

УДК 506.064

Ямборак Р.С.

Застосування альтернативних методологій для оцінювання гідрохімічної якості прісноводних систем

У статті обґрунтовано схему комплексного аналітичного інтегрального оцінювання якості води річкових систем Подільського Придністер'я за гідрохімічними параметрами із використанням сучасних геоінформаційних технологій.

Ключові слова: гідроресурси, ГІС-модель, структура показників, забруднюючі речовини, гідрохімічні параметри.

Ямборак Р.С. Применение альтернативных методологий для оценивания гидрохимического качества пресноводных систем. В статье обоснованно схему комплексного аналитического

интегрального оценивания качества воды речных систем Подольского Приднестровья за гидрохимическими параметрами с использованием современных геоинформационных технологий. **Ключевые слова:** гидроресурсы, ГИС-модель, структура показателей, загрязняющие вещества, гидрохимические параметры.

Yamborak R.S. Application of alternative methodologies for the evaluation of hydrochemical quality of the freshwater systems. This article introduces the complex analytical integral evaluation of water quality of Podil Dniester area freshwater system according to hydrochemical parameters with the use of modern geo-informational technologies.

Key words: hydroresources, GIS-model, indicators structure, polluting substances, hydrochemical parameters.

Актуальність дослідження та постановка проблеми. Згідно [6, 15] з усіма основними показниками забруднення у більшості прісноводних систем перевищено верхню екологічно допустиму межу, що приводить до втрати їх самоочисної здатності. Водогосподарський комплекс потребує цілеспрямованої і виваженої роботи для його відтворення на якісно новій основі. Не винятком є водна система Дністра, яка характеризується значною варіативністю за гідролітичними властивостями, має особливості зумовлені географічним розташуванням, кліматом та рельєфом. На екологічний стан цієї системи суттєво впливає діяльність виробничо-територіального комплексу [8]. Наявні методи диференційованого підходу оцінювання якості води дають можливість оцінити лише показники окремих її властивостей. Однак, лише комплексне узагальнення інформації про якість води може дозволити дати повну оцінку її геоecологічного стану. Саме тому розробка методів аналітичного інтегрального оцінювання із використанням сучасних геоінформаційних технологій є основою для встановлення якості води прісноводної системи взагалі та гідросистеми Подільського Придністер'я зокрема. Одним із показників екологічного стану річки є її гідрохімічний режим. З екологічних позицій гідрохімічний режим – це динаміка аналітичних характеристик обмінних процесів органо-мінерального комплексу водного середовища.

В ідеалі, при встановленні екологічної якості гідроресурсів прісноводних систем необхідно використовувати методики, які безпосередньо відображали б реальний стан конкретного водного об'єкту. Проте таких універсальних методик не існує, тому доводиться застосовувати альтернативні прийоми, які насамперед зумовлені наявними засобами та можливостями їх використання.

Предметом роботи є динаміка екологічного стану прісноводних систем.

Об'єктом аналізу є структура параметрів оцінювання результатів екологічного моніторингу басейну річки Дністер в межах Подільського Придністер'я.

Аналіз стану вивченості проблеми. Для річок Українських Карпат і Поділля проведена ціла низка досліджень, зокрема таких провідних науковців як О.М. Адаменка [1], В.А. Барановського [2], І.М. Волошина [4], М.А. Голубця [5], М.І. Кирилюка [7], І.П. Ковальчука [8], О.Г. Ободовського [13], В.І. Пелешенка [10], Г.І. Рудька [12], В.К. Хільчицького [10], Ю.С. Ющенко [14], та інших, на підставі яких виявлено риси гідрохімічного режиму досліджуваних водних систем, особливості їх розташування, вплив антропогенної діяльності, виробничо-територіальних комплексів та створених водосховищ на екосистему річок, структуру показників гідрохімічної якості води. Саме з урахуванням результатів досліджень, які зазначені вище, запропоновано метод, який дозволяє дати повну оцінку гідрохімічного стану гідросистеми та сукупність змін показників її якості.

Дослідження спрямоване на розробку ГІС-моделі, з допомогою якої можна вести гідрохімічний моніторинг досліджуваної водної системи.

Методологія аналітичного оцінювання якості води. Вихідним інформаційним масивом для виконання аналітичних досліджень є дані Дністровської державної регіональної інспекції екології та природних ресурсів, що характеризують вміст забруднюючих речовин за період спостереження 2005-2008 рр. в річках Подільського Придністер'я.

