

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ

УДК 504.61 (477.8)

Ахрипова Л.М.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

БАГАТОРІЧНІ ТЕНДЕНЦІЇ І ЗАКОНОМІРНОСТІ ЧАСОВИХ ЗМІН ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ГІДРОЕКОСИСТЕМ

Встановлено багаторічні тенденції і закономірності часового розподілу якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону. Результати досліджень дозволяють оцінити існуючий рівень безпеки, визначити часову тенденцію розвитку з метою керування екологічною безпекою природно-техногенних гідроекосистем.

Ключові слова: природно-техногенна безпека, гідроекосистема, часові закономірності, індекс потенціалу якості.

Установлены многолетние тенденции и закономерности временного распределения качественной составляющей природно-техногенной безопасности гидроэкоосистем Карпатского региона. Результаты исследований позволяют оценить существующий уровень безопасности, определить временную тенденцию развития с целью управления экологической безопасностью природно-техногенных гидроэкоосистем.

Ключевые слова: природно-техногенная безопасность, гидроэкоосистема, временные закономерности, индекс потенциала качества.

Established long-term trends and patterns of temporal distribution of the qualitative component of natural and technogenic safety hydroecosystems Carpathian region. The results allow to evaluate the existing level of safety, to determine the temporal trend of development to environmental security management of natural and man-made hydroecosystems.

Keywords: natural and technogenic safety, hydroecosystems, temporal patterns, the index of potential quality.

Постановка проблеми. Екологічні проблеми гідроекосистем є обмежувальним фактором водокористування й водоспоживання переважної частини населення країни. Аналіз попередніх досліджень дозволяє констатувати недостатню вивченість та узагальненість умов природно-техногенної безпеки гідроекосистем, а також проблем управління безпекою, особливо на регіональному рівні. Вивчення попередніх наукових досягнень показує, що роботи у цій сфері проводяться, як правило, на окремих пооб'єктних компонентах без їх належного системного опрацювання [1-3]. Тому природно-техногенній безпеці гідроекосистем властива недостатня вивченість і відсутність єдиної методологічної основи з урахуванням різноманітних чинників небезпеки. Головним і загальним недоліком існуючих досліджень є недостатня реалізація екосистемного підходу у вирішенні завдань збереження та відновлення поверхневих гідроекосистем, створення умов надійної безпеки життя та діяльності людини в частині водокористування.

Задачі досліджень. Дослідження, що проводяться, призначені для вирішення актуальної науково-прикладної проблеми підвищення рівня екологічної безпеки поверхневих природно-техногенних гідроекосистем Карпатського регіону на засадах сталого збалансованого водокористування, дослідження просторово-часових закономірностей розподілу кількісних і якісних показників безпеки. Дана стаття висвітлює аналіз багаторічних тенденцій і закономірностей часових змін якісних параметрів природно-техногенної безпеки гідроекосистем. В якості основного параметру оцінки якісної

складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем автором застосовується комплексний індекс потенціалу якості (КПЯ) [4,5].

В розрахунках КПЯ підсумовуються так звані коефіцієнти запасу показників (відносна величина резервної потужності), що розраховуються як перевищення допустимих значень над фактичними (концентраціями, одиницями, балами, кількістю і т. ін.) та віднімаються коефіцієнти дефіциту запасу показників (відносна величина нестачі резерву), що розраховуються як перевищення концентрацій (або інших вимірів) над допустимими значеннями (в тих же одиницях). 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 конкретного показника, під яким розуміють допустимі (граничні величини) показників фізико-хімічного і біологічного стану вод та їх властивостей, що відповідають вимогам різних споживачів;

i – показник;

n – кількість показників.

Виклад основного матеріалу. Як показано в роботах автора [4,5], КПЯ, як показник якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем, виявляє закономірності розподілу в просторі (з висотою місцевості, за довжиною ріки). Логічно зробити припущення, що існують закономірності розподілу в часі.

Для підтвердження спробуємо проаналізувати динаміку зміни якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистем протягом 1997-2011 рр. Для отримання трьохмірних залежностей застосовувалась програма TableCurve 3D. Перша спроба побудови трьохмірної моделі (рис. 1) виявляє подібність змін у часі двох площин, що характеризують динаміку середньорічного показника КПЯ для гідроєкосистем р. Бистриця-Солотвинська і р. Бистриця-Надвірнянська з тенденцією покращення потенціалу якості вказаних гідроєкосистем в часі.

