

УДК 351:630 (477)

DOI: 10.18372/2310-5461.37.12431

В. І. Зацерковний, д-р техн. наук, доц.
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка,
orcid.org/0000-0003-2346-9496
e-mail: vitallii.zatsekovnyi@gmail.com

Плічко Л. В., аспірантка
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
orcid.org/0000-0001-6779-0236
e-mail: PlichkoL@ukr.net

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ЩОДО СТВОРЕННЯ БАЗИ ГЕОДАНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Вступ

З підписанням Угоди про партнерство і співробітництво між Україною та Європейським Союзом (ЄС) у липні 1994 р. Україна прийняла зобов'язання щодо поступової гармонізації національного законодавства із законодавством ЄС. Основним стратегічним напрямом водоохоронної діяльності в Україні є обмеження антропогенного забруднення поверхневих вод екологічно небезпечними речовинами, поступове зниження якого передбачається здійснювати шляхом дотримання норм якості води, встановлених для різних видів водокористування.

Поглиблення взаємодії з ЄС базується на впровадженні низки європейських стратегій в окремі сектори економіки України. У галузі довкілля планується співпраця по 8 напрямках, одним з яких є сектор якості води та управління водними ресурсами, перед усім у забезпеченні збалансованого водокористування, екологічно безпечного стану водних ресурсів, відтворення і збереження нормального функціонування водних екосистем.

Актуальність дослідження зумовлене тим, що за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), кожного року близько 25 % населення підпадає під ризик захворювань, а практично кожний десятий мешканець планети страждає від вживання недоброякісної питної води [1]. Як відомо, з усього об'єму води, що споживає населення, 68 % становлять поверхневі води. Більша частина використаних поверхневих вод повертається у річки і водойми у вигляді стічних вод. На сьогодні збільшення очисних споруд відстає від зростання споживання води. Проте це не є головною проблемою. Навіть при найдосконалішому очищенні, включаючи біологічну, всі розчинені неорганічні речовини і до 10 % органічних забруднювальних речовин залишаються в очищених стічних водах.

Така вода знову може стати придатною для споживання тільки після багаторазового розбавлення чистою природною водою.

Екологічно руйнівні моделі розвитку в багатьох напрямках економіки та щоденного побуту призвели до деградації водних ресурсів, що відбивається на обсязі наявних водних ресурсів та якості води. Тому виникає необхідність забезпечення оптимального використання вод, захисту ресурсів прісної води.

В Україні тільки за роки її незалежності зареєстровані численні випадки захворюваності на холеру, черевний тиф, вірусний гепатит «А», дизентерію тощо, які спричинені з водним фактором [1], незважаючи на державну гарантію захисту прав громадян у сфері питної води та питного водопостачання шляхом декларації забезпечення кожної людини питною водою нормативної якості у межах та умов її проживання.

Причинами цього є — по-перше, екологічні установи та відомства замість управління водними ресурсами на благо суспільства та природи, продовжують контролювати дотримання заснованих на концепції нульового ризику «радянських» стандартів/норм та розглядають безпеку, як відсутність ризиків [2]. По-друге, водні відомства продовжують управляти, головним чином, використанням вилученої з річок води, частка якої становить менше 10 % від наявних водних ресурсів. Рештою ж води фактично ніхто не управляє, залишаючи водне управління вкрай дезінтегрованим [2].

Останніми роками відповідно з постановами уряду здійснюється гармонізація національних природоохоронних нормативних документів та відповідних нормативних документів високорозвинених країн Європи і ВООЗ. Однак, проведений авторами аналіз сучасної нормативної бази оцінки якості поверхневих вод свідчить про недостатню інтеграцію з нормативною базою ЄС.

Значний антропогенний тиск на окремі річкові водозбори викликає зміни їх водного режиму, а розрахунки і прогнозування якості річкового стоку існуючими традиційними методами важко назвати ефективними. Практично відсутні надійні методи прогнозування стоку для маловивчених річок. Загострення екологічних проблем визначає актуальність проведення регіональних досліджень, спрямованих на оцінку сучасного стану навколишнього середовища, вирішення завдань якісного покращення середовища і ресурсно-відновлюваних функцій природних територіальних комплексів, що потерпають сьогодні від значного техногенного тиску.

Поверхневі води є найбільш динамічною частиною природних ресурсів. Саме вони, з одного боку, швидше всіх реагують на будь-які зміни в системі, а з іншого, — саме вони є стримуючим фактором усієї системи.

Успішний розв'язок багатьох гідрологічних цілей вимагає розробки нових методичних засобів дослідження антропогенного навантаження на річковий басейн. Одним з перспективних шляхів використання даних технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і сучасних геоінформаційних систем (ГІС) є виявлення змін в екосистемі, прогнозу розвитку небезпечних природних і природно-техногенних процесів. Оскільки кожен конкретний річковий басейн містить різні за умовами формування ділянки стоку, моделювання, окрім повного опису основних процесів формування стоку, повинно враховувати їх просторову мінливість з урахуванням реально наявного інформаційного забезпечення.

