

В. Б. Мокін, д. т. н., доц.; О. М. Присяжнюк; Ю. М. Коновалюк

НОВИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ СПОСТЕРЕЖНОЇ МЕРЕЖІ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗА П'ЯТЬМА КРИТЕРІЯМИ

Запропоновано новий підхід до оптимізації спостережної мережі якості поверхневих вод за п'ятьма критеріями та методика його реалізації. Розроблена методика дає можливість отримання чітких рекомендацій щодо розташування створів спостережень на водних об'єктах, переліку репрезентивних показників якості вод та регулярності проведення спостережень у разі зміни фінансування державного моніторингу вод.

Вступ

З метою дослідження якості поверхневих вод створено систему пунктів спостереження за їх станом. Спостереження за рівнем забруднень поверхневих вод проводиться на постійних та тимчасових пунктах спостережень, які розміщуються в місцях наявності або відсутності впливу господарської діяльності. Пункти спостереження включають в себе один або декілька створів. Під створом пункту спостереження розуміється умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, в якому проводиться комплекс робіт для одержання даних про якість води. Існують методи, що встановлюють місцеположення створів з гідрометеорологічних та морфометричних особливостей річкової води, розташування джерел забруднення, кількості складу і властивостей зворотних вод, які скидаються, зацікавленості водокористувачів.

Головним критерієм при виборі місця розташування пунктів спостереження є наявність джерел забруднення (скиду стічних і дощових вод, стічних вод окремих підприємств, ТЕС, АЕС, скиду колекторно-дренажних вод); кінцевих створів великих та середніх річок, внутрішні водоймища; границі економічних районів, республік, країн, що перетинають транзитні річки; кінцеві гідрологічні створи річкових басейнів; гирлові зони забруднених приток головної річки.

На даний час ряд природоохоронних та наукового дослідних установ провели роботи по оптимізації мережі гідрологічних спостережень (за твердим і рідким стоком) на річках України, у зв'язку з тим що розташування підприємств-забруднювачів та чисельність постійно змінюється.

Пропонується новий підхід до оптимізації спостережної мережі річкової води, яка методом ранжування дозволить отримати зі спостережної мережі максимум інформації за менші кошти. Для цього слід використовувати геоінформаційні технології і комп'ютеризовані системи екологічного моніторингу поверхневих вод (КСЕМ ПВ). Під оптимізацією спостережної мережі розуміється вироблення рекомендацій щодо доцільності проведення спостережень по кожному створу по певних показниках.

Підхід до розв'язання задачі та вибір критеріїв оптимізації та розв'язання задачі

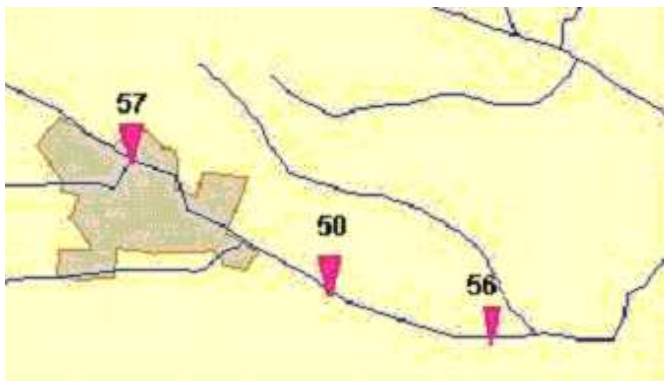


Рис. 1. Виділення віддаленості створів один від іншого

Методика оптимізації спостережної мережі якості річкової води полягає в тому, що кожному створу присвоюється певна кількість балів в залежності від критерію. Той створ спостереження, що набирає мінімальну кількість балів пропонується скоротити та в результаті ранжування визначити наступні створи скорочення.

Новий підхід до оптимізації спостережної мережі якості поверхневих вод використовує типовий геоінформаційний інструментарій, що надає можливість визначення п'ятиох критеріїв оптимізації. Серед яких:

Критерій 1. Віддаленість створів один від

іншого. Визначення віддаленості створів один від іншого здійснюється по осі, розташованій вздовж річки.

