

УДК 004.041:681.3

М. М. Олексієнко, О. В. Рапотенко

Черкаський національний університет ім. Б.Хмельницького,
Черкаси

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Розглянуто проблему створення інформаційної системи з елементами ГІС для аналізу якості поверхневих вод. Система призначена для зберігання та обробки первинних даних моніторингу за показниками забруднення води, що надходять з постійних та тимчасових пунктів спостережень і створюють єдину інформаційну базу показників якості поверхневих вод.

Ключові слова: інформаційна система, моніторинг водних ресурсів, первинні дані спостереження, інформаційна база, контроль якості води водних ресурсів

Постановка проблеми

На фоні інтенсивного росту екологічного навантаження на природні об'єкти, необхідність підвищення ефективності екологічного управління, що включає моніторинг забруднення довкілля, аналіз індикаторів забруднення та прийняття оперативних рішень з поліпшення екологічної ситуації, не викликає сумнівів. Це питання найбільш актуальне для управління водними ресурсами, оскільки останнім часом через значне антропогенне забруднення більшість водойм стають непридатними для питного, а часто і для технічного водопостачання, втрачають рибогосподарське призначення.

Така ситуація вимагає прийняття необхідних і обґрунтованих рішень у сфері управління якістю водного середовища, проведення на їх основі різних заходів щодо запобігання забруднення, охорони та відновлення якості водного середовища.

Збір, обробка і аналіз таких великих обсягів даних, одержаних у результаті моніторингу поверхневих вод – це складні завдання, які вимагають подолання серйозних технічних труднощів, величезних витрат і адекватних організаційних рішень. Ефективне вирішення завдань моніторингу якості вод вимагає застосування сучасних комп'ютерних методів і засобів для обробки та аналізу даних моніторингу. Тому в контексті вищесказаного актуальність створення інформаційної системи обробки даних

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Рассмотрена проблема создания информационной системы с элементами ГИС для анализа качества поверхностных вод. Система предназначена для хранения и обработки первичных данных мониторинга по показателям загрязнения воды, поступающие из постоянных и временных пунктов наблюдений и создают единую информационную базу показателей качества поверхностных вод.

INFORMATION SYSTEM ANALYSIS OF SURFACE WATER QUALITY

The problem of creating an information system GIS to analyze the quality of surface waters. The system is designed to store and process raw data for monitoring indicators of water pollution coming from the permanent and temporary observation points and create a single database of surface water quality.

моніторингу поверхневих вод не викликає заперечень.

Аналіз останніх досліджень

В Україні згідно з «Порядком здійснення державного моніторингу вод» [1] та «Положенням про державну систему моніторингу навколишнього середовища» [2] державний моніторинг вод є невід'ємною складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. На основі цих урядових документів розроблена «Єдина міжвідомча інструкція з організації та здійснення державного моніторингу вод» (ЄМІ) [3]. Цей документ встановлює єдині вимоги до організації та проведення спостережень за станом поверхневих вод, прибережних зон водосховищ, підземних вод, джерел забруднення вод, за гідрологічними, фізико-хімічними, біологічними, радіологічними показниками якості вод. Виконання вимог ЄМІ обов'язкове для всіх підрозділів суб'єктів державного моніторингу вод, а також відповідальних водокористувачів, які здійснюють спостереження за кількісним та якісним станом вод.

Серед найбільш відомих впроваджених в регіонах України моніторингових систем можна виділити такі основні комплекси [4; 5]:

1. Система Інформаційно-аналітичного центру моніторингу довкілля Міністерства екології та природних ресурсів (ІАЦ Мінприроди) з підсистемами регіонального рівня (розробники – ТОВ «ЕР-ДЖІ-ДЕЙТА», м. Київ та науково-дослідна лабораторія екологічних досліджень і

екологічного моніторингу (НДЛ «ЕДЕМ») Вінницького національного технічного університету): автоматизовані робочі місця регіональних ІАЦ державних управлінь охорони навколишнього природного середовища та суб'єктів регіональних систем моніторингу довкілля, випробувані в шести областях України.