Постановка проблеми

Вода — невід'ємна складова екосистеми, соціально-економічного комплексу, основа життєзабезпечення людини. Використання державних водних ресурсів в інтересах економічного розвитку і соціального добробуту значною ступенем залежить від водогосподарської політики і якості експлуатованих водних об'єктів. У міру зростання населення і розширення господарської діяльності зростає кількість регіонів, де забезпечення водою стає проблемою. На екологічну ситуацію впливає й крах радянської моделі соціально-економічної системи: відбувається якісне виснаження водних ресурсів, деградація водозборів, зростає кількість технічних аварій, різко зростає збиток від стихійних лих. Рациональне природокористування (зокрема, використання поверхневих вод), як вид господарської діяльності, потребує реалізації нових підходів до керівництва та управління, спрямованих на захист і забезпечення прав громадян на безпечне екологічне середо-

вище і збереження ресурсного потенціалу для економічного забезпечення стійкого розвитку.

Актуальність даної проблеми підкреслює необхідність застосування технологій ГІС та ДЗЗ в екологічному моніторингу якості поверхневих вод, оскільки дані сучасні технології забезпечують швидкість та надійність інформації, яка буде використовуватися для розробки заходів щодо покращення екологічного стану поверхневих вод. Розгляд даної проблеми надає можливість практичного розв'язку багатьох завдань щодо захисту населення і навколишнього природного середовища від впливу небезпечних забруднень поверхневих вод.

Ступінь розробленості теми дослідження

Дані про якість води слугують для регулювання діяльності водокористувачів, забезпечення раціонального використання водних ресурсів, інформування населення про небезпечні ситуації, пов'язані з забрудненням водних об'єктів.

Для підтримання належного рівня споживання води різними користувачами існують свої критерії визначення якості води.

Висувають такі вимоги до якості води: вода для пиття та культурно-побутового призначення; вода для рибогосподарського призначення.

Склад та властивості води першої категорії відповідають нормам в створах розміщених 1 км вище за течією від водовипуску та в радіусі 1 км до найближчого пункту водокористування.

Вода другої категорії не вище нормативів у місцях випуску стічних вод за наявності течії (за відсутності не далі 500 м). Вода вважається чистою, коли вміст шкідливих речовин в ній не перевищує граничнодопустиму концентрацію (ГДК), а склад та властивості її не виходять за рамки нормативів. Усього для води господарсько-питного призначення — для 147 речовин [2].

Питання, пов'язані із вивченням якісного складу, забруднення поверхневих вод, міграції забруднювальних речовин, було широко висвітлено в працях багатьох українських учених — О. П. Будза, В. В. Гребіня, А. К. Запольського, В. Г. Кліменко, О. Є. Кошлякова, А. Ю. Лукіна, М. С. Огняника, В. К. Хільчевського, М. А. Хвесик, А. В. Яцик та багатьох інших. Значну увагу було приділено цій проблемі в працях зарубіжних авторів — Ж. Фріда, Р. С. Гарельса, Р. Хора, Дж. Дривера та інших [3].

Метою статті є розгляд підходів щодо створення бази даних моніторингу поверхневих вод з використанням ГІС та технологій ДЗЗ.

Виклад основного матеріалу

У різних країнах світу встановлені основні вимоги до питної води: вона повинна бути без-

печна в епідемічному та радіаційному відношенні, нешкідлива за хімічним складом і мати сприятливі органолептичні властивості. При цьому якість питної води повинна відповідати державним санітарним норм та правилам [4]. У забруднених водних об'єктах відбуваються фізико-хімічні та інші процеси, спрямовані на відновлення природного стану вод, тобто їх самоочищення. Якість води в певній точці оцінюють, порівнюючи максимальну концентрацію забруднюючої речовини за її граничнодопустимим значенням. Показники якості води традиційно визначаються шляхом збору проб з поля, а потім аналізу проб в лабораторії. Незважаючи на те, що це вимірювання на місці забезпечує високу точність, це трудомісткий процес, і тому неможливо забезпечити одночасну інформованість про якість води в регіональному масштабі. Крім того, даними методами неможливо визначити просторові або тимчасові коливання якості води, що є важливим для комплексної оцінки та управління водними об'єктами. Тому ці труднощі стають значною перешкодою для моніторингу та управління якістю води.

Якість поверхневих вод на сьогодні залежить від антропогенного впливу самої людини. Стрімкий розвиток технологій, суспільства зумовлює таке ж стрімке забруднення водного середовища. Тому показники якості води повинні відповідати сучасному розвитку, нажалі, як і в радянські часи, воду контролюють по 38 компонентах. У той час як в США її тестують по більш ніж сотні параметрів.

Ключовими параметрами на європейському рівні є загальний захист водної екології, захист питної води та захист купальної водної зони.

З цієї причини була запроваджена загальна вимога до екологічного захисту та загальний мінімальний хімічний стандарт для охоплення всіх поверхневих вод. Це два елементи: «хороший екологічний стан» та «хороший хімічний стан». Хороший екологічний статус визначено у Додатку V Рамкової угоди щодо водних ресурсів з точки зору якості біологічної спільноти, гідрологічних та хімічних характеристик. Надається комплекс процедур для ідентифікації цього моменту для даного об'єкту води та встановлення конкретних хімічних або гідро-морфологічних стандартів для досягнення цієї мети, а також система забезпечення того, щоб кожна держава-член тлумачила процедуру послідовно. Хороший хімічний статус визначається з погляду дотримання всіх стандартів якості, встановлених для хімічних речовин на європейському рівні. Директива також передбачає механізм оновлення цих стандартів та створення нових за допомогою механізму визначення пріоритетів для небезпечних хімікатів.

