

*О. М. Климчик, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри моніторингу навколишнього природного середовища Житомирського національного агроекологічного університету*

## ПРОГНОЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ УЗАГАЛЬНЕНОЇ КРИТЕРІАЛЬНОЇ ОЦІНКИ НА ПРИКЛАДІ РІЧОК ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Здійснено прогноз екологічного стану річок Житомирської області із застосуванням моделі у вигляді комплексного інтегрального показника якості. Встановлено, що така модель дає змогу оперативно отримувати узагальнену екологічно-критеріальну оцінку поверхневих водних об'єктів і передбачає можливість її динамічного прогнозування*

*Ключові слова: поверхневий водний об'єкт, комплексний інтегральний показник, прогнозування*

**Постановка задачі у загальному вигляді.** Вивчення і прогнозування стану водних екосистем наразі є одним з найважливіших завдань сучасних гідро-екологічних досліджень, особливо з огляду на значний вплив господарської діяльності людини на довкілля, зокрема на поверхневі води. Як відомо, оцінку якості води певного водного об'єкта здійснюють, порівнюючи нормативні параметри з реальними показниками їхнього стану [7]. Для оцінки якості води на перспективу застосовують різноманітні моделі діагностики та прогнозування.

Врахувати взаємодію різноманітних факторів, що визначають структуру і особливості функціонування природних (екологічних) систем, зокрема водних, можна тільки за допомогою методів математичного моделювання. Найбільш важливим у цьому контексті слід вважати процес побудови адекватної математичної моделі об'єкта або системи, що вивчається. Відомо, що математична модель будується за допомогою певних кількісних строго визначених величин, які у процесі дослідження можуть змінюватися, або залишатися незмінними [3].

Слід зазначити, що при оперативному прогнозуванні екологічного стану поверхневих водних об'єктів потрібно враховувати як природні, так і антропогенні чинники: коливання кількості опадів, температурних значень, рівень антропогенного навантаження тощо. За обмеженості та розрізненості даних щодо якості поверхневих водних об'єктів, а також впливу на них різноманітних чинників, збір та аналіз яких ускладнюється через достатньо велику кількість взаємопов'язаних параметрів реальних гідрологічних систем, виникає можливість отримання неадекватних оцінок. Саме тому важливою проблемою можна вважати створення прогнозних моделей екологічного стану поверхневих водних об'єктів на підставі тих даних, які значною мірою є найбільш повними, достатньо достовірними і узгодженими в часі. Такими можна вважати багаторічні систематичні вимірювання кількісних та якісних характеристик елементів природного середовища, у т. ч. й водних екосистем, тобто моніторингові спостереження, які є обов'язковою складовою оцінки антропогенного навантаження на певні водні об'єкти.

**Виклад основного матеріалу.** Прогнозування можливих негативних наслідків антропогенного впливу на екологічний стан поверхневих водних об'єктів та якості води у них здійснюється на підставі комплексної інтегральної оцінки їхнього екологічного стану шляхом математичного моделювання кількісних і якісних показників води цих об'єктів, з метою розроблення рекомендацій щодо здійснення заходів для запобігання можливим негативним змінам та поліпшення існуючого стану цих об'єктів. Вихідними даними та основою для оцінки і прогнозування екологічного стану довкілля та розробки природоохоронних заходів з метою його стабілізації є різноманітні показники і критерії, що характеризують стан складових навколишнього природного середовища і залежать від багатьох чинників, як природних, так і антропогенних.

У випадку, коли виникає необхідність узагальнення множини різних індивідуальних значень (параметрів), зокрема хімічних, фізичних та бактеріологічних характеристик якості води, застосовується комплексний інтегральний показник  $D$ , який відповідно до методів моделювання в теорії систем [1, 4, 5] визначається як:

$$D = \sqrt[q]{d_1 \times d_2 \times \dots \times d_q} = \sqrt[q]{\prod_{i=1}^{i=q} d_i}, \quad (1)$$

де  $d_i$  – величина індивідуального показника якості водного об'єкта.

