

Кузнецов Андрій Олегович,

*к.держ.упр., доц., начальник відділу з координації наукової роботи та докторантури,
Харківський регіональний інститут державного управління
Національної академії державного управління при Президентові України,
м. Харків
ORCID 0000-0002-2951-4473;*

Панов Віталій Володимирович,

*здобувач кафедри політології та філософії,
Харківський регіональний інститут державного управління
Національної академії державного управління при Президентові України,
м. Харків*

УДК 352

doi: 10.34213/ap.19.02.11

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ РОЗВИТКОМ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Аналізується питання щодо можливості запровадження геоінформаційних технологій в управління розвитком підприємств водопостачання і водовідведення. Геоінформаційні технології розглядаються як комплексна система, спрямована на формування механізмів управління стійким функціонуванням і збалансованим (відтворює) розвитком систем в умовах прояву негативних природних і техногенних факторів. На базі внесених даних про водокористувачів, системи комунального водного господарства та іншої графічної інформації по управлінню територіями вирішується досить великий комплекс завдань, зокрема: розробка екологічних прогнозів і програм розвитку комунального водного господарства; оцінка великомасштабних проектів і підготовка електронних екологічних карт регіонів; накопичення і обробка інформації про змінюються в часі параметрах з метою екологічного прогнозування; відпрацювання міждержавних умов взаємодії в прикордонних зонах на дозвіл екстремальних екологічних ситуацій, в тому числі в режимі надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: геоінформаційні технології, підприємства водопостачання і водовідведення, техногенні фактори, збалансований розвиток, екологічна складова розвитку, надзвичайна ситуація.

Постановка проблеми. Сьогодні можна констатувати, що високе техногенне навантаження на природно-територіальні комплекси негативно впливає на динаміку формування еколого-санітарного стану систем водопостачання. Тому одним із важливих завдань є досягнення сталого і безпечного функціонування комунальних водогосподарських систем на базі їх всебічного моніторингу та управління інформаційними потоками. Специфіка інформаційного забезпечення водної безпеки повинна знаходити своє вираження насамперед в уточненні складу та аналітичної обробки масивів даних з акцентом на моделювання й прогнозування [1].

Подібні завдання слід пов'язувати з вирішенням загальних програм з екологічної безпеки, регулювання водних ресурсів, а також розвитку систем водопостачання та управління якістю питної води [2]. При цьому особливе значення мають інформаційні аспекти прийняття управлінських рішень. У статті показано, що створення інтегрованих інформаційно-керуючих систем у сфері водокористування та охорони вод має на меті інформативне забезпечення учасників водних відносин і спрямовано на вирішення завдань раціонального використання, збереження та збалансованого розвитку природно-ресурсного потенціалу, забезпечення водної й екологічної безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз стану наукових робіт у вітчизняних і зарубіжних джерелах з даної проблематики свідчить, що на сьогодні створено необхідне підґрунтя для забезпечення виваженого

управлінського впливу на перебіг господарських процесів у сфері комунальних послуг. При розробці даної проблематики взято за основу ідеї та напрацювання О. Адамова, А. Бабака, В. Базиєвич, А. Блащук, П. Бубенка, С. Василенка, Я. Жаліло, В. Геця, О. Дація, В. Кобилянського, Я. Леонова, В. Логвиненка, О. Панасенка, В. Петросова, Л. Тарасенка, Ю. Хіврич та ін.

Виділення невирішених проблем. Водночас за наявності значної кількості наукових розробок щодо економіки розвитку підприємств житлово-комунального господарства наразі бракує досліджень, присвячених аналізу можливих варіантів запровадження сучасних інформаційних систем управління в роботу підприємств водопостачання і водовідведення України.

Метою статті є окреслення можливих шляхів запровадження геоінформаційних технологій в систему управління розвитком підприємств водопостачання і водовідведення України.

