

УДК 504.4. 05/06:577.4;502;338

**ПРОСТОРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ЯКОСТІ БАСЕЙНУ р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ
ЗАСОБАМИ ГІС/ДЗЗ ТЕХНОЛОГІЙ**

Є. С. Анпілова,
О. М. Трофимчук, д-р техн. наук, проф.
(Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України)

В статті розглядаються проблеми оцінки якості поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець. Висвітлена важливість використання ГІС/ДЗЗ технологій для аналізу, інтерпретації та управління екологічним станом басейну річки Сіверський Донець.

Описана модель оцінки якості поверхневих вод на прикладі басейну р. Сіверський Донець, побудована основі ГІС/ДЗЗ-технологій.

В статье рассматриваются проблемы оценки качества поверхностных вод бассейна реки Северский Донец. Освещена важность использования ГИС/ДЗЗ технологий для анализа, интерпретации и управления экологическим состоянием бассейна реки Северский Донец.

Описана модель оценки качества поверхностных вод на примере бассейна реки Северский Донец, построенная на основе ГИС/ДЗЗ технологий.

The problems of assessing the quality of surface water basin of the river Seversky Donets. The importance of use of the modern GIS and remote sensing of the Earth from space technologies for analysis, interpretation and management of the ecological conditions of the basin of river Severskiy Donets is explained.

The model estimates of surface water quality in the basin as an example the Severskiy Donets River, built on the basis of GIS / RS technologies.

Серед сучасних екологічних проблем особливе місце займають питання управління, використання та охорони водних ресурсів, особливо прісних вод суши. Це пов'язано з тим, що саме прісні води є найбільш уразливими. Хімічний склад природних вод дуже складний та відрізняється різноманіттям хімічних елементів, а під

впливом антропогенного навантаження у водні об'єкти потрапляє велика кількість забруднюючих речовин.

Вирішення питань екологічної безпеки водних об'єктів та раціонального використання водних ресурсів потребує знання про поточний стан вод та можливості на цій основі здійснення коректних прогностичних оцінок, якості води спираючись на використання сучасних технологій обробки та представлення інформації.

Наявність сучасних ГІС-технологій дає змогу забезпечити збір, обробку, збереження, доступ, відображення та розповсюдження просторово — координованих даних, вміщує значну кількість прийомів аналізу просторових об'єктів, за допомогою яких досліджують структуру та морфологію явищ з їх кількісною оцінкою. Проблемна орієнтація ГІС визначається задачами, які вони розв'язують (науковими та прикладними), серед яких інвентаризація ресурсів, аналіз, оцінка, моніторинг, управління та планування, підтримка прийняття рішень [1].

Для оцінки якості поверхневих вод використовують методики оцінки якості водних об'єктів, що були затверджені на державному рівні [2, 3].

Враховуючи переваги цих методик з однієї сторони та потужні можливості сучасного інструментарію ГІС-технологій з іншої сторони, з'являється можливість автоматизувати процес розрахунку якості води.

Дані, що використовувались при проведенні роботи, включають: пости контролю з географічною прив'язкою, результати вимірювання концентрації забруднюючих речовин [4—8], дані водокористувачів, що звітуються за формою 2ТП (водгосп), моделі водних об'єктів, дані дистанційного зондування Землі, паперові топографічні карти та плани, цифрова модель місцевості. Ці матеріали формують базу геоданих геоінформаційної системи стану водних об'єктів.

Система оцінки якості води була створена в середовищі ArcGIS. Вихідна інформація обробляється за допомогою спеціальних інструментів ArcToolbox, що дозволяє працювати з даними різного типу.

Розрахунки, що наведені у методиках [2, 3], були запрограмовані на базі спеціалізованої мови Python, яка вбудована у основу програмного продукту ArcGIS і яка має змогу інтегрувати у своє середовище багаточисельні протоколи зовнішніх бібліотек сучасних мов програмування.

Маючи такий набір даних ми маємо змогу відслідковувати всі зміни у кожному об'єкті в часі та аналізувати їх сукупний вплив на процеси формування якості поверхневих вод по пунктах спостереження річки Сіверський Донець.

На основі отриманих баз даних були створені тематичні карти стану якості води по створах Держгідромету (рис. 1), та карту впливу підприємств на басейн річки Сіверський Донець (рис. 2).

Запрограмована методика дозволяє виконувати необхідні операції багаторазово, при цьому є можливість змінювати вихідні дані. Перед запуском програми необхідно вибрати пости контролю, за якими будуть проводити розрахунок.