Якість оцінюваного об'єкта буде тим вищою, чим більшим є значення комплексного інтегрального показника  $D$ , яке коливається в межах  $0,0 \dots 1,0$ : недопустимий рівень якості –  $0 < D < 0,37$ ; допустимий і достатній рівень –  $0,37 < D < 0,60$ ; допустимий, достатньо високий рівень –  $0,60 < D < 1,0$ . Слід зазначити, що у разі, коли хоча б один із параметрів перевищує значення ГДК, показник його якості  $d_i$  виражається як «0», а отже значення комплексного інтегрального показника  $D$  в цілому набуває «нульового» значення, що є сигналом «катастрофічної» ситуації щодо екологічного стану оцінюваного об'єкта.

З метою здійснення контролю за якісним станом поверхневих вод Житомирської області органами Обласного управління меліорації та водного господарства забезпечується гідрохімічний контроль на 11 гідрометричних створах, у т.ч. на річках Тетерів, Случ, Уж, Ірша, Ірпінь, Гуйва, Гнилоп'ять.

За результатами аналізу даних “Звіту про використання води за період 2003-2008 рр.” [2], можна зробити висновок про те, що переважна більшість річок Житомирської області зазнають значного негативного антропогенного впливу. Простежується тенденція до збільшення рівня забрудненості як по середніх (річки Тетерів, Случ, Уж, Ірша, Ірпінь) так і по малих річках (річки Гуйва та Гнилоп'ять) (рис. 1).

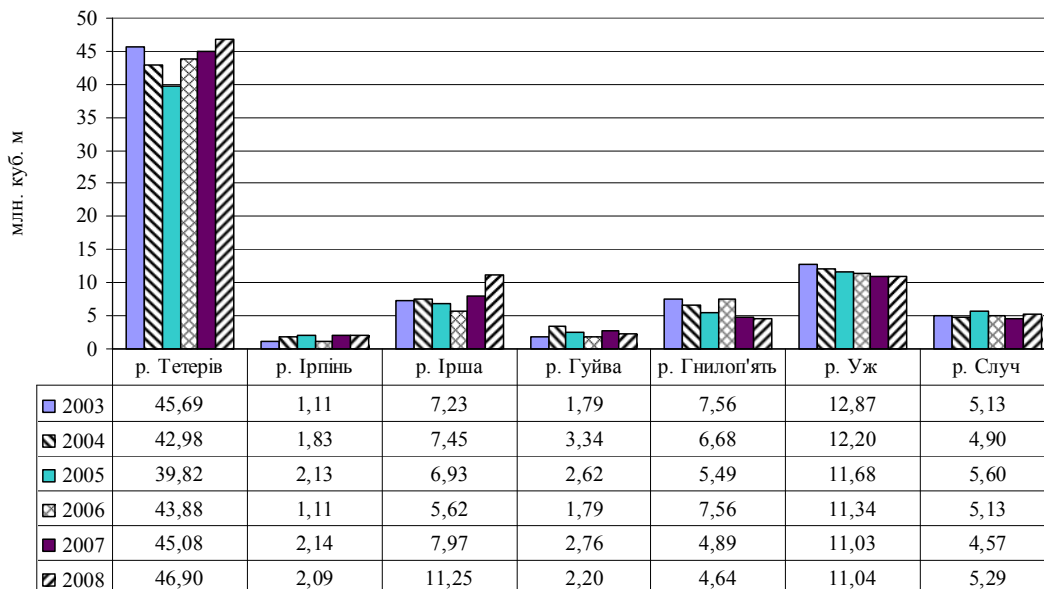


Рис. 1. Динаміка скиду забруднених стічних вод у поверхні водні об'єкти Житомирської області

Якщо застосувати метод узагальнення критеріальної оцінки [5, 8] відповідно до ф. (1), отримуємо комплексний інтегральний показник  $D$  екологічного стану річок Житомирської області. Значення параметрів  $d_i$  для визначення  $D$  обчислено за такими гідрохімічними показниками: температура, кольоровість, запах, прозорість, жорсткість, лужність, рН, розчинений кисень, завислі речовини, сухий залишок, біохімічне споживання кисню (БСК<sub>повне</sub>), хімічне споживання кисню (ХСК), азот амонійний ( $NH_4$ ), нітриди ( $NO_2$ ), нітрати ( $NO_3$ ), хлориди ( $Cl$ ), сульфати ( $SO_4^{2-}$ ), фосфати, сполуки заліза ( $Fe^{3+}$ ), вміст яких у поверхневих водах визначено за період 2003 - 2008 р.р. Динаміку комплексного інтегрального показника  $D$  екологічного стану досліджуваних водних об'єктів наведено на рис. 2.

