

**УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК  
ІНСТИТУТ ГІДРОТЕХНІКИ І МЕЛІОРАЦІЇ**

**КЛИМЧИК ОЛЬГА МИКОЛАЇВНА**

УДК 631.62.001.18:504.4.054

**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ  
ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ НА МЕЛІОРОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ**

**06.01.02 - Сільськогосподарські меліорації  
(сільськогосподарські науки)**

**Автореферат**

**дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук**

**Київ – 2003**

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Державному агроекологічному університеті  
Міністерства аграрної політики України

Науковий керівник : кандидат технічних наук, професор ШЕЛДУДЧЕНКО Богдан  
Анатолійович, Державний агроекологічний університет,  
завідувач кафедри моніторингу навколишнього природного  
середовища

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, старший науковий  
співробітник ЖОВТОНОГ Ольга Ігорівна,  
Інститут гідротехніки і меліорації УААН, заступник директора з  
наукової роботи

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий  
співробітник БИСТРИЦЬКИЙ Віталій Степанович,  
Інститут сільського господарства Полісся УААН,  
старший науковий співробітник відділу землеробства,  
лабораторія меліорації

Провідна установа: Інститут землеробства УААН, м. Київ, смт. Чабани

Захист відбудеться 25 лютого 2004 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої  
вченої ради Д 26.362.01 при Інституті гідротехніки і меліорації УААН за  
адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 37.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту гідротехніки і  
меліорації за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 37.

Автореферат розіслано “ 23 “ січня 2004 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат технічних наук, с.н.с.

Топольнік Т.І.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Проблема зростання дефіциту води та погіршення її якості є однією з найбільших проблем сьогодення. За запасами водних ресурсів, доступними для користування, Україна (де питне водопостачання на 2/3 забезпечується використанням поверхневих вод) належить до найменш забезпечених власними водними ресурсами європейських держав. Серйозним фактором впливу на природне середовище будь-якої території є осушення заболочених та перезволожених земель (Бистрицький В.С., Жовтоног О.І., Коваленко П.І., Михайлов Ю.О., Рокочинський А.М., Яцик М.В.). Функціонування меліоративних систем впливає на весь комплекс складових навколишнього природного середовища і, в першу чергу, на характеристики якості та кількості підземних і поверхневих вод меліорованих та прилеглих до них територій. Поверхневі водні об'єкти – це складна багатопараметрична екосистема, різноманітність ознак якої за характером і рівнем їхньої складності, розмірністю, нормативними значеннями тощо не дає змоги дати об'єктивну оцінку екологічного стану гідрологічної системи в цілому. Наявні методи комплексного узагальнення інформації про якість водних екосистем не відтворюють повної експрес-оцінки їхнього екологічного стану та динаміки показників якості.

Оцінка екологічного стану навколишнього природного середовища, у тому числі й водної екосистеми, є основою для розробки і прогнозування його динаміки під впливом антропогенних навантажень і суттєво залежить від наявності достовірної, об'єктивної інформації про конкретні властивості певних показників системи та можливості їх узагальнення. Тому розробка та практична реалізація методу узагальнення багатопараметричної інформації шляхом її групування в інтенсивному вигляді комплексного інтегрованого показника надасть можливість створення гнучкої інформаційної бази даних екологічних показників якості водних екосистем, у тому числі і на меліорованих територіях, для прогнозування динаміки властивостей екосистеми в цілому та розробки природоохоронних заходів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, темами.** Дисертаційну роботу виконано в межах держбюджетної тематики Державного агроекологічного університету: “Обґрунтувати структуру екологічних параметрів імітаційної моделі територіально-ландшафтної організації територій сільськогосподарського використання та розробити пакет прикладних комп'ютерних програм для її реалізації”, Державний реєстраційний № 0100U000001. Автор є виконавцем розділу “Обґрунтувати метод комплексної критеріальної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів”. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідних робіт сектору досліджень з проблем аграрної та екологічної статистики Науково-дослідного інституту статистики Держкомстату України в рамках теми: “Створення комплексної статистичної моделі стану та охорони навколишнього

природного середовища в Україні” протягом 1998-2002 рр.

**Мета дисертаційної роботи.** Підвищення ефективності комплексної оцінки та достовірності прогнозування динаміки екологічного стану поверхневих водних об’єктів меліорованих територій.

**Задачі досліджень:**

- обґрунтувати метод узагальнення багатопараметричної інформації для комплексної критеріальної оцінки екологічного стану поверхневих водних об’єктів меліорованих територій;
- розробити графоаналітичну модель для прогнозування екологічного стану поверхневих водних об’єктів та методика її практичної реалізації;
- виконати синтез задачі прогнозу динаміки якості поверхневих водних об’єктів Солотвинської осушувальної системи за умови різних рівнів інтенсивності технологій сільськогосподарського виробництва;
- визначити еколого-економічну ефективність пропонованого методу оцінки та прогнозу якості поверхневих водних об’єктів меліорованих територій.

**Об’єкт досліджень.** Динаміка показників якості води поверхневих водних об’єктів, розташованих на меліорованих територіях.

**Предмет досліджень.** Поверхневі водні об’єкти ландшафтно-територіальних екосистем.

**Методи досліджень.** Основні результати дисертаційної роботи отримано на підставі законів загальної екології із застосуванням методів системного аналізу загальної теорії систем, законів трансграничного переносу забруднюючих речовин в екосистемах та комплексного аналізу просторової структури забруднення гідросфери. Аналітичні дослідження виконано методами числового математичного імітаційного моделювання із застосуванням пакету розроблених та спеціально адаптованих програмних продуктів з урахуванням системи Державних стандартів з охорони довкілля та відповідно до форм Державної статистичної звітності. Дані результатів дослідження оброблено методами математичного аналізу та ймовірно-статистичними методами.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На підставі виконаних досліджень вперше формалізовано метод та розроблено методика комплексної критеріальної багатопараметричної оцінки екологічного стану поверхневих водних об’єктів меліорованих територій. Запропоновано графоаналітичну модель прогнозування динаміки якості та визначення кризово-катастрофічних ситуацій поверхневих водних об’єктів з урахуванням як природно-кліматичних факторів, так і факторів антропогенного впливу на досліджувані об’єкти. Встановлено основні закономірності стабілізації екологічного стану поверхневих водних об’єктів в умовах екологічного ризику.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено алгоритм і відповідний програмний продукт для аналізу та експрес-оцінки результатів моніторингу екологічного стану поверхневих водних об’єктів. Обґрунтовано прогнозну модель екологічного стану поверхневих водних об’єктів і наведено еколого-економічну доцільність (ефективність) її застосування. Встановлено, що,

за умови стабілізації обсягів застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва, екологічний стан поверхневих водних об'єктів Солотвинської осушувальної системи відповідатиме допустимому і достатньому рівню якості. Розроблений метод узагальної критеріальної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів, методика його реалізації та відповідну машинну програму запропоновано для практичного використання в Житомирському обласному виробничому управлінні меліорації і водного господарства та його структурних підрозділах для оцінки якості і прогнозу екологічного стану поверхневих водних об'єктів, розташованих на меліорованих територіях.

