системи моніторингу шляхом визначення запропонованого комплексного індексу потенціалу якості. В роботі встановлено функціональні закономірності просторового розподілу параметрів якісної складової природно-техногенної безпеки з можливістю визначення їх норми за значенням висоти місцевості в будь-якому створі гідроєкосистеми Тиси в межах Карпатського регіону. Проведена комплексна оцінка параметрів якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем для всіх пунктів спостережень державної системи моніторингу гідроєкосистеми Тиси з розробленням картографічної моделі у геоінформаційному середовищі просторового розподілу комплексного індексу потенціалу якості. Це дозволяє нормувати ресурсоспоживання на основі встановлення фонового нормативного стану гідроєкосистем.

Ключові слова: природно-техногенна безпека, Тисянська гідроєкосистема, функціональні залежності

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗАКАРПАТТЯ

Л. Н. Архипова, Я. О. Адаменко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, г. Івано-Франківськ, 76019, Україна. E-mail: konsevich@ukr.net

Исследование качественной составляющей природно-техногенной безопасности гидроэкоосистем основано на обработке данных 15 летних наблюдений государственной системы мониторинга путем определения предложенного комплексного индекса потенциала качества. В работе установлены функциональные закономерности пространственного распределения параметров качественной составляющей природно-техногенной безопасности с возможностью определения ее нормы по значению высоты местности в любом створе гидроэкоосистемы Тисы в пределах Карпатского региона. Проведена комплексная оценка параметров качественной составляющей природно-техногенной безопасности гидроэкоосистем для всех пунктов наблюдений государственной системы мониторинга гидроэкоосистемы Тисы с разработкой картографической модели в геоинформационной среде пространственного распределения комплексного индекса потенциала качества. Это позволяет нормировать ресурсопотребление на основе установления фонового нормативного состояния гидроэкоосистем.

Ключевые слова: природно-техногенная безопасность, Тисянская гидроэкоосистема, функциональные зависимости

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Екологічні проблеми гідроєкосистем є обмежувальним фактором водокористування й водоспоживання переважної частини населення країни. Аналіз попередніх досліджень дозволяє констатувати недостатню вивченість та узагальненість умов природно-техногенної безпеки гідроєкосистем, а також проблем управління безпекою, особливо на регіональному рівні.

МЕТОЮ РОБОТИ є вирішення актуальної проблеми підвищення рівня екологічної безпеки поверхневих природно-техногенних гідроєкосистем (ПТГЕС) шляхом встановлення просторово-часових закономірностей зміни параметрів безпеки гідроєкосистем у межах Карпатського регіону для обґрунтування допустимих рівнів впливу техногенної діяльності, заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Дослідження якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем базувалось на обробці даних багаторічних спостережень (1997-2011 рр.) за державною програмою моніторингу навколишнього середовища на водних об'єктах України. Шляхом математичної обробки результа-

тів аналізів якості поверхневих вод розраховується комплексний індекс потенціалу якості (КПЯ) [1]. У розрахунках КПЯ підсумовуються коефіцієнти запасу органічних, фізичних, хімічних, біологічних, токсикологічних та ін. показників (відносна величина резервної потужності), які є перевищенням допустимих значень над фактичними та віднімаються коефіцієнти дефіциту запасу показників (відносна величина нестачі резерву), які розраховуються як перевищення допустимих концентрацій (або інших вимірів). Результат ділиться на кількість використаних показників:

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

де $НЯ_i$ – норматив якості води для i -го показника – граничні величини (допустимі) показників стану вод та їх властивостей, що відповідають вимо-

гам різних споживачів; C_i – фактичне значення якості води для i -го показника; n – кількість показників.

Для знаходження норми комплексного індексу потенціалу якості для гідроєкосистеми р. Тиса вказаний показник був розрахований по пунктах спостережень в басейні згідно програми Державного моніторингу довкілля в частині здійснення Держводагенством України контролю за якістю поверхневих вод для території Карпатського регіону, а саме в адміністративному відношенні території Закарпатської області. Розрахунки КІПЯ складаються в багаторічні ряди значення комплексного показника якості, що виявляє певні закономірності розподілу в часі і в просторі.

Картографічна модель (рис. 1) ілюструє ізолініями шести відтінків основного кольору просторову зміну реального стану якості гідроєкосистем Тиси, обчислену через показник середньо багаторічного КІПЯ, який змінюється в даному випадку від +2

КІПЯ до +8 КІПЯ.