В результаті роботи моделі формується атрибутивна таблиця, що вміщує вихідну інформацію про пости контролю, водокористувачах, значення забруднюючих речовин, індекси забруднюючих речовин та відповідні класи та категорії води, на основі якої побудовано тематичну карту якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець (рис. 3). Крім того була залучена цифрова модель місцевості, що дає змогу врахувати рельєф, типи ґрунтів, тощо.

Отримані результати дозволяють оцінити стан водного об'єкту тільки в місцях відбору проб. В умовах постійного скорочення кількості пунктів спостереження та періодичності відбору проб складно оцінити та прийняти рішення, тому бажано знати рівень забруднення в будь-якій точці басейну річки. Вирішити цю проблему дозволяє детальний аналіз із застосуванням ГІС-технологій.

Для побудови моделей просторового розподілу якості поверхневих вод були використані геостатистичні методи, які включені у склад додаткового модуля ArcGIS Geostatistical Analyst.

Модуль Geostatistical Analyst, має інструментарій, який дозволяє виконати найкраще з можливих інтерполювання значень шляхом вивчення взаємозв'язків між всіма опорними точками розраховувати стандартні помилки інтерполяцій (невизначеності) та визначити вірогідність того, що в деяких точках перевищені критичні значення. Крім того побудує суцільну, безперервну поверхню, яка буде відображувати концентрації забруднюючих речовин [9].

Модуль Geostatistical Analyst дозволяє використовувати дві групи методів інтерполяції: детерміновані та геостатистичні. Останні спираються як на статистичні, так і на математичні методи, які

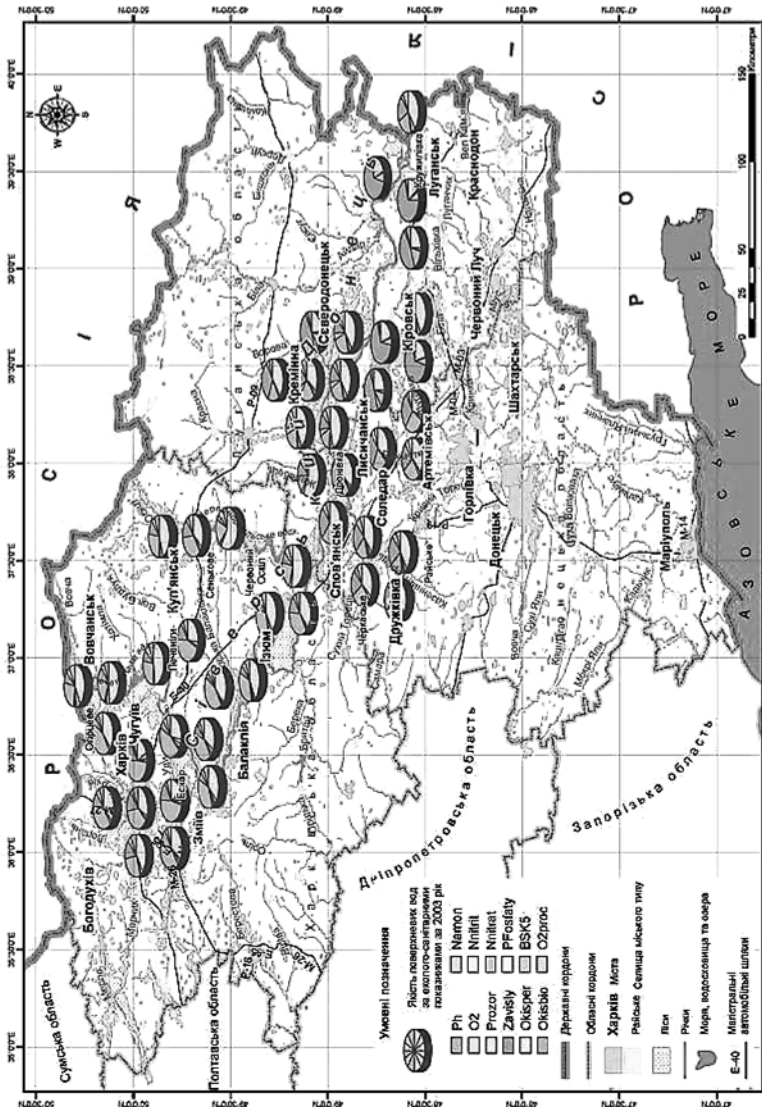


Рис. 1. Якість поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець по створах Держгідромету.