**Особистий внесок здобувача.** Основні результати дисертаційної роботи отримано автором самостійно, а саме: проведено аналіз та систематизацію структури критеріїв для визначення екологічного стану поверхневих водних об'єктів на меліорованих територіях; обґрунтовано метод узагальнення багатопараметричної екологічної інформації та розроблено графоаналітичну модель для комплексної критеріальної оцінки і прогнозування екологічного стану поверхневих водних об'єктів меліорованих територій; здійснено узагальнену комплексну оцінку якості води у водоприймачі Солотвинської осушувальної системи, подано прогноз динаміку екологічного стану поверхневих водних об'єктів даної меліоративної системи та умов його стабілізації; визначено еколого-економічну ефективність пропонованого методу оцінки та прогнозу екологічного стану поверхневих водних об'єктів меліорованих територій.

**Апробація результатів дисертації.** Результати роботи доповідались на науково-практичних конференціях і семінарах: “Статистичний моніторинг екологічного стану регіону, галузі” (Житомир, 1997), “Опрацювання концепції екологічної освіти в ДАУ” (Житомир, 1999), “Соціально-економічний розвиток України. Проблеми статистики – 99” (смт. Коктебель, 1999), “Статистика в країнах з перехідною економікою. Проблеми статистики – 2000” (смт. Гурзуф, 2000), міжнародна науково-практична конференція “Проблеми виробництва екологічно чистої продукції на межі 3-го тисячоліття” (Житомир, 2000); на кафедрі моніторингу навколишнього природного середовища ДАУ (1998, 2000, 2001, 2002); міжкафедральному семінарі ДАУ “Сучасні проблеми екології” (1999, 2001).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 11 наукових статей, у тому числі 3 у фахових виданнях, затверджених ВАК України, та колективна монографія “Еколого-економічні проблеми довкілля Житомирщини” (розділи: “Охорона і використання земельних і мінеральних ресурсів”, “Використання та охорона водних ресурсів”).

**Структура та об'єм дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, бібліографічного списку із 147 найменувань та додатків. Загальний об'єм роботи становить 195 сторінок, з них – 14 додатків на 63 сторінках. Роботу проілюстровано 23 рисунками та 22 таблицями.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** розкрито суть наукової проблеми, обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, задачі, об'єкт дослідження, відзначено зв'язок роботи з науковими програмами і темами, зазначено новизну одержаних результатів, їхнє практичне значення, апробація результатів дослідження та їхня публікація.

У **першому розділі** “Екологічний стан поверхневих водних об'єктів меліорованих територій та проблема його оцінки” на основі літературних джерел, нормативно-правових документів і наукових досліджень виконано аналіз структури показників якості та методів визначення екологічного стану водних екосистем, який свідчить про наявність значної кількості методик оцінки якості та екологічного стану поверхневих вод (Белоусов А. П., Брезгунов В. С., Горев Л.М., Жукинський В. М., Кисляков Ю. Я., Яцик М. В. та інші). Однак аналіз застосовуваних методик оцінки забрудненості поверхневих водних об'єктів, у тому числі і на меліорованих територіях, показав, що наявні методи комплексного узагальнення багатопараметричної інформації про якість водних екосистем не дають можливості дати оперативну оцінку їхнього екологічного стану та динаміку показників якості води. Застосовувані методики оцінки забрудненості поверхневих вод - це досить строката система оцінок різного ступеня формалізації, різноманітність яких зумовлена різними рівнями глибини досліджень стану водних об'єктів, цілями і задачами оцінки якості води, відмінністю позицій, з яких ведеться оцінка, і використовуваних для цього критеріїв оцінки, які не відтворюють повноти узагальненого екологічного стану водних ресурсів. Крім того, існуючі методи оцінки не дають змоги спрогнозувати наслідки антропогенного впливу на якість та екологічний стан поверхневих водних об'єктів, зокрема впливу на них функціонування гідромеліоративних систем.

Проведений аналіз наукових досліджень щодо зазначеної проблеми свідчить про необхідність обґрунтування та розробки методу комплексної багатопараметричної оцінки екологічного стану гідрологічних екосистем, який забезпечив би оперативність інтегрованої оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів, можливість створення гнучкої інформаційної бази даних екологічних показників якості водних екосистем, у тому числі і на меліорованих територіях, для прогнозування динаміки їхнього екологічного стану та розробки заходів щодо оптимізації структурних елементів територіальних екосистем. На основі проведеного аналізу та відповідно до поставленої мети сформульовано задачі досліджень.

У **другому розділі** “Програма, умови і методика проведення досліджень” наведено програмні питання, описано методику аналітичних досліджень, зазначено об'єкти досліджень, наведено вихідні дані.

Методика комплексної критеріальної багатопараметричної оцінки екологічного стану водних екосистем адаптована до умов типового

меліоративного об'єкта гумідної зони – Солотвинської осушувальної системи, яка розташована у межах басейну р. Тетерів і є еталонною системою. Магістральний канал (МК) суміщено з руслом р.Коднянка, яка є лівою притокою р. Гуйви – головним водоприймачем скидних вод.

Для аналітичних досліджень використано методи математичної статистики. Значення показників, за якими здійснено узагальнену комплексну оцінку якості поверхневих водних об'єктів у розрізі басейну р. Тетерів, усереднено залежно від площі басейнів відповідних річок за формулою середньої арифметичної зваженої:

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}, \quad (1)$$

де  $x$  – індивідуальне статистичне значення (варіанта),  $f$  – статистична вага (частота) показника (варіанти), визначена як:

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^5 G_j + \dots + G_s}{t}}{A_{\Sigma}}, \quad (2)$$

де  $G_j$  – вміст (обсяг) забруднюючих речовин у стоках,  $t$  - час (період) оцінки (років),

$A_{\Sigma}$  – кількість відповідних меліорованих територій водозбірного басейну.

Для наукового обґрунтування графоаналітичної моделі динаміки якісного стану поверхневих водних об'єктів використано методи регресійного аналізу. Адекватність екологічного стану поверхневих водних об'єктів рівням антропогенного навантаження і кліматичним чинникам визначено методами математичної статистики з використанням критерію Ст'юдента  $t$ .

Вихідні статистичні дані для числових розрахунків містять показники рівнів застосування мінеральних та органічних добрив, результати багаторічних спостережень по гідрометеорологічних станціях, обсяги та вміст забруднюючих речовин, які надійшли зі стоками до поверхневих водних об'єктів басейну р. Тетерів.