Тобто найтемнішим відтінком рожевого кольору позначена зона напруження адаптації гідроєкосистеми р. Тиса з градацією від +2 до +3 КІПЯ, більш світлими відтінками рожевого з градаціями від +3 до +5 позначена оптимальна зона, решта найсвітліших відтінків рожевого характеризують буферну зону екологічної рівноваги за якісною складовою екологічної безпеки гідроєкосистеми р. Тиса.

Проте, за картою можна лише орієнтовно оцінювати реальну якісну складову екологічної безпеки гідроєкосистем [2]. Більш точні дані отримують за функціональними залежностями, які наведені нижче.

Для отримання функціональної лінійної залежності та рівняння регресії двох рядів спостережень показника КІПЯ і абсолютної висоти місцевості, на який розташований пункт спостережень, застосовувалась за аналогією програма TableCurve 2D.

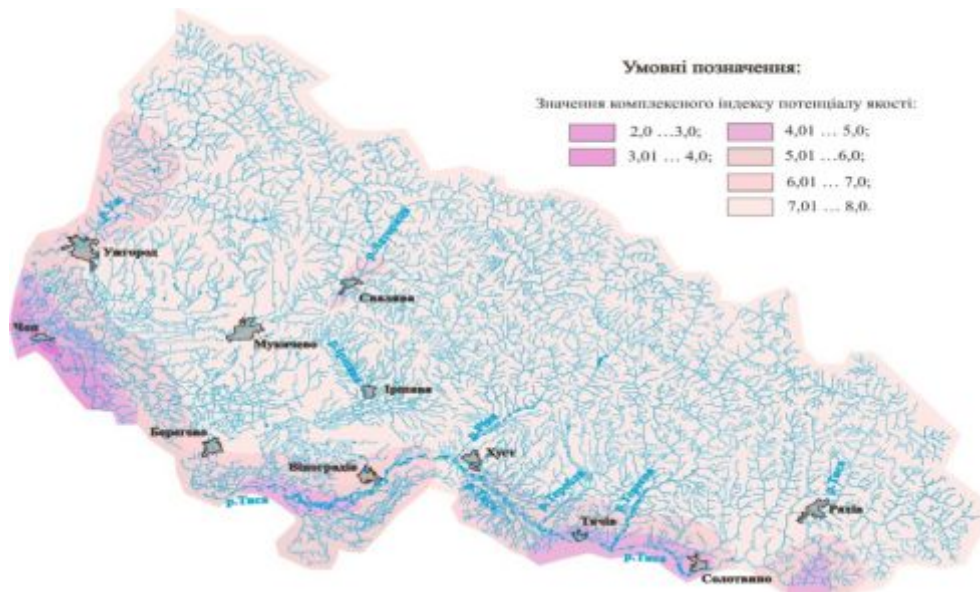


Рисунок 1 – Карта-схема ізоліній просторового розподілу комплексного індексу потенціалу якості в межах гідроєкосистеми р. Тиса

Основне завдання кореляційного і регресійного методів полягає в аналізі статистичних даних для виявлення математичної залежності між досліджуваними ознаками і встановлення за допомогою коефіцієнта детермінації (кореляції) порівняльної оцінки щільності взаємозв'язку.

Після того, як для гідроєкосистем рік Прута, Сірету і Дністра аналізом було встановлено, що зв'язок між явищами є, і визначено загальний характер цього зв'язку (збільшення комплексного індексу потенціалу якості з висотою), статистичний аналіз за допомогою кореляційного і регресійного методів, надав цим зв'язкам числового виразу, стає можливим стверджувати, що аналогічний зв'язок існує й для гідроєкосистеми р. Тиса.

Враховуючи те, що згідно змістовної суті за формулою визначення КІПЯ, в природному стані для гідроєкосистем Карпатського регіону він не може

знижуватись нижче -1, навіть в тому випадку, якщо всі показники знаходяться на рівні гранично допустимих концентрацій, для отримання функціональних залежностей норми КІПЯ в просторі, всі обрховані від'ємні значення і значення КІПЯ < 1 були відкинуті з огляду на те, що в природному стані такі значення не є характерними для гідроєкосистем Карпатського регіону і, фактично, є ознакою техногенного навантаження. Отриманий ряд розрахованих показників КІПЯ гідроєкосистеми Тиси нараховує 20 пар значень і складається із середньо багаторічних значень показника якісної складової природно-техногенної безпеки, розрахованих для пунктів моніторингу і значень абсолютної висоти місцевості, на яких пункти спостережень розташовані.