Це забезпечить щонайменше мінімальну хімічну якість, особливо стосовно дуже токсичних речовин [5].

Найбільш детальними є рекомендації ВООЗ, у яких є такі окремі переліки: неорганічні речовини (переважно важкі метали, нітрати і нітрити); органічні речовини (близько 30); пестициди (більше 40); речовини що застосовуються для дезінфекції води, в основному різні сполуки бромю і хлору (більше 20); речовини, що впливають на смак, колір і запах води. Також перераховані речовини, які не впливають негативно на здоров'я при ГДК в воді — до них належать срібло і олово [4] (табл. 1).

Таблиця 1

Стандарти якості питної води в різних країнах, ВООЗ та Директиві ЄС

Показники	Україна	Рекомендації ВООЗ	Директива ЄС	Фінляндія	Швеція	Франція	Австралія	Японія	Бразилія	Китай
Біологічні	11	3	8	5	5	5	2	3	3	6
Узагальнені фізико-хімічні, органолептичні	4	4	8	8	7	7	6	9	5	6
Неорганічні забруднення	41	29	23	22	25	23	24	26	23	32
Органічні забруднення	17	65	7	19	11	11	86	18	34	40
Галогеновмісні сполуки (побічні продукти дезінфекції)	12	10	3	3	3	2	9	9	8	10
Радіологічні	8	2	2	2	3	3	2	2	2	2
Усього	93	113	48	59	54	51	129	67	75	96

Якщо порівнювати нормативи, якими керуються при контролі якості водопровідної води, встановлені Директивою 2000/60, а також іншими національними стандартами, що діють у різних країнах світу, то можна зробити висновок про те, що кількість показників якості в різних документах значно відрізняється. Крім того, відмінність відзначається і за рівнем кількісного значення показників.

При цьому показники в різних країнах мають різний пріоритет. Це викликано природними і соціально-економічними умовами різних країн. Істотний вплив на ці показники чинить можливість використовувати як джерело питного водопостачання природні водні об'єкти, що відрізняються за якістю вихідної води.

Впливає ступінь забезпеченості різних країн водними ресурсами, придатними для питних цілей [6].

Вода може відігравати лише незначну роль в загальному впливі конкретної хімічної речовини на організм, і у деяких обставинах проведення контролю за рівнями його вмісту в питній воді, поєднане, можливо, зі значними витратами. Тому стратегії управління ризиками щодо питної води слід розглядати в комплексі з іншими потенційними джерелами впливу на людину.

Процес складання «короткого переліку» хімічних речовин є простою класифікацією високого і низького ризику, що дозволить виявляти більш широкі проблеми.

З'ясовано, що лише невелика кількість хімічних речовин викликає серйозний вплив на здоров'я людини внаслідок потрапляння через питну воду та у тих випадках, коли такі речовини присутні в ній в надмірній кількості. До числа таких речовин відносяться миш'як, нітриту та нітрати. У деяких країнах було виявлено вплив свинцю (наявного в домашніх водопровідних системах) на здоров'я людини, також існує стурбованість щодо потенційних масштабів впливу селену і урану, присутніх у концентраціях, не-

безпечних для здоров'я людини. Залізо і марганець мають велике значення через їх вплив на якість питної води. Ці компоненти слід завжди враховувати в рамках процесу встановлення пріоритетів. Для речовин, що відрізняються особливо високою летючістю, наприклад хлороформу, коефіцієнт норми може бути приблизно дорівнювати подвоєному показником впливу [5].

Сухий залишок вилучено з переліку показника і в питних водах, так само як і показники твердості, вмісту магнію, калію, йоду, розчиненого кисню, оскільки вони мають незначний вплив на організм і деякою мірою необхідні для здоров'я людини. Директива ЄС містить тільки ті показники, вплив яких на здоров'я людини доведено. Мабуть, саме ця обставина є причиною того, що в Директиві ЄС відсутні будь-які рекомендації щодо фізіологічної повноцінності питної води, які присутні в переліку показників ДСанПіН (Державні санітарні правила і норми) (табл. 2).

Одним з основних принципів європейського законодавства є те, що на рівні кожного національного законодавства державам членам не дозволяється встановлювати гірші нормативи, ніж у Директиві, оскільки рівень захисту здоров'я людини має бути однаковим у межах усього ЄС.

Держави члени ЄС можуть включати додаткові показники безпеки питних вод, тільки якщо вони значимі для здоров'я на їхній території (пункт 5 Директиви 2000/60), тобто не повинні вводити не доведені за впливом на здоров'я показники. Директива 2000/60 істотно змінила водні аспекти керування в ЄС, увівши нове поняття «гарного стану» води, у якому поєднуються біологічні і хімічні критерії оцінки якості води.

У європейській Директиві з питної води, яка має законодавчий характер, критерії безпеки та її нормативи наведено у самій Директиві, що робить виконання їх обов'язковим [4].

На жаль, в українських законах такі нормативи відсутні (табл. 3).