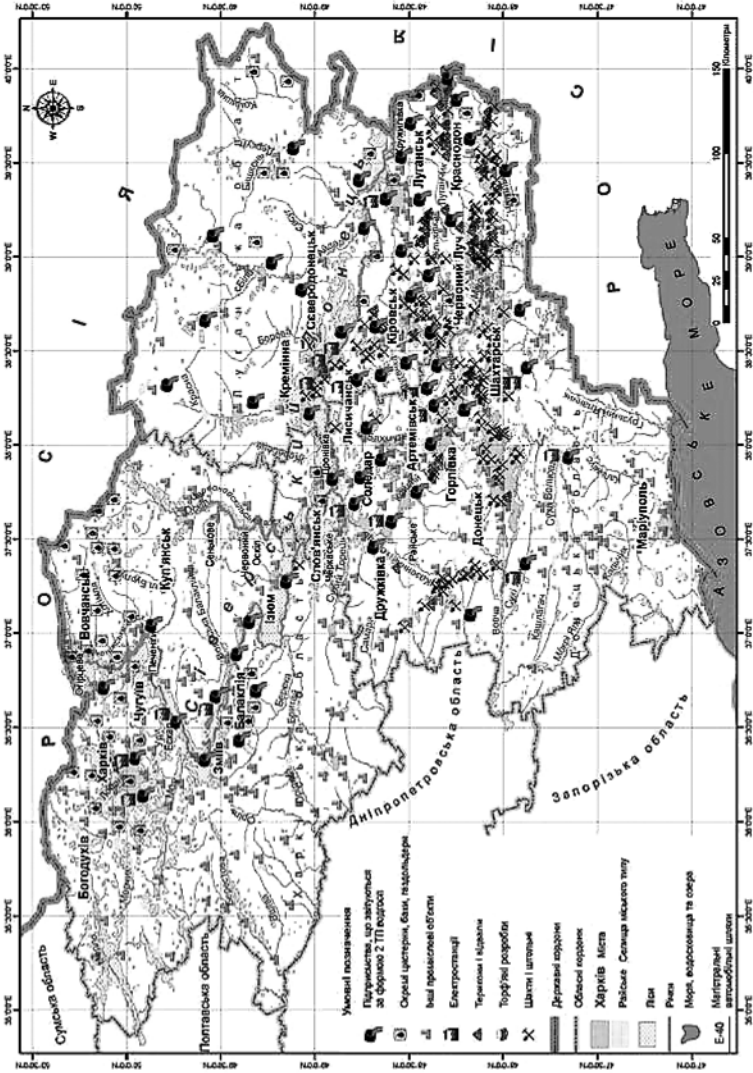


Рис. 2. Карта розташування підприємств, які мають негативний вплив на басейн р. Сіверський Донець.