Виклад основного матеріалу. Екологічна безпека водопостачання (ЕБВ) містить у собі дві органічно взаємопов'язані компоненти [3]: **ендогенна** складова (гр. *endon + genes* – внутрішнього походження), яка характеризує: внутрішньосистемну безпеку внаслідок незадовільного санітарно-технічного стану водопровідних споруд і розвідних мереж, відсутність необхідного комплексу очисних споруд та знезаражувальних установок і т.п.; ЕБВ на виході (*ecological safety of water supply*), коли система водопостачання виступає як потенційна “загроза” або “джерело небезпеки” для ОПС і людини; **екзогенна** складова (гр. *exo + genes* – зовні породжувана) або ЕБВ на вході (*ecological security of water supply*), коли система водопостачання виступає як “жертва” або страждає сторона, яка відображає зовнішні загрози.

При управлінні інформаційними ресурсами ЕБВ (рис. 1) будемо виходити з визначення: інформаційна система забезпечення ЕБВ – організаційно впорядкована сукупність масивів документів, інформаційних технологій і засобів їх забезпечення, які реалізують інформаційні процеси при управлінні водогосподарськими і екологічними ризиками у сфері водопостачання.

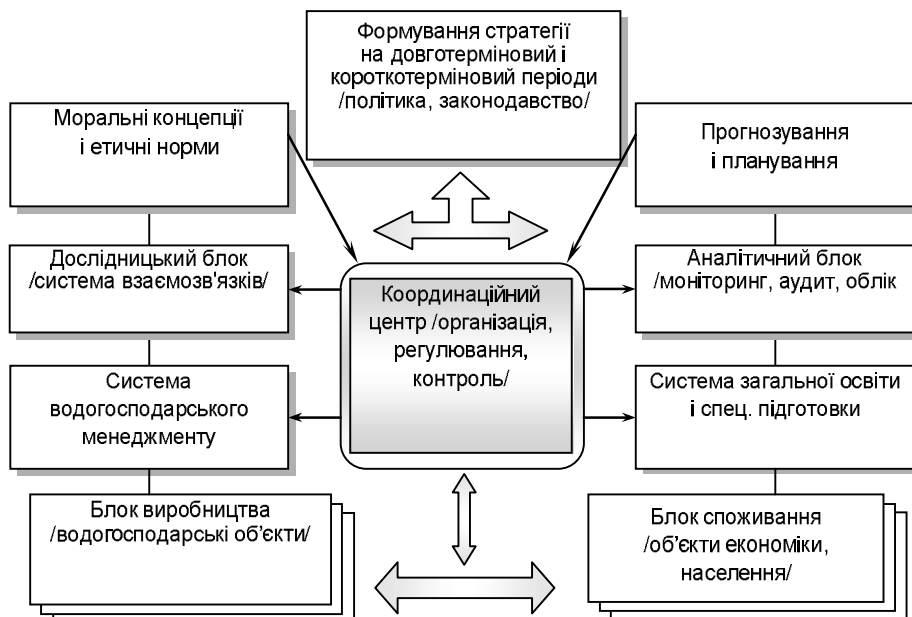


Рис. 1. Блочна структура формування інформаційних ресурсів ЕБВ і реалізації водогосподарської стратегії управління

Ефективні системи підтримки прийняття рішень в області ЕБВ неминуче ґрунтуються на математичному моделюванні процесів. Його основні напрямки:

- зіставлення та його узагальнення відомостей з різних джерел,
- “згортання” результатів моніторингу,
- прогнозування наслідків реалізації або неприйняття господарських рішень.

Функціонально будь-яка інформаційна система створюється, перш за все, для задоволення інформаційних потреб осіб, що приймають рішення з питань управління безпекою комунальної інфраструктури територій в його широкому розумінні через ключові функції: планування, організація, регулювання, контроль, облік та аналіз.

Як система координат управління в проблематиці “комунальні підприємства – міське середовище – здоров’я людей” приймається низка характеристик (рис. 2) [4].