Таблиця 2

Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води ДСанПіН, які відсутні в ЄС

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи
1	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	1,5–7,0
2	Загальна лужність	ммоль/дм ³	0,5–6,5
3	Йод	мкг/дм ³	20–30
4	Калій	мг/дм ³	2–20
5	Кальцій	мг/дм ³	25–75
6	Магній	мг/дм ³	10–50
7	Натрій	мг/дм ³	2–20
8	Сухий залишок	мг/дм ³	200–500
9	Фториди	мг/дм ³	0,7–1,2

Таблиця 3

Обов'язкові показники якості питної води, що включені до директиви ЄС та відсутні в ДСанПіН

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Нормативи	
			Директива 2000/60	ДСанПіН 2.2.4-171-10
1	Акриламід	мг/л	0,0001	–
2	Вінілхлорид	мг/л	0,0005	–
3	Епіхлоргідрин	мг/л	0,0001	–
4	Поліцикличесні ароматичні вуглеводні	мг/л	0,0001	–
Радіологічні показники				
5	Тритій	Бк/ дм ³	100	–
6	Загальна індикаторна доза	м ³ в/рік	0,1	–

В Україні діють лише санітарні норми і правила ДСанПіН [6], які є фактично галузевим документом, обов'язковим до виконання всіма виробниками питної води у відповідності з водним законодавством України.

В ДСанПіН допускаються в воді нафтопродукти, фенольний індекс, поверхнево-активні речовини (ПАР) — в ЄС ці показники не нормуються. В європейських стандартах одиниці об'єму води наведено у літрах, а не куб. дм. Також в ДСанПіН допускаються в кілька разів більші значення вмісту в питній воді речовин, які містять: алюміній, азот амонію, нітритів (у шість разів), свинцю, срібла, сульфатів, заліза, марганцю, миш'яку, хлоридів. Але в Україні більш жорсткі параметри, порівняно з ЄС, до вмісту у воді кадмію, міді, ртуті, цюанідів.

Порівнюючи показники якості води нашої країни та європейських країн, слід окреслити основні параметри схожості елементів, які в подальшому можна взяти за основу при створенні бази даних (рис. 1).

Для забезпечення можливості накопичення, зберігання, зручного доступу до даних моніторингу поверхневих вод, а також автоматизації їх обробки та аналізу з урахуванням просторового розташування, необхідним є розробка систем підтримки прийняття рішень з використанням ГІС, які є оптимальним способом подання отриманої інформації.

При комплексній екологічній оцінці якості поверхневих вод, необхідно обробляти величезну кількість екологічної, економічної та соціальної інформації розподіленої як в просторі, так і в часі.

Геоінформаційні системи дозволяють візуалізувати та інтегрувати різноманітні та різночасові дані, отримані для моніторингу та визначити райони з найвищим рівнем забрудненості.

Отже, для вирішення низки завдань необхідно зібрати, проаналізувати величезну кількість інформації з цією метою необхідно створити базу даних системи моніторингу поверхневих вод (рис. 2).



Рис. 1. Показники якості води бази даних системи моніторингу якості поверхневих вод



Рис. 2. Блок-схема структури бази даних моніторингу поверхневих вод

База даних моніторингу якості поверхневих вод призначена для зберігання даних, опису параметрів досліджуваних речовин, їх ГДК, які відповідають вимогам Директиви ЄС, опису постів спостережень, паспортних даних водних об'єктів, аналіз даних та прогнозування подальшого впливу забруднювальних речовин на навколишнє середовище. Система обробки даних дозволяє оцінити цілісну картину забруднення, виявити пріоритетні фактори, оптимально реагувати на техногенні впливи, розробляти адекватну стратегію управління та прийняття рішень щодо природокористування. Структура бази даних моніторингу поверхневих вод має вигляд зв'язку

основних елементів системи для відображення і доступу до геопросторових і атрибутивних даних (рис. 3).

Система точкового контролю якості водних середовищ, яка існує на сьогодні в нашій країні, не дозволяє в сучасних умовах досить оперативно й масштабно вирішувати завдання з ідентифікації і контролю зон «хронічного» забруднення водних басейнів на великих територіях.

Великими можливостями з ідентифікації забруднення вод мають методи ДЗЗ, які дозволяють здійснювати моніторинг на значних територіях водних об'єктів, у тому числі й малодоступних для звичайних контактних методів індикації.