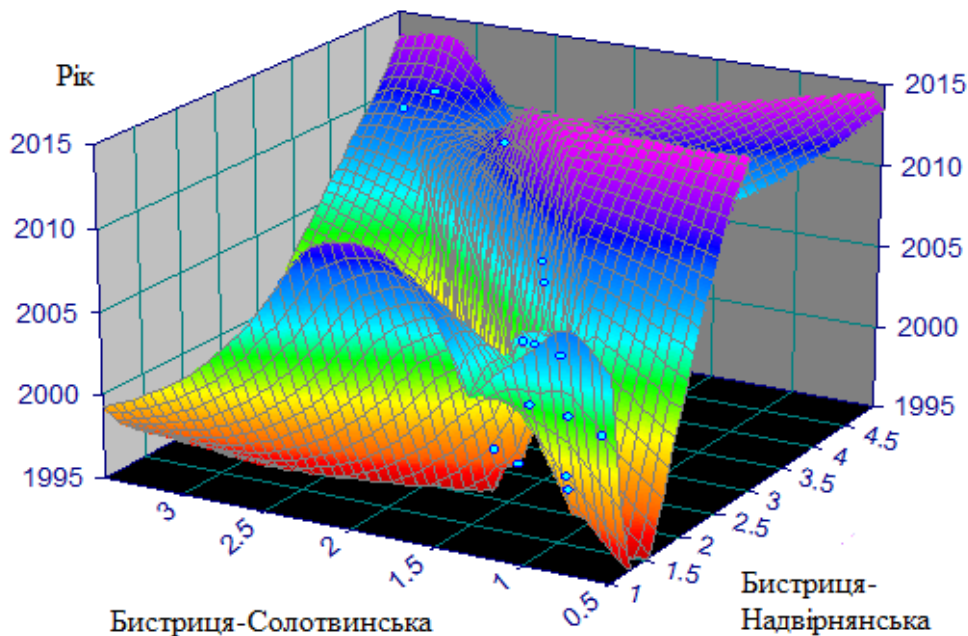


Рис. 1. Модель 15-річної динаміки комплексного індексу потенціалу якості для гідроєкосистем Бистриці-Солотвинської і Бистриці-Надвірнянської

Надалі спробуємо підтвердити цю тенденцію, використовуючи ряди спостережень гідроекосистем, що наближаються або знаходяться в зоні екологічної рівноваги. На рис. 2 побудована крапкова діаграма для порівняння декількох наборів отриманих даних, які виводяться у вигляді точок. Діаграма ілюструє багаторічну динаміку (1997-2011 рр.) осередненого за рік КІПЯ по окремих створах басейну р. Прут в межах Карпатського регіону з прогноною тенденцією до 2016 р. Використання точкової діаграми в програмному продукті Microsoft Exel XP дозволяє апроксимувати ряд спостережень (за методом найменших квадратів), побудувати прогнозну лінію тренду з виводом рівняння і коефіцієнту апроксимації. Потрібно зауважити, що прогнозування такого роду правильне в тому випадку, якщо умови існування природно-техногенної гідроекосистеми зберігають ту ж динаміку на прогнозований інтервал часу.

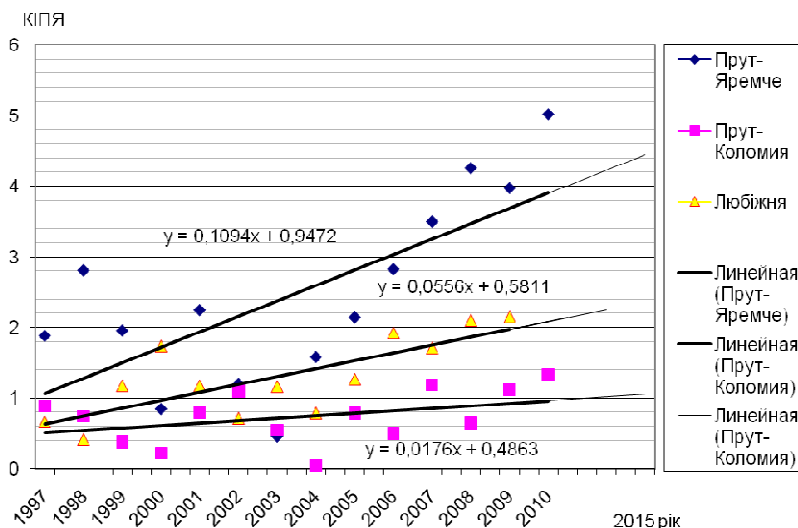


Рис. 2. Динаміка зміни середньорічного комплексного індексу потенціалу якості в трьох показових створах гідроекосистеми р. Прут в межах Карпатського регіону з прогноною тенденцією до 2015 р.