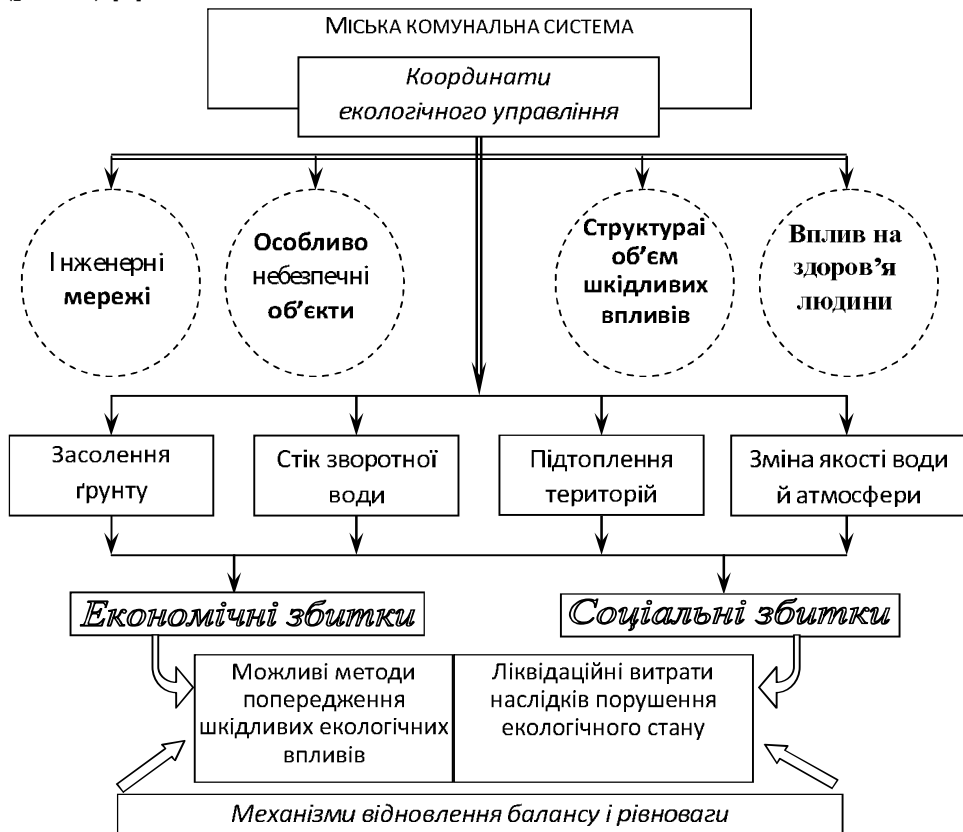


Рис. 2. Система координат в управлінні комунального господарства міст

Засобами забезпечення виступають програмні, технічні, лінгвістичні та інші форми. Складовою частиною управління водною безпекою є екологічний і водогосподарський менеджмент. Інформатизація управління припускає однаковий, структурований та уніфікований опис предметної області. Для підвищення оперативності управління екологічною безпекою водопостачання і водовідведення (ЕБВ) впроваджується система підтримки ухвалення управлінських рішень [4].

В організаційно-технічному плані інформаційне забезпечення водної безпеки й відповідні технології можуть бути складовою частиною інтегрованої інформаційної системи, яка робиться підтримки діяльності органів державного управління. Конкретні особливості територій знаходять своє вираження в уточненні сполуки інформаційних ресурсів та особливості аналітичної обробки даних з акцентуванням на моделювання, прогнозування та управління.

Синтез інформаційно-моделюючих систем є важливим компонентом формування екологічно безпечних умов централізованого водопостачання та водовідведення. Вони необхідні для комплексної оцінки стану головних елементів системи і факторів, що впливають за напрямками: джерела забруднення поверхневих вод, якість питної води, розподільні мережі і т.п.

Ефективний моніторинг процесів необхідний не тільки для управління надзвичайними ситуаціями (як це було при аварії на очисних спорудах м. Харкова в 1995 р.), а й вибору стратегії водопостачання – водовідведення, що забезпечує збалансований розвиток регіонів.

ГС включає дві основні підсистеми: *ліцензійні електронно-топографічні карти* утворюють різні базові шари: математичні елементи, компоненти планової і висотної основи, рельєф суші, населені пункти, гідрографія і гідротехнічні споруди, промислові та сільськогосподарські об'єкти, транспортна мережа і дорожні споруди, рослинний покрив і ґрунти, адміністративно-територіальний устрій територій, природні явища і об'єкти; *тематичні шари* сукупно характеризують екосистему поверхневих вод і різні середовища, з якими вона взаємодіє [4].

При формуванні баз даних регіональних ГС вводиться першочергова інформація: карта річкової мережі з населеними пунктами, поточна гідрометеорологічна і гідрохімічна інформація, включаючи режим водного стоку на наявних створах, дані про локалізацію джерел забруднень: їх місце розташування, обсяг і режим скидів, показники властивостей і складу поворотній води.