2. Єдина автоматизована система Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди з отриманням результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів, їх накопичення, оброблення та аналіз (АСУ «ЕкоІнспектор»). АСУ «ЕкоІнспектор» має три основні підсистеми: «Вода та скиди», «Ґрунти та відходи» та «Викиди», які успішно апробовані і впроваджені в обласних підрозділах Державної екологічної інспекції Міністерства екології та природних ресурсів в Києві та Севастополі. Система забезпечує автоматизацію виконання вимірювання згідно з атестованими методиками, визначення похибки вимірювання, формування основних розпорядчих та звітних документів про стан забруднення довкілля України та результати інспекційної діяльності.

3. Система моніторингу якості вод Державного агентства водних ресурсів (Науково-дослідний інститут проблем математичних машин та систем НАН України). Система забезпечує збереження, аналіз та обробку даних спостережень якості води, які проводять усі басейнові управління водних ресурсів.

4. Багатоцільова комп'ютерна інформаційно-аналітична система (ІАС) «Хімічний склад та якість поверхневих вод України», що впроваджена та постійно використовується в роботі Державної гідрометеорологічної служби МНС України та Центральної геофізичної обсерваторії МНС України (Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут НАН України, м. Київ).

5. Система «Гідросфера» Міністерства екології та природних ресурсів (розробник – Український науково-дослідний інститут екологічних проблем, м. Харків).

6. Система 2-ТП «Водгосп» (розробник - Державне підприємство «Укрводсервіс»). Одна з найдавніших комп'ютерних інформаційних систем України. Система забезпечує введення, аналіз та систематизацію даних водокористування, у т. ч. даних про якість стічних та зворотних вод, в усіх басейнових управліннях водних ресурсів та деяких облводгоспах Держводгоспу.

В. Б. Мокін в монографії [4] зазначає, що всі існуючі на сьогодні інформаційні системи,

застосовані в екологічному управлінні водними ресурсами, мають ряд основних недоліків:

1. Відсутня автоматизація процесів супроводження відбору проб та вимірювань – вносяться лише результати вимірювань.

2. Не обчислюються похибки вимірювань, при тому, що вимірювання одних і тих же показників у різних областях здійснюється різними приладами та за різними методиками.

3. Не підтримується ведення первинних даних спостереження згідно із затвердженими формами.

4. Мала кількість показників, які визначають системи.

5. Часткова неузгодженість іноземних методик виконання вимірювання з методиками, які використовуються системами моніторингу регіонів України.

Отже, проблема розробки і впровадження в процеси екологічного управління водними ресурсами інформаційних систем і технологій вимагає подальших досліджень, оскільки існує потреба в оптимізації екологічного управління за рахунок використання повної, своєчасної і достовірної інформації про якість води водних об'єктів на певній території.

Мета статті

Метою роботи є розробка інформаційної системи аналізу якості поверхневих вод на основі оцінки та прогнозування забрудненості поверхневих вод за фізико-хімічними, біологічними та органолептичними показниками.

Основний матеріал дослідження

Інформаційна система аналізу якості поверхневих вод призначена для зберігання та обробки даних моніторингу поверхневих водоймищ в єдиній інформаційній базі. Данні в інформаційну базу надходять з постійних та тимчасових пунктів спостережень, які розміщуються по всій території розташування водного об'єкта, де наявний або відсутній вплив господарської діяльності.

Розроблена загальна функціональна структура інформаційної системи, що складається з двох програмних додатків, які містять необхідні модулі та базу даних, представлена на рис. 1.

Програмні блоки, як вузькоспеціалізовані робочі інструменти, згруповані за функціональним призначенням в модулі. Модулі в програмах зовні незалежні і доступні практично в будь-якій послідовності. Проте вони логічно взаємозв'язані і відсутність деяких початкових даних в одному модулі може блокувати доступ до іншого.

Інформаційна система аналізу якості води поверхневих вод складається з таких модулів:

- 1) модуль авторизації – захищає систему від несанкціонованого доступу;
- 2) модуль введення даних – дозволяє вводити дані;
- 3) модуль представлення даних – забезпечує перегляд даних у різних представленнях (табличне, графічне);

- 4) модуль керування даними, керування пунктами – забезпечує засобами для додавання, видалення та редагування відповідних даних;
- 5) модуль аналізу даних – забезпечує процес порівняння результатів моніторингу за показниками якості води з нормативним значенням.