На рис. 3 представлена діаграма багаторічної динаміки (1997-2011 рр.) осередненого за рік КІПЯ по окремих створах басейну р. Дністер в межах Карпатського регіону з прогноною тенденцією до 2016 р. Всі побудовані лінійні тренди мають чітке спрямування на покращення якісних показників гідроекосистеми р. Прут і р. Дністер в часі, причому, чим ближче до верхньої течії, тобто, чим менше існує антропогенне навантаження на гідроекосистему, тим більший кут нахилу поверхні лінії тренду відносно вісі абсцис. Наступна виявлена закономірність: чим менші абсолютні показники КІПЯ, тим менш виявленою є тенденція зміни в часі і тим менший абсолютний показник приросту позитивної динаміки. Ця закономірність логічно обумовлена змістовною суттю градаційного поділу на категорії показника КІПЯ: коли значення показника наближується до одиниці, гідроекосистема переходить в стан пессимуму, відповідно процеси самовідновлення пригнічуються.

Найбільш надійною є лінія тренду, якщо її величина вірогідності апроксимації (r^2) дорівнює або наближається до 1. Тип наявних даних визначає тип лінії тренду. У випадку наближення вірогідності апроксимації до 1, можна стверджувати, що лінія тренду якнайкраще описує наявний набір даних. Зрозуміло, що дані, які відображають розвиток складних природних процесів у часі, не підпорядковуються чітким лінійним закономірностям. Але, для виявлення загальної тенденції автором свідомо обирались саме лінійні тренди.

Отже, загальною виявленою тенденцією розвитку якісної складової гідроекосистем басейну р. Прут і басейну р. Дністер в розрізі останніх 15 років є тенденція яскраво

вираженого самовідновлення і прагнення досягнення встановлених значень норми комплексного індексу потенціалу якості. Причому, чим ближче до природних умов знаходиться гідроекосистема і чим більші її абсолютні показники КІПЯ, тим більш чіткою є закономірність позитивного розвитку її в часі, більшим є абсолютний показник приросту потенціалу якості і більшою виявляється вірогідність апроксимації лінійної лінії тренду.

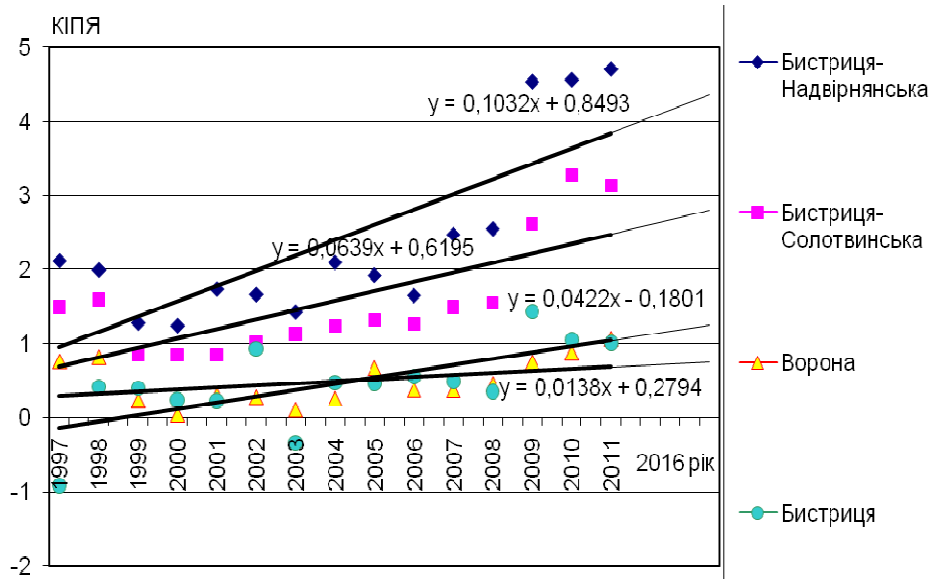


Рис. 3. Динаміка зміни середньорічного комплексного індексу потенціалу якості в трьох ПТГЕС гідроекосистемі р. Дністер в межах Карпатського регіону з прогнозуною тенденцією до 2016 р.