За допомогою програми TableCurve 2D нами була одержана наступна регресійна тісна функціо-

нальна залежність норми (середньо багаторічного значення) якісного стану водойм гідроекосистеми р. Тиси в межах Карпатського регіону з висотою місцевості (рис. 2). Серед численних моделей, що пропонує програма, подана на рисунку знаходилась під №1 в ранжуванні за значенням коефіцієнта детермінації $r^2=0,719$. Загалом кореляційний і регресійний методи аналізу вирішують два основні завдання: визначають за допомогою рівнянь регресії аналітичну форму зв'язку між варіацією ознак X і Y та встановлюють ступінь щільності зв'язку між ознаками. Отриманий на рис. 2 зв'язок по типу: факторна ознака безпосередньо пов'язана з резуль-

тативною. Отримане рівняння регресії характеризує зміну середнього рівня результативної ознаки Y залежно від зміни факторної ознаки X . Воно визначає математичне сподівання групових середніх результативної ознаки під впливом різних значень факторної ознаки. Визначення щільності зв'язку в кореляційно-регресійному аналізі ґрунтується на правилі додавання дисперсій, як і в методі аналітичного групування.

Коефіцієнт детермінації (r^2) характеризує ту частину варіації результативної ознаки Y , яка відповідає лінійному рівнянню регресії.

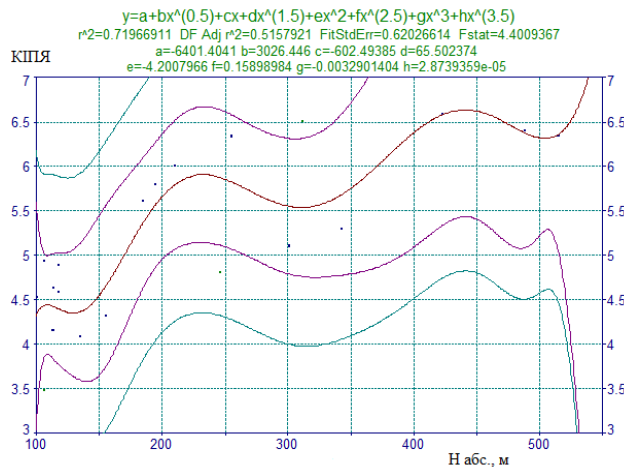


Рисунок 2 – Функціональна залежність норми якісного стану водойм гідроекосистеми Тиси з висотою місцевості

Перевірку сили зв'язку в кореляційно-регресійному аналізі здійснюють за допомогою тих самих критеріїв і процедур, що й у аналітичному групуванні. Ступені вільності залежать від числа параметрів рівняння регресії $k_1 = m - 1$ і кількості одиниць досліджуваної сукупності $k_2 = n - m$.

Істотність зв'язку коефіцієнта детермінації (R^2) перевіряють за допомогою таблиці критерію F для 5 % – го рівня значущості. Так, при $k_1 = m - 1 = 2 - 1 = 1$ (для лінійної моделі) і $k_2 = n - m = 20 - 2 = 18$. Фактичне значення F -критерію визначено програмою і в даному випадку складає 4,4. Критичне значення F_m

($\alpha=0,05$) = 4,41 на 0,01 більше від фактичного при рівні значимості $\alpha=0,05$, що не підтверджує істотність кореляційного зв'язку між досліджуваними ознаками.

Тому, для отримання істотного зв'язку між досліджуваними факторами розглянемо з експертної точки зору моделі, що розташувались нижче вище наведеної за величиною коефіцієнта детермінації. Найбільш логічно, на думку авторів виглядає лінійна залежність, що описується функцією $KI-ПЯ=8,129-39,334/H^{0,5}$ (рис. 3).

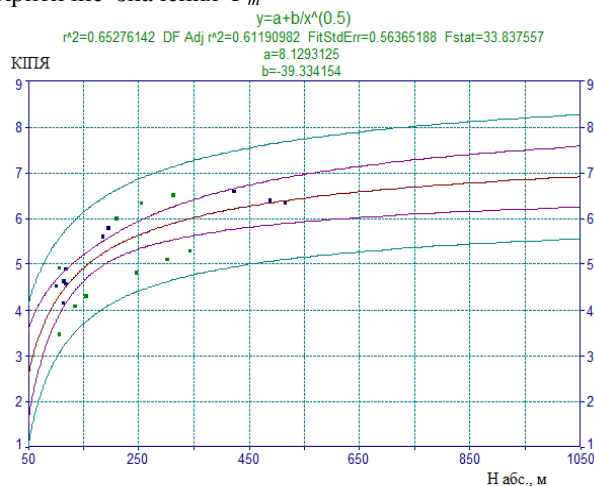


Рисунок 3– Апроксимована функціональна залежність норми якісного стану водойм гідроекосистеми Тиси в межах Карпатського регіону України з висотою місцевості

Отримана для гідроекосистеми р. Тиса в межах Українських Карпат функціональна залежність шляхом інтерполяції, тобто способом математичного обґрунтування невідомих значень динамічного ряду явищ на основі встановленого взаємозв'язку норми КШЯ з висотою над рівнем моря, була апроксимована неперервною лінійною функцією до висоти витоків р. Тиса (до 1050 м).

