

ГІС-ДОСЬЄ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕДУР ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГІДРОВУЗЛІВ УКРАЇНИ

В.В. Путренко

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Д.Е. Бенатов

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Д.В. Стефанишин

**Національний університет водного господарства та
природокористування**

Водосховища України є складними гідротехнічними спорудами, які на сьогодні за своєю площею, обсягами накопиченої води та виробництвом електроенергії посідають важливе місце в соціально-економічному розвитку. Водосховища здійснюють комплексний вплив на прилеглі території, який супроводжується низкою позитивних факторів та негативних загроз, що визначають можливості сталого розвитку території. Геоінформаційні технології можуть допомогти в комплексній оцінці та аналізі стану природно-техногенної безпеки (ПТБ) водосховищ, їх взаємодії і впливу на прилеглі природні комплекси та адміністративні одиниці.

На сьогоднішній день в Україні налічується близько 1100 штучних водойм різного об'єму та цільового призначення [1]. При цьому різна підпорядкованість складових гідровузлів та відсутність єдиної бази даних їх параметрів по-перше ускладнює проведення досліджень, що потребують застосування методів системного аналізу, а по-друге унеможливають

використання систематизованої та постійно оновлюваної інформації для прийняття відповідних управлінських рішень у цій сфері.

Метою нашого дослідження є побудова ГІС-досьє 18 найбільших гідровузлів України для реалізації можливостей моніторингу та аналізу геопросторової інформації, допомоги в прийнятті управлінських рішень в сфері управління гідротехнічними спорудами та прилеглою територією у контексті забезпечення сталого розвитку цих складних природно-техногенних умов.

Актуальність запропонованої теми дослідження та її наукова новизна полягає в тому, що використання геоінформаційних технологій у цій сфері потребує побудови бази геоданих, що може бути використана для підтримки прийняття рішень в умовах управління складними соціально-економіко-екологічними системами сформованими на базі гідровузлів. База геоданих є ядром впровадження геоінформаційної системи (ГІС), наукових і публічних сервісів обробки та візуалізації даних. **При цьому в Україні на сьогоднішній день розробки ГІС подібного спрямування відсутні.**

Завданнями запропонованої ГІС гідровузлів України є:

- моніторинговий збір та систематизація просторової інформації, яка оцінює систему та умови експлуатації гідротехнічної споруди;
- реалізація зберігання інформації у вигляді реляційних просторових баз даних з набором атрибутивної інформації;
- організація інформації у вигляді тематичних блоків з формалізованим набором функцій обробки;
- аналіз інформації щодо її візуалізації за допомогою електронних карт, сервісів і звітів та геоінформаційне моделювання основних особливостей об'єктів, формування просторових та атрибутивних запитів, застосування засобів ГІС-аналізу, геостатистики та алгоритмів інтелектуальної обробки інформації;
- оцінка ефективності гідротехнічної системи водосховища та потенційних загроз;
- допомога у прийнятті рішень з управління гідровузлом в регіоні;

- динамічне оновлення інформації та контроль за управлінням гідроспорудами;
- створення серій карт та звітів, які присвячені природокористуванню, соціально-економічному використанню, організації гідротехнічних споруд;
- надання інформації для громадськості з метою прозорості державної політики управління та екологічного виховання за допомогою створення геопорталів та веб-сервісів.

Оскільки підтримка прийняття управлінських рішень потребує отримання порівняльних даних для водосховищ України, необхідно виділити декілька рівнів побудови геоінформаційної системи для водосховищ.

Національний рівень дозволяє провести порівняльний аналіз параметрів господарської діяльності, що пов'язані з водосховищами та визначити перспективні напрями використання.

Регіональний рівень дозволяє визначити значення гідротехнічної споруди у регіоні та перспективи її використання та впливу на регіональний розвиток.

Місцевий (локальний) рівень дозволяє відобразити реально існуючі зв'язки між водосховищем та прилеглими територіями з урахуванням усіх компонентів господарювання та вимірів сталого розвитку. На цьому рівні, зокрема, відбувається відображення використання водосховища в інтересах конкретних громад населених пунктів тісно пов'язаних із вказаним гідротехнічним об'єктом. При цьому для великих водосховищ локальний рівень може охоплювати тільки частину гідротехнічного об'єкту, яка наближена до певного населеного пункту.

Різноманіття територіальних рівнів управління водосховищами потребує використання шарів геопросторових даних різної тематики.

Для *національного рівня* базовими є основні річкові басейни та межі регіонів України.

На *регіональному рівні* найбільш важливими є відомості про річкову мережу та розподіл гідротехнічних об'єктів.

На місцевому (локальному) рівні найбільше значення мають населені пункти, межі природних та адміністративних районів. Для локального рівня важливими є окремі гідротехнічні споруди, підприємства та квартали населених пунктів, що знаходяться в безпосередній близькості до водосховища.