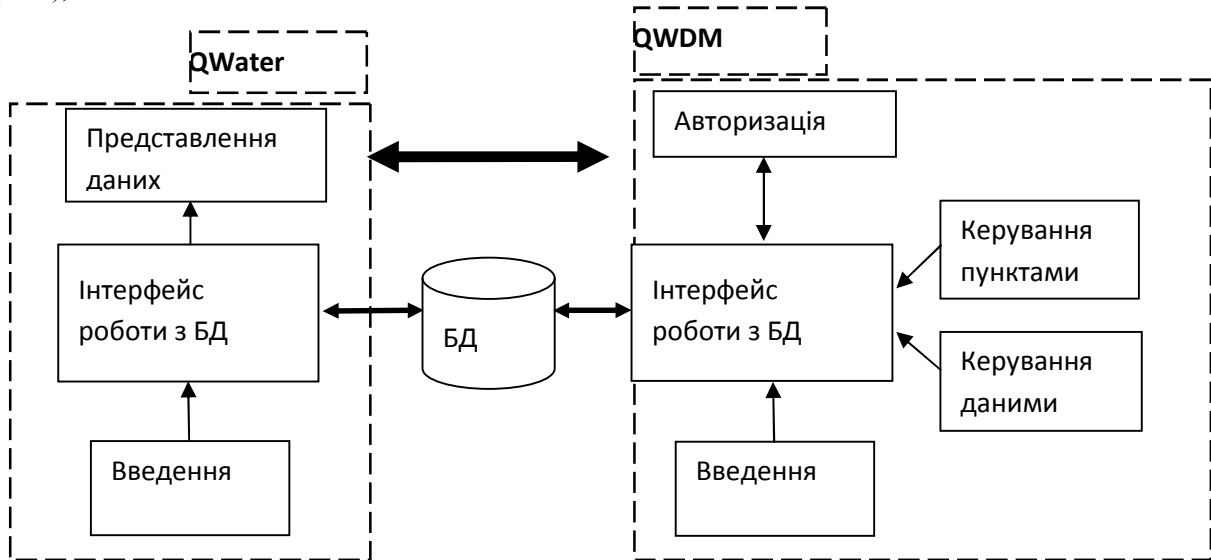


Рис.1 Функціональна схема інформаційної системи

Як видно з рис. 1, інформаційна система аналізу якості поверхневих вод складається з трьох частин:

- 1) програма «QWater» є на комп'ютері в контролюючій організації;
- 2) програма «QWDM» на комп'ютері знаходиться на водозабірному пункті контролюючої організації;
- 3) база даних, що знаходиться на віддаленому сервері чи на сервері контролюючої організації, та доступна через мережу Internet.

Призначення головної програми «QWater» полягає в повному представленні даних з усіх водозабірних пунктів в різних моделях, а також їх географічне розміщення з можливістю зберігання поміток про кожний з пунктів. Для редагування існуючих даних налаштовано перехід до програми «QWDM».

«QWDM» представляє собою повністю незалежну програму, що призначена для безпосереднього редагування, додавання та видалення даних з бази даних (БД). База даних розміщена на сервері і доступна через мережу Internet як для адміністраторів контролюючих організацій, так і для спеціалістів з відбору та дослідження проб води на усіх пунктах спостереження.

Основною перевагою такого підходу є те, що для водозабірних станцій не потрібно створювати додаткове програмне забезпечення, оскільки оператори зможуть вносити отримані дані з

приладів, використовуючи лише частину програмного комплексу. Тоді, як в контролюючій організації, використовуючи весь комплекс, з'являється можливість не тільки перегляду усіх показників по станціях, але й їхнє редагування.

Роботу програмного комплексу в цілому можна описати таким чином:

Прикладна програма «QWater» з'єднується з базою даних, приймає вхідні дані через модуль введення інформації, передає їх на збереження і обробку серверу керування базою даних. Сервер, в свою чергу, обробивши SQL-запит повертає результат виконання в прикладну програму, котра формує графік і таблицю та надає їх користувачеві.