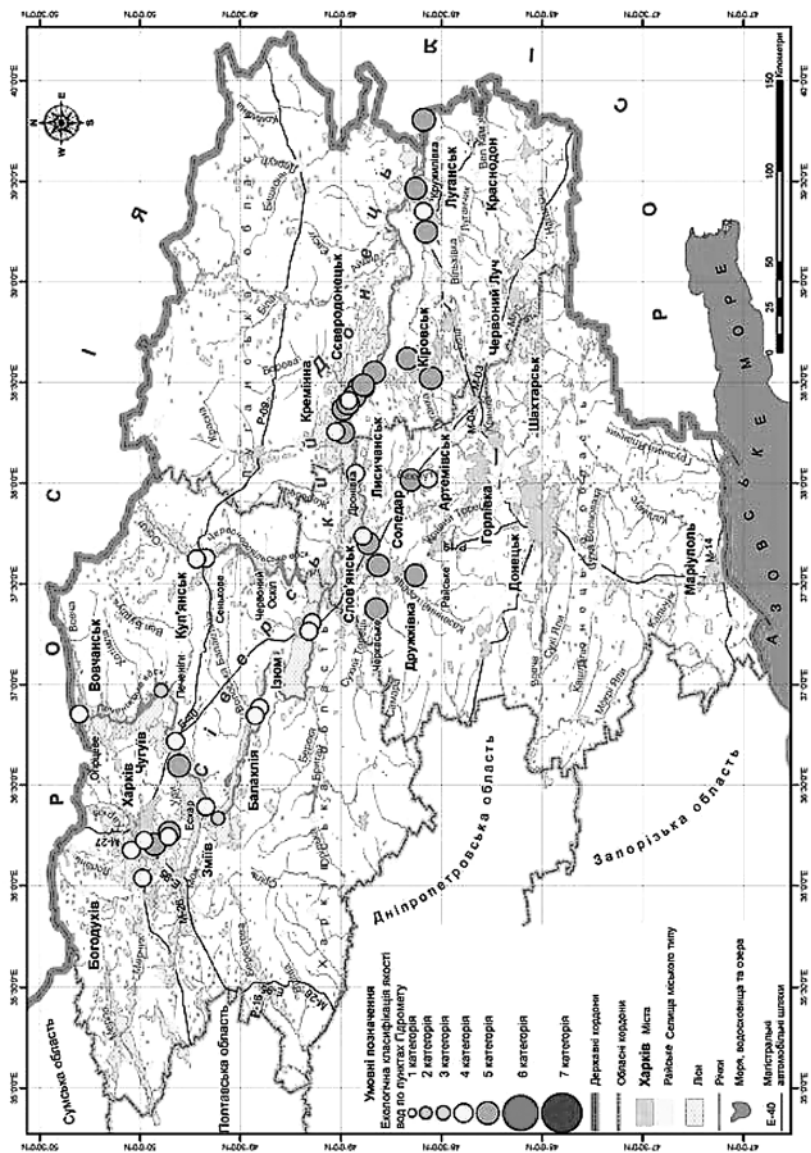


Рис. 3. Екологічна класифікація якості вод по пунктах Держгідромету.

можуть бути використані для побудови поверхні та оцінки помилки інтерполяції. Дані без визначення погрішностей не можуть бути використаними для прийняття управлінських рішень, тому геостатистичні мають перевагу.

Дослідження результатів контролю якості поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець було проведено з використанням усіх геостатистичних методів: ординарний, простий, універсальний, віпрогідностний, диз'юнктивний та індикаторний кригінги.

Метод простого кригну був визнаний оптимальним для інтерполяції якості поверхневих вод басейну, метод індикаторного кригінгу дозволяє будувати поверхні вірогідності зміни якості поверхневих вод басейну.

Використовуючи інформацію з баз даних постів спостереження Держгідромету та підприємств, що звітуються за державною статистичною формою 2-ТП водгосп за допомогою ГІС, а саме, модуля Geostatistical Analyst, проведено геостатистичний аналіз, в результаті якого була отримана інтерполяційна поверхня (рис. 4).

Значення якості води розраховане традиційними методами, згідно методики у контрольних створах та значення якості води в цих же пунктах, але отримане в результаті інтерполяції за допомогою модуля Geostatistical Analyst програми ArcGis відхиляється не більше ніж на 5–7% (табл. 1).

Отримані результати у повному обсязі дозволяють підтвердити достовірність отриманої інтерпольованої поверхні якісної характеристики поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець.

Результати просторового аналізу можуть бути використані для побудови схем моніторингу для якісного спостереження за територіями, де спостерігається значне забруднення води. Отримані результати допомагають виявити основні джерела забруднення водотоків, контроль за якими повинен бути підсиленим.

Тому можна стверджувати, що методи, реалізовані у Geostatistical Analyst програми ArcGis значно доповнюють можливості отримання більш повні даних з використанням менших затрат.

В результаті проведених досліджень отримано такі нові наукові результати:

1. Створено нову модель оцінки якості поверхневих вод шляхом синтезу геостатистичних методів інтерполяції та удосконаленого методу оцінки якості по класах та категоріях;