На деталізацію даних та масштабний рівень значно впливає розмір водосховища. Для таких водосховищ як Канівське або Каховське базовим рівнем є регіональний, оскільки вони займають площу у межах декількох областей України. Невеликі водосховища можуть відповідати місцевому і навіть локальному рівню відображення та аналізу даних.

Запропонована нами структура ГІС гідровузлів України (рис. 1) складається із трьох взаємопов'язаних модулів – модулю геоданих, аналітичного модулю та модулю атрибутивних даних.



Рис. 1. Схема організації структури ГІС гідротехнічних споруд

До джерел просторової інформації, що містяться у **модулі геоданих**, належать: обласні електронні карти, топографічні карти, тематичні карти та атласи, кадастрові карти, аерознімки, дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), наявні просторові бази функціонуючих регіональних ГІС та картографічні матеріали з мережі Інтернет.

Модуль геоданих містить просторову інформацію, яка поділяється на базові геодані та елементи тематичних шарів даних.

До базових геоданих відносяться шари, що допомагають при картографічному аналізі території. Набір базових геоданих об'єднує такі тематичні шари: державні кордони України, кордони областей, гідрографічна мережа території, основні лісові масиви, території з природоохоронним статусом, мережа транспортного сполучення: автомобільний, залізничний, трубопровідний транспорт, межі адміністративних одиниць, населені пункти. Тематичні геодані містять інформацію про водосховище, технічні об'єкти, що пов'язані з ним, господарські об'єкти, що використовують водосховище для ведення свого господарства, **зони можливих паводків та катастрофічних затоплень** і т.д.

Джерелами інформації для **модулю атрибутивних даних** є:

- дані органів статистики, результати роботи центральних та регіональних підрозділів, що опікуються питаннями: надзвичайних ситуацій, охорони навколишнього середовища, транспортної інфраструктури, водного господарства, енергетики, культурної спадщини, туризму, охорони здоров'я тощо;

- документи екологічних організацій, нормативні акти, результати польових та вибіркових обстежень тощо;

- данні, що стосуються засад природно-техногенної безпеки гідровузлів, одержані як результат математичного моделювання;

- моніторингова інформація, що базується на основі даних ДЗЗ, наземних сенсорів та датчиків для збору даних.

Модуль атрибутивних даних структурується в таких блоках:

БД «*Характеристики гідровузлів*» містить інформацію про: геологічні, гідрографічні показники водосховища та його основне призначення; основні технічні та технологічні характеристики гідротехнічних споруд; зв'язки між складовими гідротехнічної системи водосховища.

БД «*Господарська діяльність*» містить інформацію, пов'язану із господарською діяльністю в акваторії водосховища та на прилеглий території (рибництво, водний транспорт, меліорація, водозабезпечення тощо) а також гідроенергетичну складову експлуатації гідровузлів (за наявності енергоспоруд у їх складі).

БД «*Екологічний стан*» містить інформацію, пов'язану з станом екосистем акваторії водосховища та прилеглих територій (моніторингові дані щодо санітарно-гігієнічних показників якості води, трофічного стану гідросистеми, прибережної ерозії ґрунтів, видового розмаїття, змін клімату тощо).

БД «*Соціальна сфера*» містить інформацію про кількість робочих місць у інфраструктурі гідровузлів; пам'ятки архітектури, природи та історії, що розташовані на узбережжі водосховища; об'єкти туристичної та рекреаційної інфраструктури; демографічні показники (міграція, працевлаштування), тощо.

БД «*Природно-техногенна безпека гідровузлів*» містить інформацію про технічний стан гідроспоруд; зони паводкового та катастрофічного затоплення; схильність гідровузлів до впливу на них факторів загроз різного характеру; кількість населених пунктів та осіб, що потрапляють в зону катастрофічного затоплення, а також відсоток руйнування споруд та загибелі населення тощо.

БД «*Заходи із запобігання факторам загроз природно-техногенній безпеці гідровузлів України*» містить інформацію про пріоритетні заходи, що спрямовані на подолання або попередження впливу факторів загроз ПТБ гідровузлів та зниження ризиків виникнення надзвичайних ситуацій.

Інформація представлена у модулі атрибутивних даних окрім даних кадастрів, реєстрів та спостережень також може включати оброблені за відповідними методиками експертні оцінки та визначені на їх основі індекси,

наприклад, інтегральний показник небезпеки [2] та інтегральний показник користі [3].

Варто зазначити, що усі водосховища характеризуються певною динамікою, та значно залежать від загального стану навколишнього середовища, що необхідно враховувати при управлінні гідротехнічними спорудами.

Такі характеристики водосховища як зміна рівня та площі дзеркала, якість води та розвиток біоти прямо впливають на можливості використання водосховища для господарських та рекреаційних потреб.