Програма «QWDM», яка доступна через програму «QWater» або як самостійний додаток, при отриманні вхідних параметрів на оновлення, додавання чи видалення, формує SQL-запит та відправляє його на сервер. Після чого модуль підключення до бази даних перевантажується для отримання оновлених даних.

Обмін інформацією між прикладною програмою та сервером бази даних здійснюється таким чином:

- 1) програма посилає команду серверу у вигляді запиту;
- 2) сервер БД обробляє запит;
- 3) результат своєї роботи сервер БД повертає в прикладну програму.

Програмний додаток повинен складатися з таких модулів:

- 1) модуль доступу до бази даних;
- 2) модуль введення вхідної інформації, що представляє собою сукупність форм клієнтської програми (їх декілька для різних типів інформації);
- 3) модуль формування вихідних даних.

Модуль введення вхідної інформації потрібен для здійснення обробки вхідної інформації, яка надходить в систему.

Модуль доступу до бази даних складається з усіх об'єктів доступу до даних, SQL-запитів, що забезпечують централізований доступ до таблиць, тригерів та процедур бази даних.

Модуль формування вихідних даних потрібен для виведення інформації з аналізу якості води у вигляді таблиці або графіку.

Спроектвана база даних містить 6 таблиць. Повний перелік таблиць з коротким їх описом наведено в табл. 1.

У процесі завантаження програми «QWater» перед користувачем відкривається основне вікно програми (рис. 2), що містить панель меню і навігації та карту з мітками пунктів спостереження.

Панель меню для роботи містить такі пункти:

1. Пункт меню «Файл» дозволяє додавати нову інформацію в існуючі файли БД, додавати нові файли в БД, змінювати (модифікувати) інформацію в існуючих файлах БД, здійснювати пошук інформації в БД та видаляти інформацію з файлів.
2. «Редагування записів». Через це посилання можна перейти до програми «QWDM», що відкривається поряд з основною програмою. Саме таким чином налаштовано зв'язок програмних додатків між собою.
3. «Перегляд». Цей пункт меню дозволяє відкрити другорядне вікно програмного додатку для перегляду даних.

Опис таблиць бази даних інформаційної системи аналізу якості поверхневих вод

№	Назва таблиці	Короткий опис
1.	TOrganization	Таблиця, що містить назву контролюючої організації
2.	TPunktu	Таблиця, що містить назву водозабірних станцій
3.	TData1	В цій таблиці зберігаються показники якості відібраної проби води, що були отримані у відповідний час
4.	TGDK	Підрядна таблиця, що містить гранично допустимі концентрації досліджуваних речовин
5.	TPoint	Таблиця координат міток на карті, що завантажується у програмі
6.	TAccount	Зберігає данні про користувачів