Як походить з аналізу даних рис. 2, екологічний стан річки Ірпінь можна оцінити як найкращий, оскільки значення  $D = 0,983$ , що за шкалою рівнів якості [1] відповідає максимальному рівню, а стан річки Гнилоп'ять є найгіршим – значення  $D$  варіює у межах  $0,187 \dots 0,251$ , що відповідає недопустимому рівню якості. Екологічний стан інших річок, що досліджуються, можна оцінити як такий, що знаходиться в межах від допустимого до високого

рівня якості. Значення  $D$  змінюється, відповідно, від 0,402 по р. Тетерів, до 0,815 – по р. Случ. Коливання оцінок  $D$  у певні роки можна пояснити залежністю характеристик якості води від багатьох факторів (біотичного та абіотичного походження).

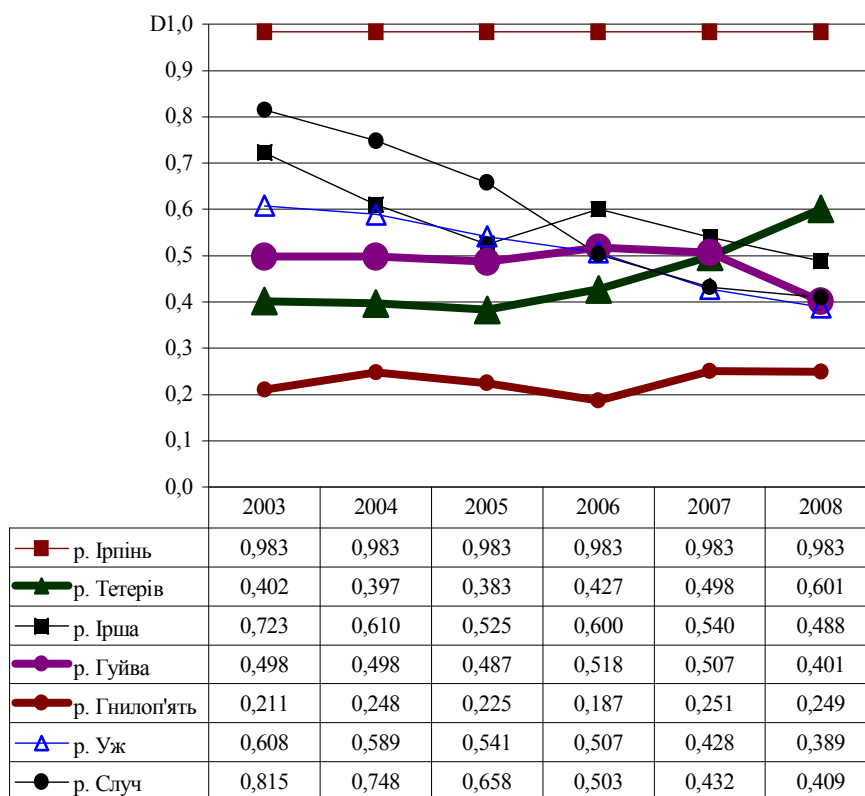


Рис. 2. Динаміка комплексного інтегрального показника  $D$  екологічного стану річок Житомирської області

На підставі виконаного аналізу отримано оперативний прогноз екологічного стану річок Житомирської області із застосуванням зазначеного методу (рис. 3) [6].