Критерій 2. Щільність розташування створів на річці. Розподіл здійснюється шляхом розбиття даної річки на ділянки заданої довжини S та встановлення кількості створів на кожній із них.

Критерій 3. Монотонність зміни значень якості води. Визначається монотонність створів для певного показника якості води за певний період у заданому створі за інформацією бази даних комп'ютеризованої системи екологічного моніторингу стану поверхневих вод.

Критерій 4. Кількість скидів вище по течії. Визначення кількості скидів вище по течії здійснюється з врахуванням відстані впливу, обсягу води, з врахуванням або без врахування приток.

Критерій 5. Кількість водовідборів нижче по течії.

Розрахунок критеріїв оптимізації

Критерій 1. Визначення критерію віддаленості створів один від іншого здійснюється по осі, розташованій вздовж річки, за допомогою типового геоінформаційного інструменту «Визначення відстані вздовж об'єкта». Отримані дані заносяться в таблицю у вигляді балів.

Наприклад, на рис. 1 видно, що на відстані $S_1=2$ км від створу № 50 знаходяться 2 створи, що вимірюють показник „Азот амонійний»: № 57 та № 56.

Критерій 2. Визначення щільності розташування створів на річці, здійснюється шляхом розбиття заданої річки на ділянки заданої довжини S_2 та встановлення кількості створів на кожній з них.

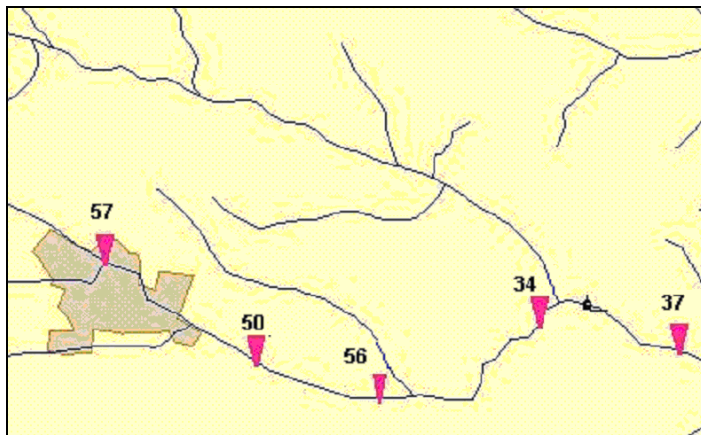


Рис. 2. Визначення щільності розташування створів на річці

Для цього використовується той же типовий геоінформаційний інструмент «Визначення відстані вздовж об'єкта». Отримані дані заносяться в таблицю у вигляді балів.

Наприклад, на рис. 2 видно, що на проміжку $S_2 = 10$ км знаходяться 5 створів, що вимірюють показник „Азот амонійний»: № 57, № 50, № 56, № 34, № 37.

Критерій 3. За допомогою бази даних комп'ютеризованої системи екологічного моніторингу (КСЕМ) визначаємо монотонність створів. Для цього із бази даних робиться вибірка значень заданого показника якості

води x_i ($i = 1, \dots, N$) за заданий період у заданому створі.

Визначаються різниці:

$$\Delta x_j = x_{j+1} - x_j, \quad \nabla x_j = x_j - x_{j-1}, \quad j = \overline{2, N-1}, \quad (1)$$

Обчислюються суми модулів різниць:

$$S_{3j} = |\Delta x_j| + |\nabla x_j|, \quad j = \overline{2, N-1}, \quad (2)$$

Значення S_{3j} впорядковуються за зменшенням.

Критерій 4. Визначення кількості скидів вище по течії здійснюється з врахуванням відстані впливу, обсягу води, з врахуванням або без врахування приток.

Критерій 5. Здійснюється за кількістю водовідборів нижче по течії з врахуванням відстані впливу та обсягу води.

Визначення інтегрального критерію оптимізації

Для формування висновків та рекомендацій розраховується інтегральний критерій.