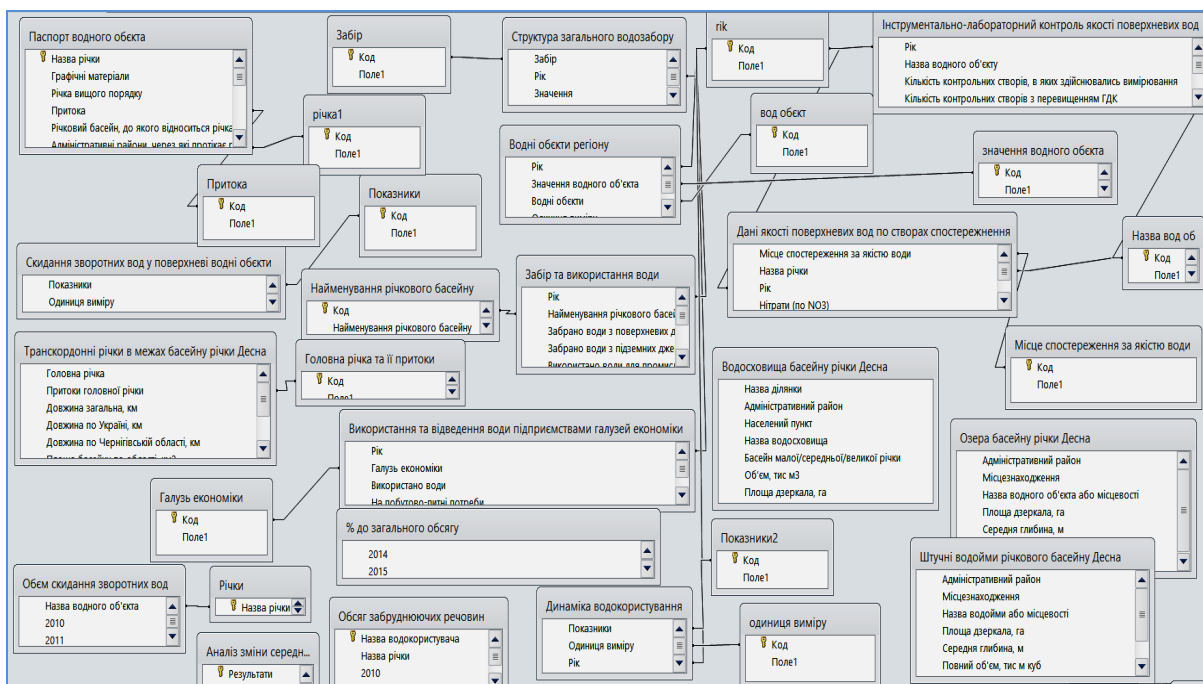


Рис. 3. Зв'язки в структурі бази даних моніторингу поверхневих вод

Тому застосування технологій ДЗЗ відкриває можливості вирішення проблеми наслідків забруднення поверхневих вод. При цьому запропоновані сучасні технології дозволяють вирішувати завдання з високою оперативністю отримання інформації, з досить коректною об'єктивністю за результатами обробки аерофотознімків і у великих масштабах території моніторингу. Дані можливості особливо важливі для отримання інформації раннього виявлення виникнення екстремальних ситуацій на водному об'єкті після техногенних катастроф, аварій тощо.

Таким чином, необхідність упровадження технологій ГІС та ДЗЗ зумовлюється Директивою 2000/60 для попередження або зменшення випадків забруднення води. А також з метою ретельного вивчення та оцінювання екологічної якості води (пункт 39, 40 Директиви 2000/60) [5]. За допомогою ДЗЗ можна отримати інформацію про об'єкт шляхом аналізу даних з пристрою, який не контактує з об'єктом, зоною чи явищем. Методи ДЗЗ мають переваги над стандартним забором води зі створів, наприклад, вони мають високу оглядовість, можливість одержання одночасної інформації про великі території, можливість переходу від дискретних значень показників в окремих пунктах території до неперервного просторового розподілу показників,



Рис. 4. Стратегія прийняття рішень щодо підвищення якості поверхневих вод

Відповідно до статті 51 Водного кодексу України [9] було створено розділ «Паспорт водного об'єкта» в базі даних моніторингу якості поверхневих води з метою упорядкування питань, пов'язаних з встановленням технічних параметрів водного об'єкта, гідрологічних характеристик річки (водотоку), регламентацією господарської діяльності на водних об'єктах (водосховищах, ставках та озерах) для забезпечення сталого використання (включаючи кількісне та якісне відновлення) усіх ресурсів, пов'язаних з існуванням водойм та на підвищення ефективності їх

можливість одержання інформації у важкодоступних районах. Потенційні переваги методів ДЗЗ найбільш відчутні у моніторингу поверхневих вод, оскільки відіграють істотну роль в генералізації інформації. Тому необхідно впровадити стратегію прийняття рішень щодо водоохоронної діяльності поверхневих вод (рис. 4).

Основою реалізації будь-якої стратегії прийняття рішень щодо управління водним господарством країни повинна стати наявність сучасної інформаційно-аналітичної системи на базі ГІС через необхідність опрацювання великих обсягів різноманітних даних [7].

Сюди входять: бази даних, математична обробка даних, математичне моделювання, прогнозування наслідків того або іншого сценарію дій, у тому числі на основі експертних оцінок. Сукупність таких елементів прийнято називати системою підтримки прийняття рішень, для реалізації яких необхідно розробити і впровадити відповідні ГІС, що являють собою нарощувану систему з розширюваною базою даних й експертною оцінкою за методами системного аналізу [2]. Дані рішення потрібні для удосконалення системи моніторингу щодо покращення екологічного стану якості поверхневих вод. Для зручності в користуванні базою даних було створено її інтерфейс (рис. 5).

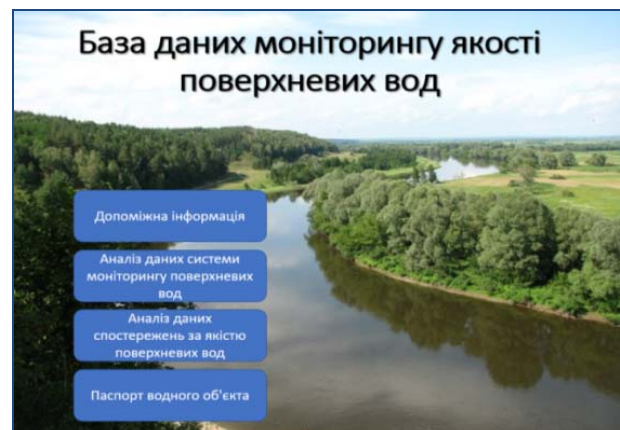


Рис. 5. Інтерфейс структури бази даних моніторингу якості поверхневих води

використання в Чернігівській області (рис. 6). Система оцінювання якості поверхневих вод побудована в середовищі MSAccess. База даних являє собою складний програмний комплекс, орієнтований найбільш оптимально виконати будь-який запит користувача інформаційної системи на пошук інформації в базі даних і обробляти відібрану інформацію в формі, потрібної для подальшого використання (наприклад, звіт, графіки, таблиці).