Як походить з аналізу графіків, за умови збереження антропогенного впливу на дані водні об'єкти на рівні 2003-2008 р.р., тобто стабілізації обсягів скиду стічних вод та інтенсивності їх забруднення, значення комплексного інтегрального показника  $D$  для річок Тетерів і Гнилоп'ять буде збільшуватися, що свідчитиме, відповідно до оціночної шкали рівнів якості [1], про загальну тенденцію до покращення їхнього екологічного стану. По р. Тетерів спостерігатиметься наближення до достатньо високого рівня, проте, для р. Гнилоп'ять її якісний стан залишатиметься на недопустимому рівні. Екологічний стан р. Ірша поступово погіршуватиметься, проте за шкалою рівнів якості він відповідатиме допустимому рівню. Що стосується екологічного стану річок Случ, Уж та Гуйва, їхній якісний стан наблизатиметься до недопустимого рівня, що однозначно свідчитиме про значне погіршення екологічного стану даних водних об'єктів.

Отже, із загостренням проблеми погіршення екологічного стану водних об'єктів виникає необхідність його прогнозування та регулювання.

**Висновки.** Оцінка екологічного стану поверхневих водних об'єктів із застосуванням методу узагальненої критеріальної оцінки визначає динаміку рівнів екологічної безпеки оцінюваних систем і відзначається дієвістю і повнотою. Це дає змогу використовувати результат такої оцінки для оперативного прогнозування якісного стану поверхневих водних об'єктів на визначений період часу з достатньо високою ймовірністю і розробки заходів щодо оптимізації структурних елементів гідрологічних екосистем.

Для підтримання екологічної рівноваги водних екосистем та стабілізації їхнього екологічного стану значення комплексного інтегрального показника має знаходитися у межах від 0,6 до 1,0, що досягається застосуванням певних природоохоронних заходів, зокрема підвищенням якості очистки забруднених вод, що скидаються у поверхневі водні об'єкти.