Така тенденція, на думку автора, обумовлена загальним спадом виробництва в Карпатському регіоні, зменшенням загальної кількості населення на 15% [8], з врахуванням суттєвої трудової міграції за кордон саме жителів регіону, реальна цифра зменшення населення за цей час складає 25% і більше. Відповідно, величина водоспоживання, водокористування та обсягів забруднення гідроекосистем регіону зменшилась.

Модель на рис. 4, яка виявляє подібність змін у часі двох площин, що характеризують динаміку середньорічного показника КІПЯ р. Лімниці і р. Бистриці – сусідніх гідроекосистем. За допомогою програми TableCurve 3D нами була одержана наступна регресійна тісна функціональна залежність норми (середньо багаторічного значення) якісного стану водойм гідроекосистем р. Лімниці і р. Бистриці в межах Карпатського регіону в 15-річній динаміці.

Модель описується рівнянням поліному високого порядку:

$$z = 39294,85 - 73469,18x + 57031,47x^2 - 21771,27x^3 + 40,79,4x^4 - 299,38x^5 + 1,55/y - 3,02/y^2 + 0,597/y^3 + 0,197/y^4 - 0,048/y^5. \quad (2)$$

Між варіативними ознаками x , y , z існує тісний зв'язок – коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,938$. виправлений з врахуванням ступенів свободи коефіцієнт детермінації ($D = r^2 = 0,71$) показує, що варіація x , y мінімум на 71% зумовлена варіацією z . Перевірка суттєвості зв'язку здійснювалась за допомогою F-критерія Фішера. Із спеціальних статистичних таблиць у відповідності зі значеннями ступенів свободи ($k1=2$, $k2=13$) визначаємо так зване табличне значення F-критерія (Fтабл). Якщо виконується умова $F > F_{табл}$, зв'язок між показниками можна вважати суттєвим, (невипадковим). Табличне значення $F = 3,8$ при рівні значимості 0,05 менший знайденого $F = 6,1$, отже, зв'язок між ознаками не випадковий (суттєвий).

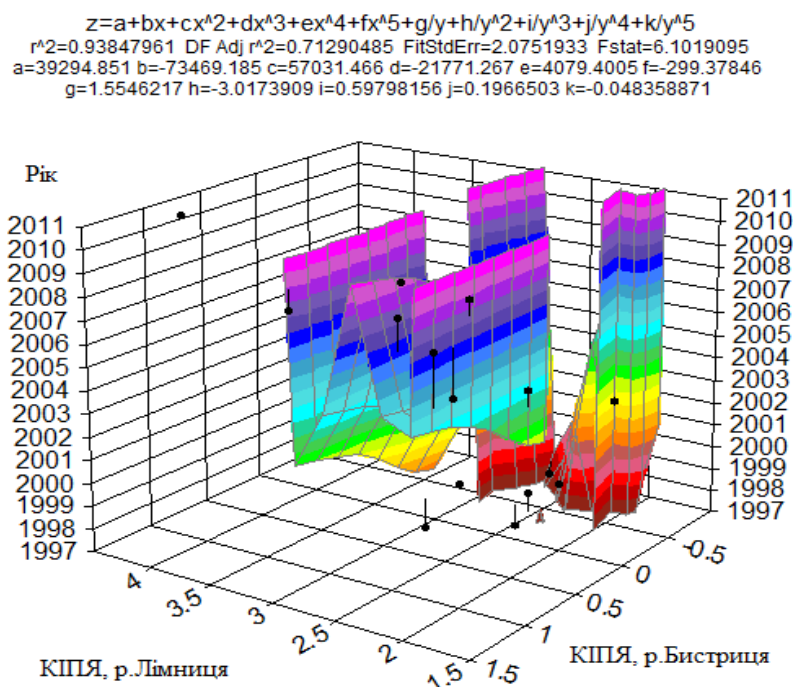


Рис. 4. Модель 15-річної динаміки комплексного індексу потенціалу якості для гідроекосистем Бистриці і Лімниці

Не зважаючи на те, що р. Бистриця постійно перебуває під значним антропогенним тиском (колектор стічних вод обласного центру), що відбивається на показниках КПЯ (коливаються біля нуля), а р. Лімниця вважається «найчистішою у Європі», сусідні гідроекосистеми виявляють подібність динаміки якісного показника природно-техногенної безпеки в часі. Це дозволяє зробити припущення про те, що переважаючими чинниками, що зумовлюють закономірні багаторічні зміни характеристик гідроекосистеми р. Дністер, є природні.