**У третьому розділі** “Розробка методу узагальненої критеріальної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів” виконано обґрунтування методу та розробку автоматизованої програми для його реалізації з урахуванням наукових досліджень Вавіліна В.А., Джеймса А., Дружиніна М.І., Зотова С.І., Шелудченка Б.А., та інших. Встановлено, що основою екологічного підходу до узагальненої комплексної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів, які розташовані на меліорованих територіях, є представлення їх у вигляді складних територіальних природно-антропогенних екосистем з врахуванням як погодно-кліматичних факторів, так і антропогенних чинників, які справляють визначальний вплив на загальний екологічний стан гідрологічних екосистем.

В основу розробки науково обґрунтованого методу комплексної оцінки екологічного стану водних екосистем покладено системний підхід, який полягає у:

- визначенні складових частин (об'єктів), які утворюють екосистему, та зовнішніх чинників навколишнього природного середовища, які з нею взаємодіють;
- з'ясуванні структури екосистеми, тобто сукупності внутрішніх зв'язків та відносин, а отже відгуків гідрологічної системи в цілому на рівні впливу гідромеліоративної мережі як об'єкта екосистеми;
- знаходженні функції екосистеми, яка визначає характер зміни її компонентів та зв'язків між ними під дією зовнішніх впливів.

Поверхневі водні об'єкти, розташовані на меліорованих територіях, розглядаються як складні природно-антропогенні системи, для дослідження яких застосовано методи числового математичного моделювання динамічних процесів зміни у часі показників (критеріїв) якості поверхневих вод. Сукупність зв'язків між елементами системи утворює причинну структуру, у якій зв'язані властивості системи і властивості її елементів. Такого роду структура описана за допомогою функціональних залежностей, які утворюють математичну систему (математичну імітаційну) модель системи:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = f_1(\{P_n\}_1) \\ \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots \\ P_m = f_m(\{P_n\}_m) \\ \Phi_1(\{P_n\}_1) = 0; \\ \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots \\ \Phi_k(\{P_n\}_k) \geq 0; \\ \Phi_{k+l}(\{P_n\}_{k+l}) \geq 0; \\ \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots \\ \Phi_l(\{P_n\}_l) \geq 0, \end{array} \right. \quad (3)$$

де  $P_1, \dots, P_m$  – показники системи;  $\{P_n\} = P_1, \dots, P_n$  – параметри елементів системи;  $f_1, \dots, f_m$  – зв'язки у вигляді математичних функцій;  $\{P_n\}_1, \dots, \{P_n\}_m; \{P_n\}_k, \dots, \{P_n\}_l$  – підмножини множини  $\{P\}$ ;  $\Phi_1, \dots, \Phi_k; \Phi_{k+l}, \dots, \Phi_l$  – функції, які визначають область допустимих значень параметрів елементів системи.

Показник якості системи визначено як властивість, значення якої збільшується при збільшенні додатних і зменшенні від'ємних показників. Застосування цього визначення для оцінки водних екосистем зумовлює його розв'язок у вигляді функціональної залежності:

$$K = f(\Pi_1^+, \dots, \Pi_a^+, \Pi_{a+1}^+, \dots, \Pi_{b+1}^+, \dots, \Pi_{b+1}^-, \dots, \Pi_c^-, \dots, \Pi_{c+1}^-, \dots, \Pi_d^-) \quad (4)$$



де  $K$  – показник якості системи;  $f$  – функція якості;  $\Pi_1^+, \dots, \Pi_a^+$  – додатні точкові показники системи;  $\Pi_{a+1}^+, \dots, \Pi_{b+1}^+$  – додатні лінійні показники;  $\Pi_c^-, \dots, \Pi_d^-$  – від’ємні точкові показники;  $\Pi_{b+1}^-, \dots, \Pi_{c+1}^-$  – від’ємні лінійні показники; при цьому  $K, \dots, \Pi_1^+, \dots, \Pi_d^- \geq 0$ .

$f$  – будь-яка функція, яка задовольняє таким вимогам:

$$\begin{cases} df/d\Pi_a^+ \geq 0; (a = 1, \dots, a); \\ df/d\Pi_b^+ \geq 0; (b = a + 1, \dots, b); \\ df/d\Pi_c^- \leq 0; (c = b + 1, \dots, c); \\ df/d\Pi_d^- \leq 0; (d = c + 1, \dots, d) \end{cases} \quad (5)$$

Враховуючи динамічні відгуки системи на наявність або відсутність тієї або іншої ознаки та динамічність змін якості системи, при зміні властивості окремого об’єкта або інтенсивності окремого зв’язку поміж об’єктами системи, функція якості набуває вигляду:

$$K = p(\Pi_1^+, \dots, \Pi_b^+, \Pi_{b+1}^-, \dots, \Pi_d^-) \times p(\Pi_1^+/\Pi_1^{tt}, \dots, \Pi_b^+/\Pi_b^{tt}, \Pi_{b+1}^-/\Pi_{b+1}^{-t}, \dots, \Pi_d^-/\Pi_d^{-t}), \quad (6)$$

$$\begin{cases} \text{де } 1 - \text{якщо } \Pi_1^+ \geq \Pi_1^{tt}, \dots, \Pi_b^+ \geq \Pi_b^{tt}, \dots, \Pi_{b+1}^- \leq \Pi_{b+1}^{-t}, \dots, \Pi_d^- \leq \Pi_d^{-t}; \\ 0 - \text{у протилежному випадку;} \end{cases}$$

$\Pi_1^{tt}, \dots, \Pi_d^{-t}$  – вимоги, які ставляться до показників  $\Pi_1^+, \dots, \Pi_d^-$ ;

$p(\dots)$  – будь-яка функція, яка задовольняє таким вимогам:

$$\begin{cases} df/d\Pi_a^+ \geq 0; (a = 1, \dots, a); \\ df/d\Pi_b^+ \geq 0; (b = 1, \dots, b); \\ df/d\Pi_c^- \leq 0; (c = 1, \dots, c); \\ df/d\Pi_d^- \leq 0; (d = 1, \dots, d) \end{cases} \quad (7)$$

Для оцінки реальних водних екосистем запропоновано використання конкретної функції у вигляді:

$$K = \omega(\Pi_1^+, \dots, \Pi_d^-) \times \left( \sum_{a=1}^b K_a^+ \dots + \dots \sum_{d=c+1}^d K_d^- \right). \quad (8)$$

$$\begin{cases} \bar{K}_a^+ = 1 + \frac{\Pi_a^+ - \Pi_a^{-t}}{\Pi_a^+ + \Pi_a^{-t}} \\ \dots \dots \dots \\ \bar{K}_d^- = 1 + \frac{\Pi_d^- - \Pi_d^{-t}}{\Pi_d^- + \Pi_d^{-t}} \end{cases} \quad (9)$$

Науково обґрунтована система оцінки екологічного стану водного середовища однозначно передбачає необхідність математичного моделювання динамічних процесів зміни показників якості поверхневих вод. Кінцева (базова) модель водного об'єкта (гідрологічної екосистеми), що досліджується, побудована у вигляді блок-схеми: явище < > його математична модель < > фізико-аналітична модель і може бути реалізована шляхом поетапного дослідження (рис. 1.).