При дослідженні водної системи Дністра в межах Подільського Придністер'я застосовано декілька методичних прийомів. Зокрема, для встановлення гідрохімічної якості води досліджуваної гідросистеми проведено аналітичне інтегральне оцінювання, збазоване на кібернетичних засадах, здатних вивчати системи будь-якої природи, спроможних сприймати, зберігати і опрацьовувати інформацію з метою оптимального управління [52, с.6]. У нашому випадку такою системою є річкові допливи Подільського Придністер'я та Поділля. Досліджувана система має входи (незалежні змінні, фактори) і виходи (залежні змінні, відгуки, параметри оптимізації, функції мети). Перспективним у цьому плані, при вирішенні завдань із залежними змінними є використання комплексних показників якості [11]. Таким показником може бути так звана функція ймовірності (бажаності).

Під ймовірністю d_i розуміють той чи інший ймовірний рівень параметра оптимізації, відповідно до якого розроблена спеціальна шкала ймовірності [11] (табл. 1).

Таблиця 1.

Шкала функції бажаності d .

Параметр оптимізації d	Рівень якості
$d=1$	максимально можливий
1,00 ... 0,80	допустимий, дуже високий рівень якості
0,80 ... 0,60	допустимий, достатньо високий
0,60 ... 0,37	допустимий і достатній
0,37 ... 0	недопустимий
$d=0$	максимально не бажаний

$$d_i = \exp [- \exp (- y_i)], \quad (1)$$

де d_i – значення оцінки параметру в інтенсивному вигляді; y_i – умовна величина оцінюваного показника; $\exp$ – прийняте позначення експоненти.

При цьому значення кожного оцінюваного параметру перетворюються у відповідну ймовірність d , після чого визначається узагальнена інтегральна оцінка D гідрохімічної якості всього масиву гідрохімічних показників як середнє геометричне окремих параметрів [11]:

$$D = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_i} = \sqrt[q]{\prod_{i=1}^{i=q} d_i}, \quad (2)$$

де q – загальна кількість параметрів визначеної структури числового масиву даних, d_i – ймовірний рівень якості окремо взятого параметру оптимізації гідрохімічної якості води.

Таким способом отримана оцінка D перетворюється на узагальнений параметр подальшої оптимізації, який виступає єдиним аналітичним критерієм оцінювання гідрохімічної якості води досліджуваної гідросистеми.

Результати оцінювання якості води із використанням альтернативних технологій. За результатами аналітичного оцінювання якості води лівобережних допливів гідросистеми Дністра в межах Подільського Придністер'я (2005-2008 рр.) визначено комплексний інтегральний показник гідрохімічної якості води D за

гідрохімічними параметрами: амоній загальний, фосфати, ферум загальний, БСК_п, ХСК (табл. 2).

Таблиця 2.

**Узагальнене оцінювання гідрохімічних показників водної системи
Подільського Придністер'я за період спостереження 2005-2008 рр.**

Басейни річок	Ймовірність, d_i				D'
	2005 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	
Збруч	0,4067	0,5864	0,4965	0,1971	0,3904
Жванчик	0,2561	0,4602	0,4912	0,4833	0,409
Смотрич	0,2558	0,4595	0,3077	0,3145	0,3266
Мукша	0,1093	0,2369	0,1467	0,082	0,1328
Тернава	0,3843	0,5979	0,5193	0,4007	0,4676
Студениця	0,5301	0,7089	0,6946	0,6662	0,6458
Ушиця	0,3621	0,5688	0,5997	0,6553	0,5334
Калюс	0,3219	0,5801	0,5268	0,4612	0,4615
D	0,3004	0,501	0,434	0,344	0,3872

Так отримана оцінка D' (табл. 2) гідрохімічної якості водної системи Подільського Придністер'я дозволила здійснити порівняльну характеристику якості води досліджуваної системи по окремих об'єктах. Користуючись шкалою ймовірності (табл. 1), за отриманими даними результатів досліджень (табл. 2), встановлено:

а) 11,1 % лівобережних допливів гідросистеми Дністра в межах Подільського Придністер'я мають допустимий, достатньо високий рівень гідрохімічної якості води;

б) 25 % – недопустимий рівень гідрохімічної якості води;

в) 52,9 % – допустимий і високий рівень гідрохімічної якості води.

Аналізуючи отримані результати узагальненого оцінювання гідрохімічної якості води досліджуваної гідросистеми (за числовими значеннями D) в динаміці на протязі 2005-2008 рр., в цілому простежується тенденція до її зниження. Це насамперед пов'язано зі скидами у відкриті водойми недостатньо-очищених стічних вод підприємствами різної форми власності та завдяки негативному впливу на стан поверхневих вод неканалізованих і неочищених зливових стоків.

Відповідно до пропонованого методу оцінювання гідрохімічної якості водної системи та для візуалізації отриманих результатів, проведено опрацювання отриманих результатів оцінювання гідрохімічної якості води лівобережних допливів Дністра в межах Подільського Придністер'я з використанням ГІС-моделі [3, 9]. Складовою ГІС-моделі є географічна основа (топографічна карта Дністра в межах Подільського Придністер'я), яка відображає загальні риси території та створює цілісне уявлення про гідрографію досліджуваного об'єкту.