Аналогічна модель була побудована для двох рядів спостережень, між якими виявився найтісніший зв'язок за значенням коефіцієнту парної кореляції, між середньо багаторічними значеннями показника якісної складової природно-техногенної безпеки р. Бистриця-Надвірнянська і аналогічним 15 річним рядом спостережень р. Бистриця-Солотвинська (рис. 5).

Модель описується рівнянням поліному високого порядку:

$$z = (2002,81 - 4309,74x + 13170,54\ln y + 1934,01x^2 + 15647,94(\ln y)^2 - 10903,39x\ln y) : (1 - 2,15x + 6,58\ln y + 0,966x^2 + 7,82(\ln y)^2 - 5,45x\ln y). \quad (3)$$

Між варіативними ознаками x , y , z існує тісний зв'язок – коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,968$. Виправлений з врахуванням ступенів свободи коефіцієнт детермінації ($D = r^2 = 0,85$) показує, що варіація x , y на 85 % однаково змінюється в багаторічному розрізі. Перевірка суттєвості зв'язку здійснювалась за допомогою F-критерія Фішера. Табличне значення $F = 3,8$ при рівні значимості 0,05 менший знайденого $F = 12,1$, отже, зв'язок між ознаками не випадковий (суттєвий).

Нульова гіпотеза про відсутність часових закономірностей зміни КПЯ в багаторічному розрізі відкидається. Гіпотеза про закономірні зміни у часі якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем приймається.

Якісна складова природно-техногенної безпеки гідроекосистем Українських Карпат залежить від стану водозбірної площі. В гірській частині вода за екологічною оцінкою характеризується як чиста і дуже чиста [6]. З виходом на передгір'я, де розташовані великі промислові центри (Новий Розділ, Івано-Франківськ, Калуш, Чернівці,

Мукачеве, Ужгород тощо) та ведеться інтенсивне сільськогосподарське виробництво, якість погіршується і вода оцінюється як помірно забруднена і брудна [7]. Густина населення прямо пропорційно збільшується з пониженням абсолютних висот місцевості, відповідно в цьому напрямку збільшується техногенне навантаження на гідроекосистеми. При внесенні отрутохімікатів та мінеральних добрив, в ґрунти надходять солі важких металів, що призводить до зміни екосистеми ґрунту, а через поверхневий стік – і переважної більшості водних об'єктів.

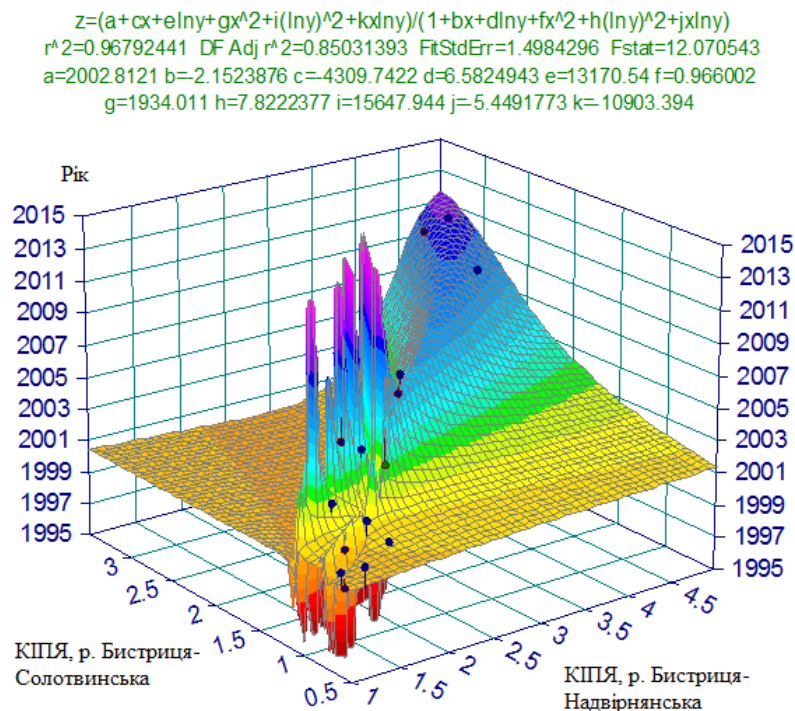


Рис. 5. Модель 15-річної динаміки комплексного індексу потенціалу якості для гідроекосистем р. Бистриці-Солотвинської і р. Бистриці-Надвірнянської

Висновки. Отже, вперше встановлено багаторічні тенденції та закономірності часового розподілу якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону, що дозволяє прогнозування процеси взаємодії техногенного навантаження з поверхневими гідроекосистемами.