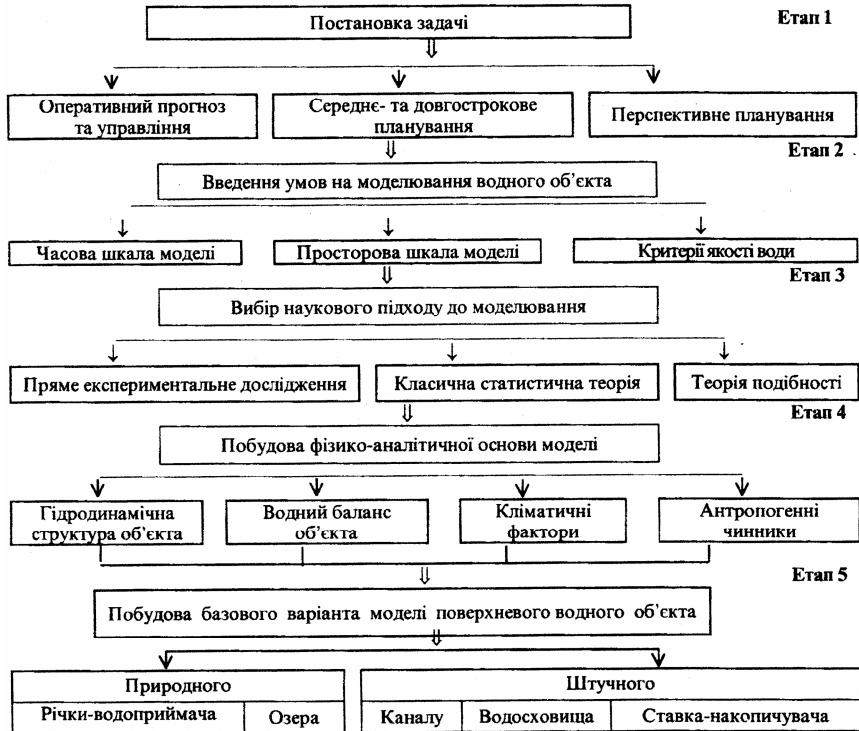


Рис. 1. Блок-схема основних етапів моделювання екологічного стану поверхневих водних об'єктів

Визначена сукупність критеріїв (показників) є основою методології комплексної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів, що знаходяться на меліорованих територіях, та подальшого прогнозування наслідків антропогенного впливу на характеристики їхньої кількості та якості і задовольняє таким вимогам: є повною – охоплює всі значимі чинники; є дієвою – застосовуваною для аналізу; не надмірна – не дублює облік окремих властивостей у декількох показниках; відзначається стабільністю – має інерційність відгуків до миттєвих зовнішніх збурень.

На підставі проведених аналітичних досліджень для розробки методу комплексної інтегральної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів, який передбачав би узагальнення багатопараметричної екологічної інформації і зведення оцінюваних параметрів (кожен з яких відрізняється розмірністю та фізичним характером), до однотипового інтенсивного вигляду, запропоновано комплексний інтегральний показник  $\overline{D}$  подвійної експоненційної оптимізуючої функції "бажаності" (Арсов Я. Б., Новік Ф. С.), який відповідно до методів моделювання в теорії систем, визначається як:

$$\overline{D} = \sqrt[q]{D_1 \times D_2 \times \dots \times D_q}, \quad (10)$$

де  $D_j$  ( $j=1\dots q$ ) – значення узагальненої багатопараметричної критеріальної оцінки екологічного стану певного оцінюваного об'єкта, обчислене за формулою

$$D_j = \sqrt[q]{\prod_{i=1}^{i=q} [\exp - (\exp (-d_i))]}, \quad (11)$$

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

За цим методом формалізована оцінка екологічного стану поверхневого водного об'єкта зводиться до простої нормованої шкали рівнів якості, інтервал значень якої варіює в межах  $0,0\dots 1,0$ . При цьому якість оцінюваного об'єкта є тим вищою, чим більшим є значення комплексної інтегральної оцінки  $\overline{D}$ .

Для автоматизованої реалізації методу комплексної багатопараметричної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів на підставі об'єктно-орієнтованої концепції розробки програмних продуктів розроблено алгоритм комплексної критеріальної оцінки водних екосистем і створено комп'ютерну програму мовою «Vorgland C<sup>++</sup>» як автоматизований інструмент для виконання порівняльної оцінки гідроекосистем за  $n$  параметрами для  $m$  оцінюваних об'єктів. Запропонований програмний продукт передбачає можливість безперервного нарощування кількості оцінюваних об'єктів системи, що зумовлює його універсальність та пристосовуваність під конкретно визначені умови оцінки, можливість використання при проектуванні меліоративних систем, а також при формуванні інформаційно-аналітичних баз екологічних даних.

**У четвертому розділі** "Результати аналітичних досліджень та розробка графоаналітичної моделі динаміки екологічного стану поверхневих водних об'єктів" викладено результати аналітичних досліджень та числових розрахунків, науково обґрунтовано графоаналітичну модель динаміки екологічного стану поверхневих водних об'єктів, розташованих на меліорованих територіях, визначено адекватність пропонованої моделі рівням антропогенного навантаження і погодно-кліматичним чинникам.

Відповідно до запропонованого методу комплексної критеріальної

багатопараметричної оцінки водних екосистем виконано, із застосуванням розробленої машинної програми, порівняльну оцінку екологічного стану поверхневих водних об'єктів у межах басейну р. Тетерів за такими показниками: біохімічне споживання кисню (БСК<sub>n</sub>), завислі речовини, сухий залишок, сульфати (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), хлориди (Cl<sup>-</sup>), азот амонійний (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), нітрати (NO<sub>3</sub>), нітрити (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), сполуки заліза (Fe<sup>3+</sup>). Аналіз отриманих результатів свідчить, що якісний стан досліджуваних об'єктів однозначно зумовлений рівнями застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва та погодно-кліматичними умовами.

В результаті проведених числових розрахунків отримано в інтенсивній формі значення  $D$  параметрів оцінюваних об'єктів та визначено узагальнену комплексну оцінку  $\overline{D}$  екологічного стану поверхневих водних об'єктів у розрізі басейну р. Тетерів (табл. 1). Варіювання оцінок  $D$  пояснюється нестабільністю обсягів застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва та коливанням кількості опадів (протягом року оцінки) відносно багаторічної норми. На підставі отриманих даних розраховано комплексний інтегральний показник  $\overline{D}$  екологічного стану басейну р. Тетерів та визначено його динаміку за період 1993...1999 рр. як за окремими роками (рис. 2), так і за окремими басейнами річок (рис. 3).