Тому збір інформації про водосховища може бути організований на основі кліматичних супутників типу MODIS та ресурсних супутників Landsat 8, ASTER, SPOT-6 та 7, Sentinel 1 та 2, що дозволяють з певною періодичністю мати оцінку стану водосховищ, особливо з великою площею.

Водосховища меншого розміру, а також гідротехнічні об'єкти на них можуть бути досліджені за допомогою космічних знімків з високою роздільною здатністю: IKONOS, GeoEye 1, WorldView 3 та ін.

В Україні вже накопичено певний досвід використання даних ДЗЗ для цілей агромоніторингу, який може бути застосований для гідроспоруд.

Також із сучасних методів ДЗЗ можуть бути ефективно використані дані лідарної зйомки, яка дозволяє отримувати високоточні моделі рельєфу та дна водосховища.

Дані ДЗЗ можуть бути ефективно використані в складі ГІС для створення базової картографічної основи, моніторингу динаміки водосховища та змін на оточуючій території, які впливають на нього або зворотних процесів.

Аналітичний модуль виконує функцію обробки інформації, що міститься у модулі геоданих та модулі атрибутивних даних з метою отримання систематизованої інформації з географічною прив'язкою, оперативного картографування гідровузлів та використання вищевказаних даних у веб-сервісах та з метою паспортизації. Вказаний модуль містить три основні блоки:

Блок тематичного картографування — за допомогою використання

основних способів картографічного зображення візуалізує інформацію, що міститься у **модулі геоданих та модулі атрибутивних даних**.

Блок ГІС-аналізу складається з основних процедур геоінформаційного аналізу просторової та атрибутивної інформації: аналіз місцеположення, взаєморозташування, буферизації, накладання шарів, SQL-запитів, створення представлень з таблиць та ін.

Блок аналізу ефективності гідровузла містить стандартизовані алгоритми обробки даних з метою оцінки ефективності використання водосховища.

Отримані результати представляються у вигляді підсумкових карт, графіків та звітів, що дозволяють відслідковувати динаміку показників в територіальному розрізі та контролювати ефективність проведення управлінських програм.

Запропонована ГІС дозволяє створити:

- *аналітичні та комплексні карти*, що характеризують обсяг та ефективність використання окремих видів ресурсів та взаємозв'язки в ресурсокористуванні;
- *синтетичні карти*, на яких представлено поділ прилеглих до гідровузла територій за різними видами потенціалів та їх типізація за показниками господарської ефективності;
- *прогнозні та рекомендаційні карти*, що дозволяють прогнозувати зміну в обсягах, структурі та ефективності використання гідровузла, планувати та корегувати регіональні і національні програми ресурсозбереження;
- *оперативні карти*, що дозволяють швидко отримати аналітичну багатоваріантну інформацію для вирішення управлінських завдань різного спрямування;
- *карти динаміки*, що дозволяють відслідковувати зміну процесів у динаміці, для візуалізації даних одержаних шляхом проведення періодичного моніторингу гідровузлів.

Створення веб-сервісів та паспортизація гідровузлів є перспективним напрямом публікації даних в Інтернет для залучення широкої громадськості та фахівців до процесу оцінки та аналізу ефективності користування цими

природно-техногенними об'єктами.

Проведення щорічного або щоквартального обстеження гідровузлів за допомогою інструментарію ГІС у поєднанні із системно-аналітичними процедурами дозволяє контролювати та корегувати регіональні та загальнодержавні програми розвитку, відслідковувати нові тенденції за умов максимальної економії управлінських ресурсів.

У підсумку можна зазначити, що запропонована ГІС гідровузлів України є зручним прикладним механізмом моніторингу та підтримки у прийнятті рішень під час створення та контролю за виконанням регіональних та загальнодержавних програм раціонального використання природних ресурсів, а також засобом для тематичного картографування.

Список використаної літератури:

1. Водний фонд України: штучні водойми — водосховища і ставки: довідник / [В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунарьов, О.Є. Ярошевич] / за ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. — К. : «Інтер-Прес ЛТД», 2014. — 164 с.

2. Бенатов Д.Е. Системний аналіз чинників природно-техногенної безпеки найбільших гідровузлів України [текст] / Д.Е. Бенатов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2015. № 5/10. — С.12-21.

3. Бенатов Д.Е. Оцінка факторів позитивного впливу гідровузлів України на навколишнє середовище, промислову, сільськогосподарську та соціальну сфери [текст] / Д.Е. Бенатов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. № 3/8. — С.18-26.

Питання:

Першочергові

1. Потрібно якось зазначити, що те, що ми робимо — лише початок великого проекту.

2. Потрібен стислий літогляд щодо розвитку досліджень подібної специфіки в інших країнах із відповідними посиланнями на літературні джерела.

3. Потрібні висновки.

Другорядні

4. Статтю треба буде проілюструвати картами, які ти вже створив та скрінами системи, яку ми будемо створювати.