Дані забруднення поверхневих вод річокносять у таблицю (рис. 7).

Паспорт водного об'єкта			
Назва річки	Сейм	Заболоченість, %	
Графічні матеріали		Розораність, %	
Річка вищого порядку	Десна	Призначення водного об'єкта (водосховища ставка)	
Притока	ліва	Рік здачі в експлуатацію	
Річковий басейн, до якого відноситься річка	Сейм/Десна/Дніпро	Ширина, м	
Адміністративні райони, через які протікає річка	Сосницький, Борзнянський, І	Глибина, м	
Протяжність по території регіону, км	56	Площа водного дзеркала, г	
Площа річкового басейну по області, км ²	837	Екологічна оцінка за станом якості поверхневих вод	2 класу (добрий) 2 категорії (дуже добрий)
Густота річкової мережі км/км ²	0	Екологічна оцінка за ступенем чистоти поверхневих вод	2 класу (чисті) 2 категорії (чисті)
Середня висота водозбору, м абс	178	Екологічна оцінка за комплексною оцінкою якості на основі ІЗВ	2 класу якості (чиста)
Середній схил водозбору, м-км	0	Кольорове кодування згідно Рамкової Директиви Води	зелений
Об'єм стоку річки, куб м	105	Відмітка витоків річки, м абс	
Падіння річки, м	66	Норма стоку, млн м куб	
Середньозважений нахил, м/км	0	Відмітка гирла річки, м абс	
Кількість гребель (водосховищ), од	0	Річка	середня
Кількість газопроводів, що проходять через річку, од	4	Кількість населених пунктів вздовж берегової смуги, од	20
Кількість трубопроводів, що проходять через річку, од	0	Кількість аміако-трубопроводів, що проходять через річку, од	0
Кількість нафто-трубопроводів, що проходять через річку, од	0	Кількість продукто-трубопроводів, що проходять через річку, од	0

Рис. 6. Розділ бази даних «Паспорт водного об'єкта»

Дані якості поверхневих вод по створах спостереження			
Місце спостереження за якістю води:	с. Старі Яриловичі Рівнянського району	Бромат:	
Назва річки:	Сож	Барій:	
Рік:	2016	Акриламід:	
Нітрати (по NO3):	0,36	Селен:	
Нітриги:	0,61	Хлороформи:	
Марганець:	3,1	Бенз(а)пірен:	
Залізо загальне:	2,6	Пестициди 1, 2:	
Загальна мінералізація:	0,22	Пестициди 1, 3:	
Сульфати:	0,26	Тригалогенметани 4:	
Хлориди:	0,06	Бензол:	
Алюміній:	0	Трихлоретилен та тетрахлоретилен:	
Льоній:		Внілхлорид:	
Загальна лужність:		Перманганатна окиснюваність:	
Кадмій:		Цинк:	
Міш/лм:		Водневий показник:	
Ртуть:		Загальна жорсткість:	
Фториди:		Кальцій:	
Свинець:		Магній:	

Рис. 7. Блок «Дані забруднення поверхневих вод» в базі даних якості поверхневих вод

Блок «Дані забруднення поверхневих вод» забезпечує введення даних, пошук та відбір необхідної інформації, контроль та редагування даних.

Отримані результати експортовані в програмному середовищі ArcGIS 9.2 для побудови геостатистичних моделей оцінювання якості води у вигляді баз статистичних даних моніторингу поверхневих вод з 2010 по 2017 рр.

На жаль, вони дозволяють оцінити стан води лише у місцях відбору проб, тому оцінювання і прийняття загального рішення стає надто складним завданням, оскільки бажано мати показники, які характеризували б стан поверхневих вод у будь-якій точці гідрографічної мережі.

Але, як було зазначено перед цим, проводити моніторинг усіх об'єктів поверхневих вод області немає можливості. Хоч якось наблизитись до вирішення цієї проблеми можуть допомогти методи просторового аналізу та геостатистичного моделювання. Вхідними даними для проведення геостатистичного моделювання стану поверхневих вод Чернігівської області є відомості з пунктів спостереження, а 13 водних об'єкти у 20 створах, у тому числі на 11 прикордонних ділянках річок, у 2 створах технічних водозаборів на р. Десна біля смт. Макошино та м. Чернігів, у одному створі зони впливу Смоленської АЕС на р. Десна, у 6 створах на річках Десна, Сейм, Остер, Удай, Стрижень, Білоус (рис. 8).