Таблиця 1

Значення параметрів  $D$  та комплексний інтегральний показник  $\overline{D}$  екологічного стану поверхневих водних об'єктів у розрізі басейнів річок

Басейни річок	Значення $D$ за роками							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	$\overline{D}'$
Тетерів	0,0007	0,0030	0,2391	0,7699	0,1088	0,8317	0,4091	0,0759
Ірша	0,0501	0,0270	0,0242	0,6632	0,1781	0,2234	0,1020	0,0982
Гуйва	0,0085	0,5312	0,0376	0,0119	0,0066	0,0988	0,6839	0,0508
Гнилоп'ять	0,0920	0,0518	0,0831	0,5007	0,9250	0,9381	0,9500	0,0287
$\overline{D}$	0,0129	0,0387	0,0652	0,2351	0,1041	0,3623	0,4058	0,102

Проведений аналіз отриманих результатів узагальненої критеріальної оцінки дає змогу встановити загальну тенденцію наближення екологічного стану поверхневих водних об'єктів басейну р. Тетерів до задовільного, який за шкалою "бажаності" рівнів якості визначений інтервалом  $\overline{D} = 0,37 \dots 0,60$ .

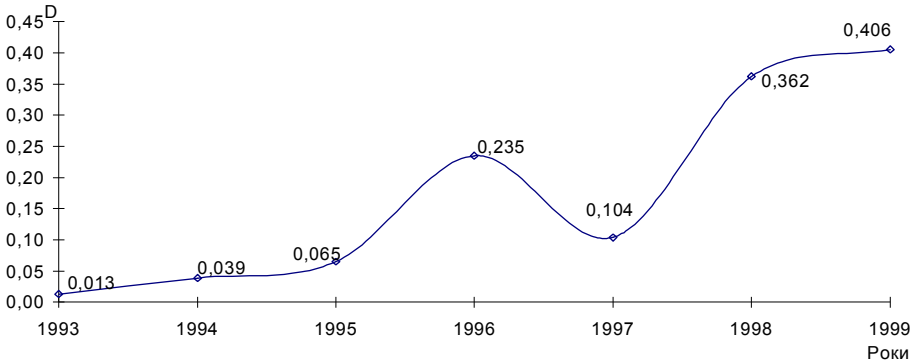


Рис. 2. Значення комплексного інтегрального показника  $\overline{D}$  еколого-критеріальної оцінки басейну р. Тетерів

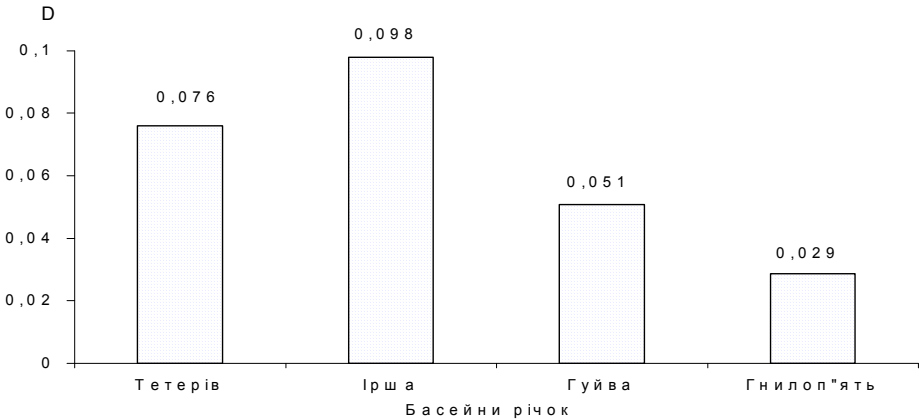


Рис. 3. Значення параметрів  $\overline{D}'$  екологічного стану оцінюваних басейнів річок

Так значення інтегральної багатопараметричної оцінки зростає від 0,013 у 1993р. до 0,406 у 1999 р., що зумовлене зменшенням рівнів забруднюючих речовин у скидних водах і однозначно свідчить про зниження антропогенного навантаження. Аналіз результатів комплексної оцінки екологічного стану досліджуваного басейну за період 1998...2001 рр. також підтверджує висновок про стабілізацію екологічного стану досліджуваних поверхневих водних об'єктів, у тому числі і на меліорованих територіях, – значення комплексного інтегрального показника  $\overline{D}$  знаходиться в межах 0,36...0,38, що відповідає, за шкалою “бажаності”, достатньому рівню якості.

Результати проведених аналітичних досліджень та виконана комплексна

критеріальна оцінка поверхневих водних об'єктів, розташованих на меліорованих територіях у межах басейну р. Тетерів, доводять, що основними чинниками впливу на їхній екологічний стан є погодно-кліматичні (температура повітря, кількість опадів) та антропогенні фактори (узагальнені за рівнем застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва).

На підставі результатів комплексної еколого-критеріальної оцінки стану поверхневих водних об'єктів, розташованих на меліорованих територіях, обґрунтовано та розроблено структуру факторної моделі для прогнозу динаміки екологічного стану досліджуваних об'єктів (за п'ятьма варіантами оцінки), яка містить такі чинники: температура повітря  $t^{\circ}C$ , сума опадів  $W$ , загальні обсяги засобів хімізації  $I$ , застосовуваних у сільськогосподарському виробництві, і має вигляд

$$D(t^{\circ}C, W, I) = D_i(t^{\circ}C, W, I) \times g(\tau), \quad (12)$$

де  $D$  – оцінка наприкінці періоду прогнозування,  $D_i$  – оцінка за відповідними варіантами,  $t^{\circ}C$  – температура повітря;  $W$  – сума опадів, мм;  $I$  – інтенсивність технологій с.-г. виробництва;  $\tau$  – базовий період оцінки параметрів  $t^{\circ}C, W, I$ .

Відповідно до кожного з варіантів визначено узагальнені комплексні оцінки  $D_1 \dots D_5$  рівнів антропогенного навантаження та кліматичних чинників протягом досліджуваного періоду. Для визначення адекватності цих оцінок реальному екологічному стану поверхневих водних об'єктів виконано кореляційний аналіз і визначено ступінь кореляції комплексної критеріальної оцінки  $\overline{D}$  екологічного стану поверхневих водних об'єктів з відповідними варіантами оцінки  $D_i$ . За результатами проведеного кореляційного аналізу встановлено, що найбільш щільну кореляцію (коефіцієнт кореляції  $kr=0,84$ ) має структура факторної моделі для прогнозування екологічного стану поверхневих водних об'єктів, у тому числі і на меліорованих територіях, яка містить такі чинники: температура повітря середньодобова річна  $t^{\circ}C$ ; середньорічна сума опадів  $W_{\Sigma}$ ; загальні об'єми засобів хімізації  $I$ , застосовуваних у сільськогосподарському виробництві. Достовірність результатів оцінки стану поверхневих водних об'єктів доведено із використанням критерію Ст'юдента  $t$ . Для запропонованої факторної моделі ступінь довірчої ймовірності становить  $P = 97,5\%$ .