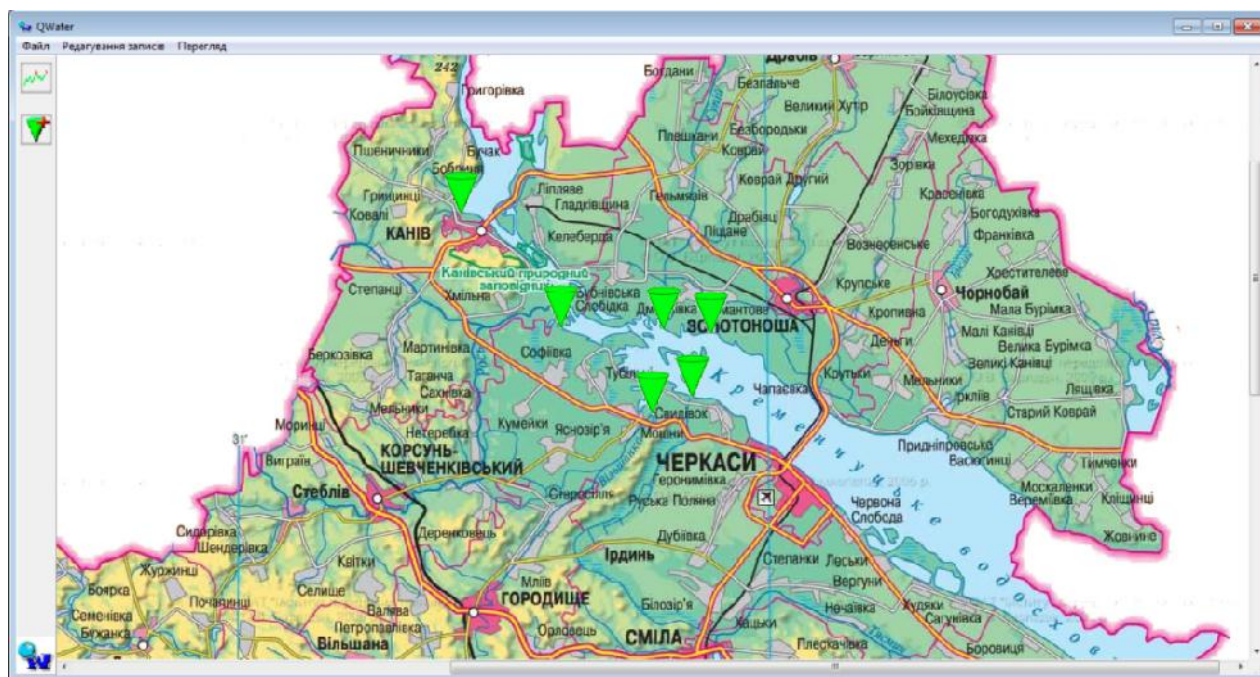


Рис. 2. Головне вікно програми

Інтерфейс програми дозволяє переглядати мітку місця розташування кожного водозабірною пункту і за відсутності надає можливість закріпити за пунктом нову мітку. В режимі активованої панелі координат дозволяється переміщати усі мітки та редагувати їх положення, зберігши нові координати у базу даних. Користувач може ввести географічні координати пунктів спостереження та дані показників якості проби води, відібраної в певному пункті.

Для перегляду даних моніторингу відкриється вікно, що дозволить переглядати або редагувати дані моніторингу у вигляді таблиці (рис.3) чи графіку.

Рис. 3. Детальний перегляд

Висновки

Розроблено інформаційну систему аналізу якості поверхневих вод, яка, на відміну від існуючих, дозволяє проектувати структуру системи обробки даних спостереження якості вод за формами вхідних та вихідних даних, використовуючи довідники. Системою передбачене географічне проектування даних.

Розроблена інформаційна система надає можливість точно та швидко обробляти всю вхідну інформацію моніторингу поверхневих вод регіону. На відміну від існуючих технологій, управляти програмним комплексом може фахівець з предметної галузі (еколог, санітарний лікар), що не має спеціальних знань в галузі об'єктно-орієнтованого програмування та реляційних баз даних.

Створювана інформаційна система обробки даних моніторингу поверхневих вод може мати широку сферу застосування на відповідних організаціях контролю якості води різних регіонів, а

також в інших закладах, що мають необхідність в аналізі показників якості води.

Розроблену систему апробовано у процесі аналізу якості води р. Дніпро (три пункти спостереження в межах м.Черкаси) та її притоків – Вільшанки, Росі, Тясмину, Супою. Були проведені дослідження відповідності індикаторів якості води перелічених вище водних об'єктів нормативним значенням близько за двадцятьма показниками.

Список літератури

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.06.1996р. N 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» // Зібрання постанов Уряду України. 1996. N 15. Ст. 403.

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998р. N 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» // Офіційний вісник України. 1998. N 13. Ст. 495.

3. Єдине міжвідомче керівництво з організації та здійсненню державного моніторингу вод затвержене Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 24.12.2001 N 485.

4. Мокін. В.Б. Інформаційна технологія проектування систем обробки даних спостережень якості вод: монографія / В. Б. Мокін, А. Р. Яцолт, М. П. Боцула. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 203 с.

5. Комп'ютерна програма «Підсистема «Вода та скиди» автоматизованої системи контролю «ЕкоІнспектор» для накопичення оброблення та аналізування усіх видів скидів та стану забруднення води в Україні» («Підсистема «Вода та скиди» АСК «ЕкоІнспектор») / В.Б. Мокін., А.Р. Яцолт. та ін. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 18017. — К. : Державний департамент інтелектуальної власності України. — Дата реєстрації: 20.09.2006.

Стаття надійшла до редколегії 10.05.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Тесля Ю.М. Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.