Інтегральний критерій оптимізації розраховується за формулою:

$$K_{int} = W_1 \cdot K_{1i} + W_2 \cdot K_{2i} + W_3 \cdot K_{3i} + W_4 \cdot K_{4i} + W_5 \cdot K_{5i}, \quad (3)$$

де K_{1i} — значення критерію віддаленості створів один від іншого; K_{2i} — значення критерію щільності розташування створів на річці; K_{3i} — значення критерію монотонності; K_{4i} — значення кількості скидів вище по течії; K_{5i} — значення кількості водовідборів нижче по течії; W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 — вагові коефіцієнти, які вибираються експертним шляхом, за умови що їх сума дорівнює

1.

Приклад оптимізації

Запропонована методика оптимізації була апробована для критеріїв 1—3 на спостережній мережі ділянки річки Південний Буг, розташованій в межах Вінницької області.

Спостереження здійснюють Держуправління екології і природних ресурсів, Обласна санітарно-епідеміологічна станція, Південно-Бузьке басейнове водогосподарське об'єднання, зокрема:

Держуправління екології і природних ресурсів — спостереження за джерелами скидів стічних вод і дотримання норм тимчасово узгоджених скидів /ТУС/ і гранично допустимих скидів /ГДС/.

Обласна санітарно-епідеміологічна станція — вибіркові спостереження за рівнем забруднення води у місцях проживання населення та в місцях використання їх населенням.

Південно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів проводить спостереження за:

концентрацією радіоактивних речовин у річках, водосховищах, каналах, зрошувальних системах і водоймах у зонах електростанцій;

концентрацією забруднюючих речовин у поверхневих водах, у місцях їх інтенсивного використання для народногосподарських потреб.

На досліджуваній ділянці розміщено 46 створів, що ведуть спостереження за показниками: азот амонійний, завислі речовини, біохімічне споживання кисню, сульфати, колифаги, карбонати, нітроти, нітрати, фосфати та ін.

Для розрахунку використовувались геоінформаційна система державного моніторингу поверхневих вод Вінницької області, розроблена у 2003–2005 роках у Вінницькому національному технічному університеті, спільно з Державним управлінням екології та природних ресурсів у Вінницькій області.

Результати розрахунку за розробленою методикою графічно представлені на рис. 3.

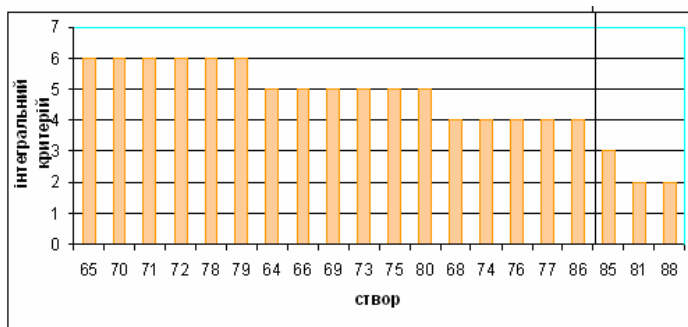


Рис. 3. Значення інтегрального критерію для створів державної спостережної мережі ділянки річки Південний Буг, розташованій в межах Вінницької області, за показником «Азот амонійний», за критерієм 1-3

Аналіз графіка на рис. 3 показує, що варто переглянути необхідність проведення спостережень у створах № 88 та № 81 за показником „Азот амонійного», оскільки вони майже не несуть додаткової інформації, а тільки збільшують витрати на її збирання. Наступним створом, необхідність якого варто переглянути, є створ № 85. Кількість створів, які підлягають скороченню, визначається можливостями у їх фінансуванні.

Висновки

Запропоновано новий підхід до оптимізації спостережної мережі якості поверхневих вод за п'ятьма критеріями та методика його реалізації. Розроблена методика дає можливість отримання чітких рекомендацій щодо розташування створів спостережень на водних об'єктах, переліку репрезентивних показників якості вод та регулярності проведення спостережень у разі зміни фінансування державного моніторингу вод.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про Загальнодержавну програму розвитку водного господарства» від 17 січня 2002 р. № 2988-III із змінами і доповненнями внесеними Законом України від 26 грудня 2002 року № 380-IV.

2. Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод в Мінприроди України здійснюється у відповідності до «Керівні нормативні документи (КНД 211.1.1.106-2003). Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів) / В. П. Білогуров, В. Ю. Бакланова, С. О. Діаконова. — К.: Мінекоресурси України, 2003. — 62 с.