Аналіз факторної моделі (12) та характеру динаміки екологічного стану поверхневих водних об'єктів у часі (рис. 4) дав змогу визначити остаточний вигляд моделі в операторній формі, яка забезпечує прогнозування узагальнених показників якості води на період 0,5...1,0 рік у вигляді:

$$D_{\tau_{\rho}}(t^{\circ}C, W, I) = D(\overline{t^{\circ}C}, \overline{W}_{\Sigma}, I) \times g(\tau_i + \tau_{\rho}), \quad (13)$$

де  $\bar{i}^{\circ}C$  – середньодобова температура повітря, річна;  $\bar{W}_{\Sigma}$  – середньорічна сума опадів, мм;  $I$  – інтенсивність технологій с.-г. виробництва;  $\tau_i$  – базовий період оцінки параметрів  $\bar{i}^{\circ}C$ ,  $\bar{W}_{\Sigma}$ ,  $I$ ;  $\tau_{\rho}$  – період прогнозування.

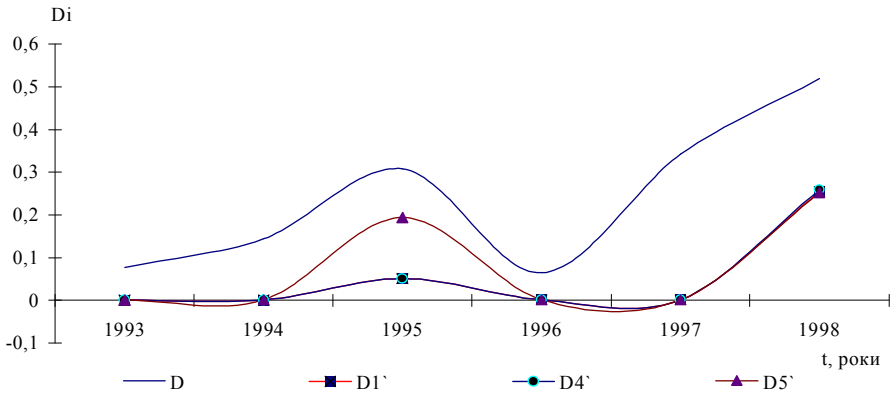


Рис. 4. Прогнозна динаміка екологічного стану поверхневих водних об'єктів, визначена за параметрами погодно-кліматичних умов та рівнів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва за відповідними варіантами оцінки

На підставі запропонованої факторної моделі (12), (13) проаналізовано динаміку якісного стану поверхневих водних об'єктів басейну р. Тетерів за період 1993...2001 рр. (рис. 5). Виконаний кореляційний аналіз модельної оцінки свідчить про тенденцію до покращення якісних показників води у поверхневих водоймах та наближення їх, відповідно до шкали “бажаності” рівнів якості, до допустимих і достатніх значень.

За результатами аналітичних досліджень отримано рівняння регресії як лінійну модель прогнозу якості води у поверхневих водних об'єктах басейну р. Тетерів у вигляді:

$$\begin{cases} y_{st} = 0,0666 x_i - 0,0915 \\ y_{det} = 0,014 x_i + 0,03732 \end{cases}, \quad (14)$$

де  $y_{st}$  – числове значення узагальненої критеріальної оцінки  $\bar{D}$  у періоди стохастичного застосування нестабілізованих обсягів засобів хімізації сільськогосподарського виробництва;  $y_{det}$  – числове значення узагальненої критеріальної оцінки  $\bar{D}$  у періоди детермінованого (стабілізованого) за обсягами застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва;  $x_i$  – рік оцінки.

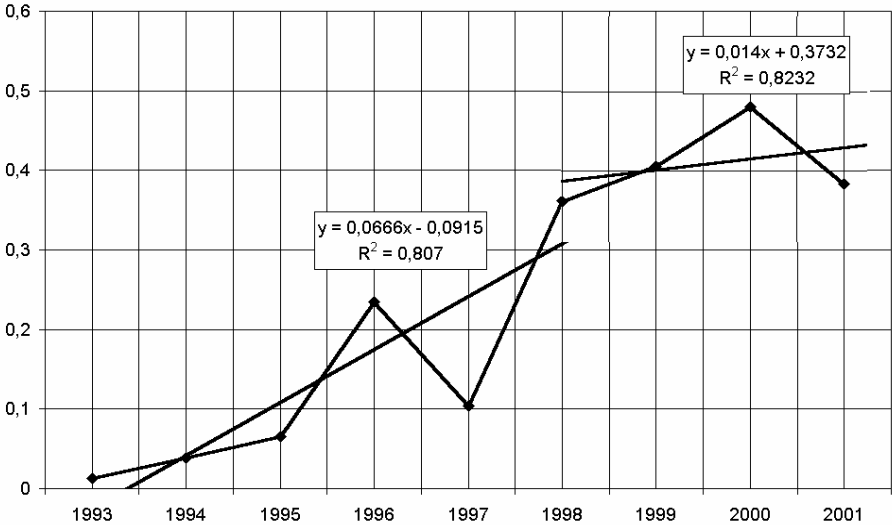


Рис. 5. Модель динаміки якості поверхневих водних об'єктів басейну р. Тетерів

Проведений числовий аналіз (14) та рис. 5 доводить, що за умови збереження обсягів застосування засобів хімізації у сільськогосподарському виробництві на рівнях 1998...2001 рр., екологічні показники якості води поверхневих водних об'єктів басейну р. Тетерів варіюватимуть у межах 0,40...0,45 і відповідатимуть, за “шкалою бажаності рівнів якості”, допустимому і достатньому рівню.

**У п'ятому розділі** “Практична реалізація пропонованого методу оцінки та прогноз екологічного стану поверхневих водних об'єктів Солотвинської меліоративної системи” наведено прогноз екологічного стану досліджуваної меліоративної системи, визначено економічну ефективність від застосування пропонованого методу оцінки та прогнозної моделі екологічного стану поверхневих водних об'єктів, розташованих на меліорованих територіях.

Для синтезу задачі прогнозу динаміки якості поверхневих водних об'єктів за умови різних рівнів інтенсивності технологій сільськогосподарського виробництва, було обрано Солотвинську осушувальну систему Бердичівського району як типовий меліоративний об'єкт гумідної зони.

На підставі даних щодо обсягів внесення мінеральних, органічних добрив, кількості опадів за вегетаційний період, хімічного складу та загальної мінералізації води у водоприймачі Солотвинської осушувальної системи відповідно до графоаналітичної моделі (13) за варіантом  $D_4$  розраховано величину узагальненої комплексної еколого-критеріальної оцінки (табл. 2). Модельну оцінку, виконану за лінійною моделлю прогнозування якості води у поверхневих водних об'єктах (14), наведено у табл. 2.