Тематичним навантаженням ГІС-моделі є банк даних гідрохімічного моніторингу водної системи Подільського Придністер'я.

З усього числового масиву банку даних геоекологічного моніторингу виокремлені показники гідрохімічної якості: нітроген загальний, вміст фосфатів, ферум загальний, БСК_п, ХСК, для яких здійснено комплексне інтегральне оцінювання якості води. При цьому, отримані результати оцінки D (табл. 2), які характеризують гідрохімічну якість води лівобережних допливів водної системи Дністра в межах Подільського Придністер'я, за допомогою ГІС-технологій спроектовано на географічну основу.

На картографічній основі за допомогою ГІС-технологій відображено

результати оцінки D гідрохімічної якості води як окремо взятих допливів водної системи Подільського Придністер'я так і їх загальну кількість.

Пропонована методика оцінювання якості прісноводної системи Подільського Придністер'я із використанням ГІС-технологій за гідрохімічними параметрами може бути застосована для визначення екологічного стану будь-якого водного об'єкту, як складової довкілля, завдяки можливості абстрагування від окремих індивідуальних показників, різних за характером та розмірністю.

Висновки: 1. За результатами виконаного узагальненого оцінювання якості води гідросистеми Дністра в межах Подільського Придністер'я за період спостереження 2005-2008 рр. встановлено недостатньо високі числові значення інтегральної оцінки D . 2. Розроблена архітектура запропонованої ГІС-моделі дозволяє оперативно оцінити динаміку гідрохімічних параметрів, як опосередкований аналог еколого-критеріальної оцінки стану гідросистеми. 3. Для підтримки екологічної рівноваги досліджуваних систем числове значення узагальненої оцінки D має бути в межах 0,6...1,0, що досягається застосуванням відповідних природоохоронних заходів.

Перспективи використання результатів роботи. Виконані аналітичні дослідження та використання запропонованої ГІС-моделі для оцінювання якості води за гідрохімічними параметрами дають підстави для раціоналізації напрямків водоохоронної діяльності в цілому та розробки конкретних проектів збалансованого водокористування визначеною водогосподарською системою.

1. Адаменко О.М. Інформаційно-керуючі системи екологічного моніторингу на прикладі карпатського регіону // Український географічний журнал, 1993, №3. С. 8-14.
2. Барановський В.А. Екологічні проблеми природних вод та їх картографування // Екологічний вісник. – 2004. – № 5-6. – С. 4-7.
3. Боднар А.Л. Геоінформаційні системи у третьому тисячолітті // Мат. конф. «ГІС-форум-99» – К.: ГІС-Асоціація України – 1999. – 238 с.
4. Волошин І. М. Методика дослідження проблем природокористування. – Львів: ЛДУ, 1994. – 160 с.
5. Екологічна ситуація на північно-східному макросхилі Українських Карпат / М.А. Голубець, О.Г. Марискевич, М.П. Козловський та ін.; Ред.: М.А. Голубець; НАН України. Ін-т екол. Карпат. – Л.: Поллі, 2001. – 162с.
6. Керівний нормативний документ Мінекобезпеки України – КНД 11.1.4.010-94. «Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуарій України. Методика».
7. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат. – Чернівці: Рута, 2001. – 246 с.
8. Ковальчук І.П., Іванов Є.А., Андрійчук Ю.М., Цідило Ю.П. Аналіз якості вод річкових русел басейну Верхнього Дністра // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006 – Т. 11. С. 230-237.
9. Костріков С.В., Комп'ютерне моделювання у фізичній географії – передвісник і передумова впровадження ГІС-технологій для геоecологічних задач // Культура народів Причорномор'я. – Симферополь: Межвузовский центр «Крым». – ISSN 1562-0808. – 2004. – N51. – С. 19-25.
10. Методи визначення хімічного складу природних вод / Хільчевський В.К., Пелешенко В.І. – К.: Вид-во Київський університет, 1993.
11. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение, 1980. – 304 с.
12. Рудько Г.І., Митропольський О.Ю. Міжнародна науково-практична конференція „Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-техногенних систем” // Регіональна економіка. – 1997. – №. 1. – С. 126-128.
13. Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). – К.: Ніка-Центр, 2001. – 274 с.
14. Ющенко Ю. Проблеми використання русел та заплав річок українських Карпат // Матеріали V конгресу Міжнародної асоціації українців: Соціально-гуманітарні науки. Чернівці: Рута, 2004. – С. 356-361.
15. Яцик А.В. До питання національної водної політики в Україні і проблем вирішення екобезпечного водокористування // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006 – Т. 11. С. 21-25.