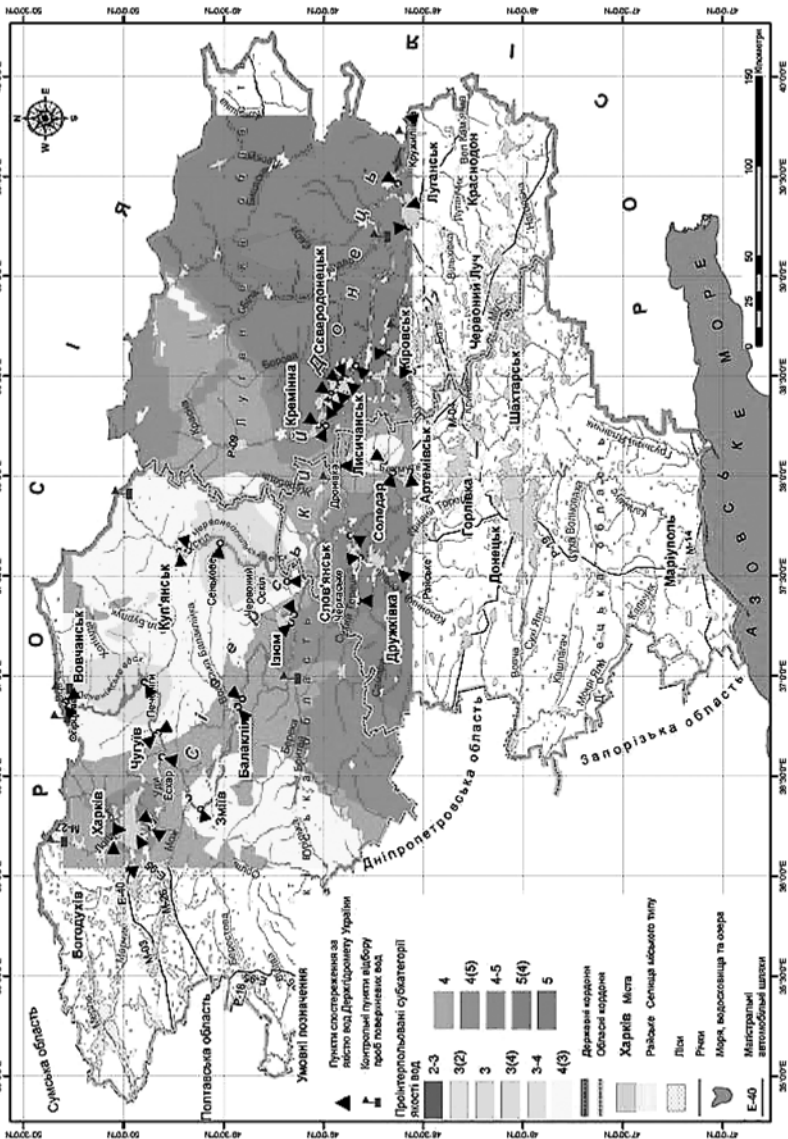


Рис. 4. Карта інтерпольованих значень рівня забруднення басейну р. Сіверський Донець.

Таблиця 1 – Значення якості поверхневих вод річки Сіверський Донець за 2003 рік

Назва пункту	Клас/категорія/ субкатегорія якості води розрахована у ГІС	Клас/категорія / субкатегорія якості води розрахована традиційними методами
р. Сіверський Донець (с. Огурцове);	III/4/4(3)	III/4/4(3)
р. Осклі (с. Тополі);	III/4/4(3)	III/4/4(3)
р. Лопань (с. Казача Лопань)	III/4/4	III/4/4(3)
р. Сіверський Донець (с. Кружилівка)	III/5/4-5	III/5/4-5
р. Айдар (гирло)	III/5/4-5	III/5/4-5
р. Камишоваха (м. Стаханівськ)	III/5/5	III/5/5(4)
р. Сіверський Донець (с. Дронівка)	III/4/4	III/4/4
р. Сіверський Донець (с. Червоний Шахтар)	III/4/4	III/4/4
р. Вовча (гирло).	II/3/3-4	II/3/3-4

2. Виявлені закономірності зміни якості поверхневих вод по всьому басейну р. Сіверський Донець.

3. Побудовані картографічні моделі навантаження та якості поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець.

* * *

1. Mitchell A. — Environmental Systems Research Institute, Inc. The ESRI Guide to GIS Analysis. V.1: / A. Mitchell // Geographic Patterns and Relationships: Redlands, USA, 1999. —186 p.

2. Методика по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / УНДІВЕРП, 2-ге вид. перероб. та допов. — К.: Полімед. — 2007. — 71 с.

3. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. — К.: СИМВОЛ-Т, 1998. — 28 с.

4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши, 1997 г. / [ответственный редактор Н.Г. Рад-

зиевская]. — К.: Государственный комитет Украины по гидрометеорологии, 1998 — Ч. 1 и 2: Выпуск 3. — 1998. — 252 с.

5. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши, 2000 г. / [ответственный редактор Н. Г. Радзиевская]. — К.: Государственный комитет Украины по гидрометеорологии, 2001. — Ч. 1 и 2: Выпуск 3. — 2001. — 274 с.

6. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши, 2002 г. [ответственный редактор Н. Г. Радзиевская]. — К.: государственный комитет Украины по гидрометеорологии, 2003. — Ч. 1 и 2: Выпуск 3. — 2003. — 278 с.

7. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши, 2003 г. / [ответственный редактор И. А. Колесник, редактор Н. Г. Радзиевская]. — К.: Государственный комитет Украины по гидрометеорологии, 2004. — Ч. 1 и 2: Выпуск 3. — 2004. — 281с.

8. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши, 2004 г. / [ответственный редактор И. А. Колесник, редактор Н. Г. Радзиевская]. — К.: Госком. Украины по гидрометеорологии, 2005. — Ч. 1 и 2: Выпуск 3. — 2005. — 278 с.

9. ArcGis 9 Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. Russian Translation by DATA +, Ltd. — 2001. — 285 p.

Отримано: 9.03.2011 р.