Кореляція реальної оцінки та прогнозної моделі  $kr$  становить 0,84. Ступінь довірчої ймовірності за критерієм Ст'юдента  $t P = 97,5 \%$ .

Таблиця 2

Комплексна еколого-критеріальна та модельна оцінки якості води у водоприймачі Солотвинської осушувальної системи

Рік	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
$D_4$	0,015	0,029	0,061	0,192	0,101	0,323	0,389	0,371
Прогнозна оцінка $D_4$	0,011	0,030	0,125	0,198	0,231	0,397	0,401	0,493

За результатами проведеного аналізу можна спрогнозувати, що узагальнена багатопараметрична критеріальна оцінка якості та екологічного стану поверхневих водних об'єктів, розташованих в межах Солотвинської осушувальної системи, у період 2004...2005 рр., за умови збереження рівнів застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва становитиме 0,4...0,5, що за шкалою "рівнів бажаності" відповідає допустимому і достатньому рівню якості.

Розрахунковий економічний ефект від застосування запропонованої прогнозної моделі екологічного стану поверхневих водних об'єктів визначено з урахуванням еколого-економічних збитків від забруднення дренажних та поверхневих вод засобами хімізації сільськогосподарського виробництва, який становить 1 млн. 380 тис. грн. за рік.

## ВИСНОВКИ

1. Результати аналізу екологічних наслідків багаторічної експлуатації гідрологічних об'єктів ландшафтно-територіальних систем сільськогосподарського використання свідчать про неадекватність методів багатопараметричної критеріальної оцінки, що застосовуються, реальному екологічному стану цих об'єктів.

2. На підставі запропонованої об'єктно-орієнтованої парадигми формування структури показників якості поверхневих водних об'єктів розроблено метод комплексної багатопараметричної оцінки екологічного стану цих об'єктів у вигляді числової шкали "бажаності рівнів якості" з інтенсивними інтервальними оцінками: недопустимий рівень якості  $0 < \overline{D} < 0,37$ ; допустимий і достатній рівень  $- 0,37 < \overline{D} < 0,60$ ; допустимий, достатньо високий рівень  $- 0,60 < \overline{D} < 1,0$ .

3. Пропонований метод оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів, у тому числі і на меліорованих територіях, та відповідно розроблений програмний продукт для його автоматизованої реалізації дає змогу оперативно отримати узагальнену еколого-критеріальну оцінку і передбачає можливість безперервного нарощування масивів даних по оцінюваних об'єктах, що зумовлює його універсальність та пристосовуваність до конкретно визначених умов оцінки.

4. На підставі запропонованого методу оцінки розроблено лінійну модель динаміки екологічного стану поверхневих водних об'єктів меліорованих територій, яка за показниками: температура повітря середньодобова річна; середньорічна сума опадів; загальні обсяги засобів хімізації, застосовуваних у сільськогосподарському виробництві, дає змогу спрогнозувати узагальнений рівень екологічного стану поверхневих водних об'єктів на період 0,5...1,0 рік з рівнем довірчої ймовірності 98% та щільністю кореляції  $kr = 0,92$ .

5. За результатами практичної реалізації методу оцінки та синтезу задачі прогнозування екологічного стану водоприймача Солотвинської осушувальної системи встановлено, що в умовах стабільного застосування протягом 1998...2002 рр. засобів хімізації сільськогосподарського виробництва в межах території осушувальної системи: мінеральні добрива – 220...270 т, органічні добрива – 50...60 тис. т, вапняне борошно – 400...700 т, узагальнена критеріальна оцінка його якості становить  $\overline{D} = 0,38...0,42$ , що відповідає допустимому і достатньому рівню якості води у водоприймачі.

6. За результатами графоаналітичного модельного прогнозу екологічного стану поверхневих водних об'єктів Солотвинської осушувальної системи Бердичівського району Житомирської області встановлено, що за умови стабілізації обсягів застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва на рівні 1998...2002рр., значення узагальненої критеріальної багатопараметричної оцінки їхнього екологічного стану коливатиметься у межах 0,40...0,45, що за узагальноною шкалою рівнів якості відповідає допустимому і достатньому рівню.

7. Розрахунковий річний економічний ефект застосування прогнозної моделі екологічного стану поверхневих водних об'єктів, з урахуванням еколого-економічних збитків від забруднення дренажних та поверхневих вод засобами хімізації сільськогосподарського виробництва, в умовах Солотвинської осушувальної системи становить 1380 тис. грн.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

1. Для отримання адекватної оцінки, достовірного прогнозу та оперативного призначення агро меліоративних заходів щодо стабілізації екологічного стану поверхневих водних об'єктів меліорованих територій рекомендовано використання методики узагальнення багатопараметричної екологічної інформації у вигляді комплексного інтегрального показника рівнів якості, інтервал значень якого варіює у межах 0,0... 1,0.

2. Для забезпечення допустимого і достатнього рівня якості води у водоприймачах осушувальних систем та підтримання екологічної рівноваги меліорованих територій сільськогосподарського використання значення комплексного інтегрального показника рекомендовано підтримувати на рівнях, вищих за 0,37, що забезпечується відповідним коригуванням обсягів застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва із врахуванням погодно-кліматичних умов конкретних територій.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Монографії

Еколого-економічні проблеми довкілля Житомирщини. (Кол. моногр.) / В.І. Карпов, С.П. Сіренький, В.К. Данилко та інші; Під заг. ред. П.П. Михайленка. – Житомир, 2001. – 320 с.: іл. (розділи: “Охорона і використання земельних і мінеральних ресурсів”, “Використання та охорона водних ресурсів”).

### Статті у фахових виданнях

1. Климчик О. М., Шелудченко І. А. Поверхневі водні об’єкти як індикатор екологічного стану прилеглих територій сільськогосподарського використання // Вісник ДААУ: Зб. наук. пр. – Житомир, 2000 . – С. 327-328 (отримання та узагальнення даних, висновки).

2. Климчик О. М. Обґрунтування інтегральної оцінки якості та екологічного стану поверхневих водних об’єктів // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 1. – С. 73-74.

3. Климчик О. М., Шелудченко Б. А. Розробка аналітичної прогнозу моделі комплексної багатопараметричної оцінки екологічного стану поверхневих водних об’єктів // Меліорація і водне господарство. – 2003.– Вип. 89.– С.176-183 (аналіз та систематизація структури критеріїв, підготовка матеріалів до друку).

### Статті та тези доповідей

1. Климчик О. М. Еколого-статистичний моніторинг водних ресурсів регіону // Матеріали науково-практичного семінару “Статистичний моніторинг екологічного стану регіону, галузі”. – Житомир, 1997. – С. 102-103.

2. 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 (узагальнення отриманих даних, підготовка до друку).

3. Климчик О. М. Вплив радіаційного забруднення на сільськогосподарське використання ґрунтів Житомирщини // Строительство и техногенная безопасность: Сб. научн. трудов КИПС. – Симферополь: Таврия, 1998. – С. 274-280.