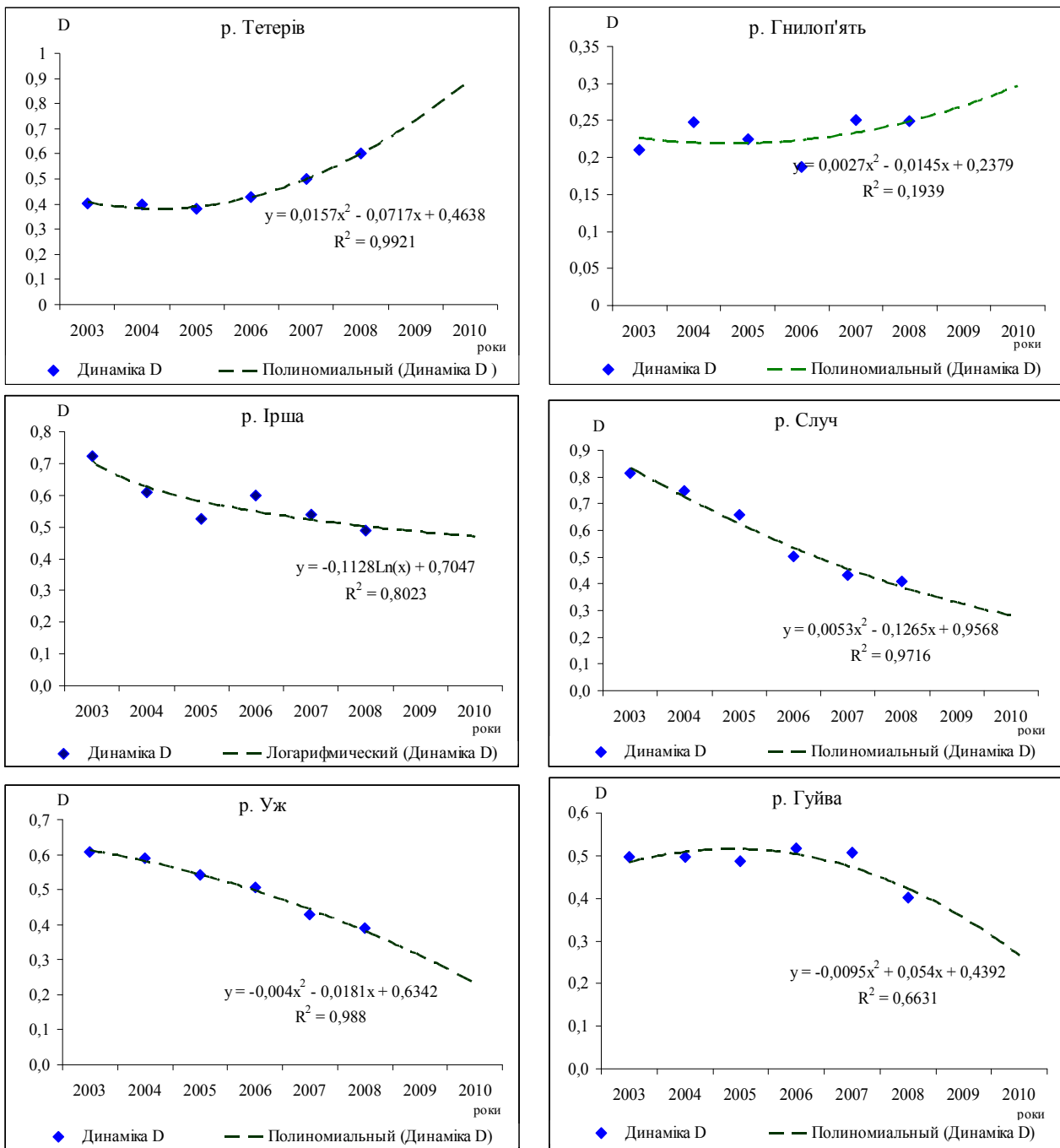


Рис. 3. Прогнозований екологічний стан річок Житомирської області

### Список використаних джерел

1. Абчук В., Пухначев Ю. Для измерений нужна шкала // Наука и жизнь. – 1984. – № 9. – С. 80-85.
2. Державна статистична звітність (форма № 2-ТП (водгосп) «Звіт про використання води» за 2003-2008 рр., затверджена наказом держкомстату України від 30.09.97 р. № 230).
3. Дружинин Н. И., Шишкин А. И. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши. - Л.: Гидрометеоздат, 1989. –390 с.
4. Климчик О.М. Аналіз критеріальних оцінок багатопараметричних екологічних гідросистем для побудови моделі забруднення поверхневих водних об'єктів // Проблеми статистики: Зб. наук. пр. – К., 2001. – Вип. 3. – С.104-109.
5. Климчик О. М., Шелудченко Б. А. Формалізація методу багатопараметричної еколого-критеріальної оцінки // Матеріали науково-практичного семінару “Статистичний моніторинг екологічного стану регіону, галузі”. – Житомир, 1997. – С. 42-45.

6. Климчик О. М., Шелудченко Б. А. Розробка аналітичної прогнозної моделі комплексної багато-параметричної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів // Меліорація і водне господарство: Зб. наук. пр. – К.: Аграрна наука, 2003. – № 89. – С. 176-183.
7. Методика оцінки екологічної якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.
8. Шмідт Т. С., Климчик О. М. Модель оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів // Матеріали II-ї міжрегіональної наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених “Сучасні проблеми збалансованого природокористування” (листопад, 2007 р.) – Кам'янець-Подільський: Видавництво “ПДАТУ”. – 65 с. – С. 32-34.

**Аннотация**

*Осуществлен прогноз экологического состояния рек Житомирской области с использованием модели в виде комплексного интегрального показателя качества. Установлено, что такая модель позволяет оперативно получить обобщённую эколого-критериальную оценку состояния поверхностных водных объектов и предусматривает возможность её динамического прогнозирования*

**Ключевые слова:** *поверхностный водный объект, комплексный интегральный показатель, прогнозирование*

**Aannotation**

*The prognosis of the ecological state of Zhytomyr oblast rivers using the model of the complex integrated quality index is made. It has been established that the above makes it possible to efficiently estimate a generalized ecological and criterion state of surface aquatic objects which, in its turn, can result in its dynamic prognostication.*

**Key words:** *surface aquatic objects, complex integrated index, prognostication.*