Срібло:		Мідь:	
Берилій:		Забарвленість:	
Бор:		Каламутність:	
Сурма:		Провідність:	
Ціаніди:		Значення:	
Хром:			



Рис. 8. Розташування гідрохімічних пунктів та створів ЦГМ на яких здійснюється моніторинг поверхневих вод Чернігівської області

Моніторинг забруднення поверхневих вод за гідрохімічними показниками у 2010–2017 рр. проводився на 13-ти річках області. За допомогою ГІС можна визначити зміна показників на обраних постах. Інформація відображається у вигляді інформаційної картки, яка містить: загальні відомості про об’єкт, дані спостережень стану водних об’єктів на пунктах моніторингу у вигляді таблиці. Також в системі реалізована задача автоматизованого геокодування (просторової прив’язки) гідрохімічного пункту спостереження (рис. 9). Кожен тематичний шар пов’язаний з базою даних ГІС, куди вноситься вся інформація з даного шару.

База даних цифрової карти включає два типи інформації: просторову та атрибутивну, які зберігаються комп’ютером у вигляді набору файлів, що містять або просторову, або атрибутивну інформацію про об’єкт карти. Об’єднання даних дозволяє отримати доступ до інформації в табличній базі даних через карту. Шари та пов’язані з ними таблиці атрибутів об’єктів є основними блоками бази даних ГІС.

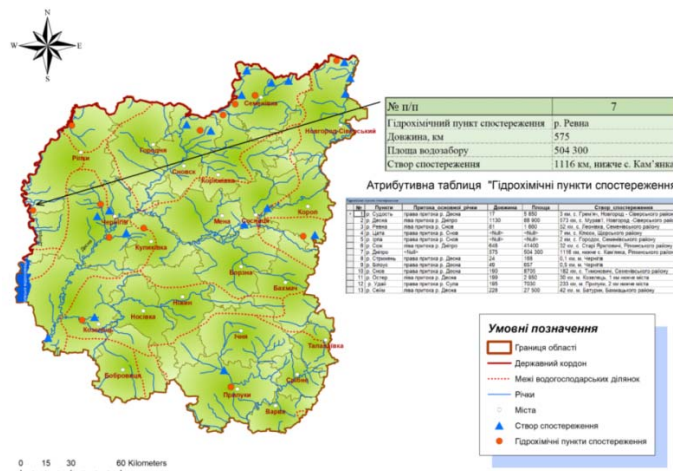


Рис. 9. Дані спостережень стану водного об’єкта на гідрохімічних пунктах

Геооб’єкти створюються і зберігаються у вигляді окремих шарів відповідно до типів об’єктів (точкові, лінійні) і логічної груп об’єктів (водотоки відокремлюються від доріг, тому що обидва ці класи мають специфічні атрибути).

Технологія ГІС дозволяє встановити зв’язок з базою даних, виділяти необхідні дані по водному об’єкту та визначати його просторове розташування. Ці знання є основою для прийняття більш точних і ефективних управлінських рішень. Для користувача ГІС часто представляє не просто інтерес до місця розташування водних об’єктів на заданій ділянці, але й процеси, які відбуваються в них. Наприклад, цікаво дізнатися про дані забору води певної річки на території Чернігівської області тощо.

Висновки

Поверхневі води є найбільш динамічною частиною природних ресурсів. Саме вони, з одного боку, швидше всіх реагують на будь-які зміни в системі, а з іншого, — саме вони є стримуючим фактором усієї системи. Успішний розв’язок багатьох гідрологічних задач потребує розробки нових методичних засобів дослідження антропогенного навантаження на річковий басейн. Одним з перспективних шляхів використання даних технологій ДЗЗ і сучасних ГІС є виявлення змін в екосистемі, прогнозу розвитку небезпечних природних і природно-техногенних процесів. Оскільки кожен конкретний річковий басейн містить в собі різні за умовами формування ділянки стоку, моделювання, крім повного опису основ-

них процесів формування стоку, повинно враховувати їх просторову мінливість з урахуванням реально наявного інформаційного забезпечення.

Необхідність впровадження технологій ГІС та ДЗЗ чітко прописана Директивою 2000/60 для попередження або зменшення випадків забруднення води та оцінювання екологічної якості води. В національних стандартах з екологічного моніторингу якості поверхневих вод потрібно приділяти увагу тим хімічним речовинам, які ставлять під загрозу здоров'я людини або мають істотний вплив на якість води. Створена авторами БД являє собою складний програмний комплекс, орієнтований на виконання запитів користувача щодо пошуку інформації в базі даних і наступне опрацювання відібраної інформації.

База даних моніторингу якості поверхневих вод призначена для зберігання даних, опису параметрів досліджуваних речовин, їх ГДК, які відповідають вимогам Директиви ЄС, опису постів спостережень, паспортних даних водних об'єктів, аналіз даних та прогнозування подальшого впливу забруднювальних речовин на навколишнє середовище. Система обробки даних дозволяє оцінити цілісну картину забруднення, виявити пріоритетні фактори, оптимально реагувати на техногенні впливи, розробляти адекватну стратегію управління та прийняття рішень щодо природокористування. Технологія ГІС дозволяє встановити зв'язок з базою даних, виділяти необхідні дані по водному об'єкту та визначити його просторове розташування. Ці знання є основою для прийняття більш точних і ефективних управлінських рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2016 рік/МОЗ України, ДУ «УІСД МОЗ України». — Київ, 2017. — 516 с.

2. Водний кодекс України [Текст]: офіц. текст: за станом на 06.06.1995 р.] / Верховна Рада України.: [Електрон. ресурс]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/213/95>.