4. Климчик О. М. Статистика якості води та необхідність її вдосконалення // Матеріали науково-практичної конференції “Соціально-економічний розвиток України. Проблеми статистики – 99”. – Проблеми статистики: Зб. наук. пр. – К., 2000. – Вип. 2. – С. 128-132.

5. Климчик О. М. Проблеми використання водних ресурсів регіону та їх охорони // Матеріали науково-практичної конференції “Статистика в країнах з

перехідною економікою. Проблеми статистики – 2000”. – Статистика України. – 2001. – № 1. – С. 43-47.

6. Климчик О. М. Аналіз структури показників для визначення екологічного стану поверхневих водних об’єктів // *Строительство и техногенная безопасность: Сб. научн. трудов КАПКС.* – Симферополь: КАПКС, 2001. – Вып. 5. – С. 105-108.

7. 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.

8. Климчик О. М. Забруднення поверхневих водних об’єктів та метод оцінки їх екологічного стану – В кн.: *Еколого-економічні проблеми довкілля Житомирщини. (Кол. моногр.) / В. І. Карпов, С.П. Сіренький, В.К. Данилко та інші; Під заг. ред. П.П. Михайленка.* – Житомир, 2001. – 320 с.: іл. – С. 268-275.

### АНОТАЦІЯ

Климчик О. М. Оцінка екологічного стану поверхневих водних об’єктів на меліорованих територіях. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації. – Інститут гідротехніки і меліорації УААН, Київ, 2003.

В дисертації обґрунтовано та розроблено науково-статистичний метод оцінки та підвищення ефективності прогнозування динаміки екологічного стану поверхневих водних об’єктів меліорованих територій на основі системного аналізу та числового математичного імітаційного моделювання. На підставі науково-статистичних досліджень визначено адекватність якісного стану водних екосистем меліорованих територій рівням інтенсивності технологій аграрного виробництва і кліматичним чинникам; виконано узагальнену критеріальну багатопараметричну порівняльну оцінку екологічного стану поверхневих водних об’єктів у межах басейну р. Тетерів за комплексом основних показників забруднення.

Запропоновано метод узагальнення багатопараметричної екологічної інформації для комплексної критеріальної оцінки екологічного стану поверхневих водних об’єктів меліорованих територій; розроблено графоаналітичну модель для прогнозування стану гідрологічних екосистем та методика її практичної реалізації.

Ключові слова: поверхневі водні об’єкти, параметри якості, багатопараметрична критеріальна інформація, інтегральний показник якості, факторна модель, графоаналітична модель прогнозування.

## АННОТАЦИЯ

Климчик О. Н. Оценка экологического состояния поверхностных водных объектов на мелиорируемых территориях. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.02 – сельскохозяйственные мелиорации. – Институт гидротехники и мелиорации УААН, Киев, 2003.

В диссертации обоснован и разработан научно-статистический метод комплексной оценки экологического состояния поверхностных водных объектов в виде числовой шкалы «желательности уровней качества» с интенсивными интервальными оценками: недопустимый уровень качества  $0 < \bar{D} < 0,37$ ; допустимый и достаточный уровень –  $0,37 < \bar{D} < 0,60$ ; допустимый, достаточно высокий уровень –  $0,60 < \bar{D} < 1,0$ . В основу предложенного метода положен системный анализ и числовое математическое имитационное моделирование. Соответственно разработанный программный продукт для автоматической реализации метода комплексной многопараметрической оценки позволяет получить обобщенную критериальную оценку экологического состояния поверхностных водных объектов, в т. ч. и на мелиорированных территориях, и предусматривает возможность непрерывного наращивания банка данных по оцениваемым объектам.

На основе научно-статистических исследований определена адекватность качественного состояния поверхностных водных объектов мелиорируемых территорий уровням интенсивности технологий аграрного производства и климатическим факторам. Разработана графоаналитическая модель динамики экологического состояния поверхностных водных объектов мелиорируемых территорий, позволяющая спрогнозировать обобщенный уровень экологического состояния поверхностных водных объектов на период 0,5...1,0 год на основании климатических данных (годовая среднесуточная температура воздуха, среднегодовая сумма осадков) и данных об уровнях интенсификации сельскохозяйственного производства.

Предложен метод обобщения многопараметрической экологической информации для комплексной критериальной оценки экологического состояния поверхностных водных объектов мелиорируемых территорий, на основании которого выполнена сравнительная оценка экологического состояния поверхностных водных объектов в пределах бассейна р. Тетерев по комплексу основных загрязнителей.

Установлено, что при условии стабилизации объемов средств химизации, применяемых в сельскохозяйственном производстве, на уровне 1998...2000 гг. значение обобщенной критериальной многопараметрической оценки экологического состояния поверхностных водных объектов Солотвинской осушительной системы Житомирской области будет находиться в пределах 0,40...0,45, что в соответствии со шкалой «желательности уровней качества» соответствует допустимому и достаточному уровню качества.

Определена экономическая эффективность применения прогнозной модели экологического состояния поверхностных водных объектов на примере Солотвинской осушительной системы с учетом эколого-экономических убытков от загрязнения дренажных и поверхностных вод средствами химизации сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: поверхностные водные объекты, параметры качества, многопараметрическая критериальная информация, интегральный показатель качества, факторная модель, графоаналитическая модель прогнозирования.

## SUMMARY

Klymchyk O. M. The assessment of ecological state of surface water objects on the territories under reclamation. – Manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Speciality 06.01.02 - Agricultural reclamation. – UAAS Institute of Hydroengineering and Land Reclamation. Kyiv, 2003.

The thesis considers the development and substantiation of the scientific and statistic method for assessing and enhancing the efficiency of prognosticating the dynamics of ecological state of surface water objects on the territories under reclamation on the basis of system analysis and numerical mathematical simulation modelling. On the basis of scientific and statistic investigations the author determines the adequacy of a qualitative state of surface water objects on the territories under reclamation to the levels of intensity of farm production technologies and climatic factors. The author also generalises the criterion multiparameter comparative assessment of the state of surface water objects within the Teteriv river basin as to the complex of basic pollution indices.

The thesis presents the method for generalizing multiparameter ecological information for the complex assessment of ecological state of surface water objects on the territories under reclamation. It also develops graphic and analytical model for prognosticating the state of water ecosystems and the technique of its practical realization.

Key words: surface water objects, parameters of quality, multiparameter criterion information, integral index of quality, factor model, graphic and analytical model of prognostication.

Підписано до друку 21.01.2004. Формат 60x84/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Times. Умови. друк. арк. 1,16. Обл.-вид. арк. 1,43.  
Тираж 100 прим. Зам. 110.

Віддруковано в комунальному книжково-газетному  
видавництві «Полісся»  
10008, м. Житомир, вул. Шевченка, 18а.