Література

1. Arkhipova L. Water – commodity and unique common good / L. Arkhipova // In brochure. Saving energy – saving future. Materials for debates on energy saving issues. – Ivano – Frankivsk: public organization Agency for Private Initiative Development, 2011 – 100 pages. – 1000 copies. – P. 28-33.
2. Архіпова Л.М. Аналіз екологічного стану та загроз безпеки водних ресурсів Івано-Франківської області / Л.М.Архіпова // Науковий журнал «Екологічна безпека»: Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2011. – Випуск 2/2011(12). – С. 101-105.
3. Архіпова Л.М. Світовий досвід та сучасне наукове бачення проблеми сталого збалансованого водокористування / Л.М. Архіпова // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2011. – Вип. 22. – С. 141-148.
4. Архіпова Л.М. Закономірності просторового розподілу індексу гідроекологічного потенціалу в басейні Дністра / Л.М. Архіпова // Наукові вісті Галицької академії. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2009. – Спец. випуск-2009. – С. 36-38.

5. Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: Монографія / Л.М. Архипова. – Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2011. – 366 с.
6. Волошкіна О.С. Питання екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів / О.С. Волошкіна, Є.О. Яковлев, В.М. Удод // Ін-т проблем національної безпеки. – К., 2007. – 139 с.
7. Міністерство екології та природних ресурсів України – [Електронний ресурс] – Екологічні паспорти регіонів – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/content/category/65>
8. Офіційний сайт державної служби статистики України в цифрах. Щорічні статистичні збірники за 1997 – 2011 рр. /Держ.комітет статистики України – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

Поступила в редакцію 26 вересня 2014 р.

УДК 627.132:504.06:330.131.7

Атаєв С.В.
Рівненська філія ПВНЗ
«Європейський університет», м. Рівне

ОЦІНКА ТРАНСФОРМАЦІЇ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАЛИХ ГЕС ПРИКАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Розглядаються основні результати оцінки масштабів та інтенсивності трансформації природних ресурсів при експлуатації малих ГЕС із греблевою схемою генерації напорі – Снятинської та Золотолипської ГЕС Прикарпатського регіону. На фоні існуючих об'єктів наводяться також дані по трансформації ресурсів в районі зведення нової ГЕС на р. Білий Черемош. Визначені перспективи освоєння гідроенергетичних ресурсів Прикарпаття шляхом будівництва та експлуатації греблевих ГЕС, які на відміну від дериваційних не призводять до значної трансформації природних ресурсів буферних територій.

Ключові слова: водосховище, мала ГЕС, підпір води, рівень ґрунтових вод, підтоплення, затоплення, режим водотоку, абразія, трансформація русла.

Рассматриваются основные результаты оценки масштабов и интенсивности трансформации природных ресурсов при эксплуатации малых ГЭС с греблевой схемой генерации напора – Снятинской и Золотолипской ГЭС Прикарпатского региона. На фоне существующих объектов приводятся также данные о трансформации ресурсов в районе возведения новой ГЭС на р. Белый Черемош. Определены перспективы освоения гидроэнергетических ресурсов Прикарпатья путем строительства и эксплуатации греблевых ГЭС, которые в отличие от деривационных не приводят к значительной трансформации природных ресурсов буферных территорий.

Ключевые слова: водохранилище, малая ГЭС, подпор воды, уровень грунтовых вод, подтопление, затопление, режим водотока, абразия, трансформация русла.

The basic results of estimation of scales and intensity of transformation of natural resources are examined during exploitation of the small HPS with the chart of generation of pressure rowing – Snatinskaya and Zolotolipskya the Prykarpattya region. On a background existent objects cited data also about transformation of resources in the district of erection new HPS to the r. White Cheremoh. The prospects of mastering of hydroenergetic resources of

© *Атаєв С.В.*, 2015