3. **Васенко О. Г.** Екологічна оцінка стану поверхневих вод України з урахуванням регіональних гідрохімічних особливостей / О. Г. Васенко,

Д. Ю. Верниченко-Цветков, М. С. Коваленко [та ін.]: зб. наук. пр. УНДіЕП. — Х., 2010. — Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Natural/ronp/2010/2010-Articles/UkrNDIEP_2010_04.pdf

4. Руководство по контролю качества питьевой воды [Текст] / Второе изд., Т. 1. Рекомендации. — Женева: ВОЗ, 1993. — М.: Медицина, 1994.

5. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of establishing a framework for Community action in the field of water policy / OJ L 327, 22.12.01. — 2001.

6. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. [Текст]: офіц. текст: [затверджено Наказом міністерства охорони здоров'я України № 400 12.05.2010 р.]: [Електрон. ресурс]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.

7. **Зацерковний В. І.** Геоінформаційні системи в науках про Землю / В. І. Зацерковний, І. В. Тішаєв, І. В. Віршило, В. К. Демидов. — Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. — 510 с.

8. **Зацерковний В. І.** Використання геоінформаційних технологій та технологій дистанційного зондування Землі в моніторингу гідроресурсів / В. І. Зацерковний, Л. В. Плічко // Тези XVI міжнародної конференції Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти 2017, Київ, 2017.

9. **Прибилова В. М.** Порівняльна характеристика нормативів якості питної води, що застосовуються в окремих країнах світу / В. М. Прибилова // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія. — 2016. — Вип. 44. — С. 55-62. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhG_2016_44_9

10. **Хільчевський В. К., Маринич В. В., Савицький В. М.** Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — К.: Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2002. — Т. 4. — С. 167-169.

11. **Яцик А. В.** Методика оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А. В. Яцик, В. Д. Романенко. — К., 2008. — 28 с.

12. **Шестопапов В. М., Набока М. В., Омельчук С. А., Почекайлова Л. П.** Безпечність питної води в європейському і українському водному законодавстві // Довкілля та здоров'я. — 2008. — Т. 4. — С. 18-25. — Режим доступу: <http://opb.org.ua/179/2/47-0018.pdf>

Зацерковний В. І., Плічко Л. В.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ЩОДО СТВОРЕННЯ БАЗИ ГЕОДАНИХ ГІС МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Проведено порівняння законодавчих нормативів якості води в Україні та країнах Європейського Союзу (ЄС). Запропоновано необхідність впровадження технологій геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для моніторингу якості поверхневих вод. Наведені основні принципи впровадження стратегії прийняття рішень щодо водоохоронної діяльності поверхневих вод. Представлено підходи щодо створення бази даних моніторингу поверхневих вод з використанням ГІС та технологій ДЗЗ. Підвищення якості поверхневих вод можна досягти шляхом впровадження нових сучасних інформаційних технологій моніторингу води для забезпечення максимальної гармонізації національної нормативної бази і відповідних стандартів розвинених країн, зокрема ЄС та рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ). А також для виявлення змін в екосистемі, прогнозу розвитку небезпечних природних і природно-техногенних процесів.

Ключові слова: якість води; стандарти якості води; моніторинг; геоінформаційні технології; технології дистанційного зондування Землі.

Zatserkovnyi V., Plichko L.

ANALYSIS OF APPROACHES TO CREATING A GEODATABASE FOR GIS MONITORING SURFACE WATER QUALITY

The analysis of the legislative norms of water quality in Ukraine and the countries of the European Union (EU) is carried out. Propose introducing geoinformation systems (GIS) and remote sensing technology for preventing or reducing water pollution. The main principles of the implementation of the decision-making strategy for water protection activities of surface waters are given. Approaches to the creation of a database of surface water monitoring using GIS and remote sensing technologies are presented. Increasing the quality of water can be achieved through the introduction of new modern technologies to harmonization of the national regulatory base and standards of developed countries, in particular the EU and world health organization (WHO). And also to identify changes in the ecosystem, the prediction of development of dangerous natural and natural-technogenic processes.

Keywords: water quality; water quality standard; geoinformation technologies; remote sensing technology.

Зацерковный В. И., Пличко Л. В.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ БАЗЫ ГЕОДАНЫХ ГИС МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Проведено сравнение законодательных нормативов качества воды в Украине и странах Европейского Союза (ЕС). Предложена необходимость внедрения геоинформационных систем (ГИС) и технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для предупреждения или уменьшения загрязнения воды. Приведены основные принципы внедрения стратегии принятия решений по водоохранной деятельности поверхностных вод. Представлены подходы к созданию базы данных мониторинга поверхностных вод с использованием ГИС и технологий ДЗЗ. Повышение качества питьевой воды можно достичь путем внедрения новых современных технологий для максимальной гармонизации национальной нормативной базы и соответствующих стандартов развитых стран, в частности ЕС, и рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). А также, для выявления изменений в экосистеме, прогноза развития опасных природных и природно-техногенных процессов.

Ключевые слова : качество воды; стандарты качества воды; геоинформационные технологии; технологии дистанционного зондирования Земли.

Стаття надійшла до редакції 02.02.2018 р.

Прийнято до друку 09.02.2018 р.

Рецензент — д-р техн. наук, проф. Кошляков О. Є.