В даному випадку коефіцієнт детермінації $r^2=0,65$ дорівнює відношенню суми квадратів відхилень розрахункових значень регресанта від його середнього значення до суми квадратів відхилень спостережених значень регресанта від того самого середнього значення.

Стандартна похибка рівняння, коефіцієнт детермінації та множинної кореляції є характеристиками, за якими перевіряється правильність вибору незалежних змінних моделі. При порівнянні регресійних рівнянь з різною кількістю незалежних змінних вирішальними критеріями є стандартна похибка рівняння (найменша) та коефіцієнт детермінації (якомога ближчий до одиниці і з більшим числом ступенів свободи).

У задачах регресійного аналізу важливе значення має припущення про нормальний розподіл випадкових величин, що задіяні в даній моделі. Певні перетворення нормально розподілених величин забезпечують їх розподіл за законом Стюдента чи за законом Фішера: на підставі першого з них визначаються довірчі інтервали (представлені на рис. 3), а другий дає змогу оцінювати відношення двох випадкових величин.

Істотність зв'язку коефіцієнта детермінації, в даному випадку, перевіряємо також за допомогою таблиці критерію F для $\alpha=0,05$ рівня значущості. Так, при $k_1=m-1=2-1=1$ (для лінійної моделі) і

$k_2=n-m=20-2=18$ фактичне значення F -критерію визначено програмою і в даному випадку складає 33,8. Критичне значення $F_m(\alpha=0,05)=4,41$ значно менше від фактичного, що в даному випадку підтверджує істотність зв'язку між досліджуваними ознаками. Нульову гіпотезу про відсутність або незначущість зв'язку відхиляємо.

ВИСНОВКИ. Отже, за отриманою залежністю $y=8,129-39,334/x^{0,5}$ пропонується визначати норму потенціалу якості в будь-якій точці гідроекосистеми р. Тиси в межах території України. Вперше встановлено функціональні закономірності просторового розподілу параметрів якісної складової природно-техногенної безпеки на основі аналізу і обробки даних багаторічних спостережень з можливістю визначення їх норми за значенням гіпсометричної висоти в будь-якому створі Тисянської гідроекосистеми, що дозволяє нормувати ресурсоспоживання ПТГЕС на основі встановлення фонового нормативного стану гідроекосистем.

ЛІТЕРАТУРА

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

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

SPATIAL DISTRIBUTION OF THE ENVIRONMENTAL SAFETY PARAMETERS BY SURFACE WATER OF ZAKARPATTYA

L. Arkhipova, Ya. Adamenko

Ivano -Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
vul. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine. E-mail: konsevizh@ukr.net

The article deal with the qualitative research component of environmental and technical hydroecosystem's safety based on the data processing 15 annual observations state monitoring system by determining the proposed complex of the potential index. In this paper established the spatial distribution of functional parameters within Carpathian region with the ability to determine their norms for altitude the value at any alignment of Tisza River. As a result, was made the comprehensive evaluation of the quality parameters within the natural and man-made hydroecosystem's safety of all the observation points. Also, was made the cartographical model with the help of geoinformational systems showing the spatial distribution of the complex index of potential quality. This allows someone to normalize the resource using based on setting the background standard state of hydroecosystems.

Keywords: natural and technogenic safety, Tisza's hydroecosystem, functional dependences

REFERENCES

1. Arkhipova, L.N. [Utility model patent number 64027] (2011) Sposob otsinki yaksti poverkhnevux vod [Method of assessing the quality of surface water] the applicant Ivano-Frankivsk National Technical University on of oil and gas publ. 25.10.2011, Bull. Number 20.

2. Adamenko, Ya., Arkhipova, L., Mandryk, O. (2012) "Natural and technogenic safety hydroecosys-

tem the construction of tourist complex" Ecologo-pravovi ta ekonomichni aspect ekologichnoi bezpeki regioniv: Materialy VII Mizhnarodnoi naukovo-practichnoi konferentsii za uchastu molodykh naukovciv [Ecological and legal and economic aspects of environmental security regions: Proceedings of the VII International scientific conference with the participation of young scientists] Kharkov, HNADU, 17-19 October 2012, P. 45-46.