Розроблені електронні карти придатні для ситуаційного моделювання, планування режимів водокористування, моніторингу техногенного навантаження на водні об'єкти та вирішення інших завдань.

Доцільним представляється ув'язка програм ЕБВ, регулювання санітарного стану джерел водопостачання, розвитку водогосподарських підприємств, комунального водопостачання.

На базі внесених в комп'ютер даних про водокористувачів та іншої графічної інформації по території вирішується великий комплекс завдань:

- зонування територій, підготовка інтегрованої інформації про стан навколишнього природного середовища для різних рівнів управління;
- розробка екологічних прогнозів і програм розвитку, оцінка масштабних проектів;
- накопичення і обробка інформації про змінюються в часі параметрах водного середовища з метою екологічного прогнозування та управління;
- відпрацювання міждержавних умов взаємодії в прикордонних зонах, у тому числі в режимі НС у разі актів міжнародного тероризму;
- моделювання якості води на водозаборах, обумовленого транскордонним перенесенням забруднюючих речовин в водотоках;
- розрахунок і картографування зон можливого затоплення при аваріях на греблях водосховищ;
- обмін інформацією про стан водного середовища з іншими інформаційними системами.

Перспективним напрямком стають ГІМС-технології (за формулою ГІС + Модель = ГІМС), які орієнтовані на поєднання емпіричних і теоретичних компонентів екоінформатики.

Вони поєднують ГІС-технології з імітаційним моделюванням і дозволяють проектувати оболонки з широким набором функцій, що володіють адаптивними властивостями з налаштуванням на предметну область (табл. 1).

Застосування методів математичного моделювання та прогнозування з використанням ГІМС-технологій аналізу урбанізованих територій дозволяє спрогнозувати масоперенесення в системі “водозабір – водойма” і вийти на розрахункові параметри по оптимізації режиму водовідведення.

Параметри дифузних джерел можна отримувати тематичним дешифруванням космічних знімків. Це дозволяє здійснювати картографічне моделювання поверхневого стоку з його впливом на питні водозабори, оцінювати просторово-тимчасові характеристики хімічного складу природних вод і дифузних джерел.

Таблиця 1

Інформаційний супровід ЕБВ і водогосподарської діяльності на основі ГІС-технологій

<i>Задачі та функції, що виконуються</i>	<i>Характер застосування</i>
Виявлення проблемних ситуацій	Додатковий поглиблений аналіз з виконанням регулюючих заходів
Інформаційно-аналітична оцінка виникаючих екстремальних ситуацій	Ухвалення негайних і довгострокових рішень із локалізації та ліквідації шкоди, що завдається водним об'єктам і системам водопостачання-водовідведення
Оцінка ризику та запасів стійкості водогосподарських систем	Відпрацювання заходів попереджувального характеру
Систематизація водогосподарської та техніко-економічної інформації	Управління поточної і перспективної обстановкою в регіоні
Варіантне прогнозування та комплексний аналіз стану ЕБВ	Проведення водогосподарської діагностики, аудиту, менеджменту та ін.
Моделювання якості води з набором пріоритетних показників	Оцінка і прогнозування стану вод в джерелах водопостачання-водовідведення
Моделювання гідрографів і гідрологічних ситуацій	Оптимізація режимів експлуатації водосховищ для забезпечення питного водопостачання
Моделювання відгуку біосистеми водопровідної мережі на ушкоджуючий вплив	Оцінка бактеріологічної сталості мережі в умовах її “вторинного” мікробіологічного забруднення

До складу ГІМС-технологій водогосподарської діяльності входять бази даних, математичні моделі, комп'ютерне забезпечення у вигляді діалогових засобів візуалізації результатів для створення систем: оповіщення про аварійні ситуації; передачі даних моніторингу екологічної обстановки на об'єктах водопостачання та водовідведення; регулювання водно-екологічного режиму водосховищ; поліпшення санітарно-екологічного стану водозаборів та ін.

Всі компоненти інтегруються в загальну схему, спрямовану на формування механізмів управління стійким функціонуванням і збалансованим (відтворює) розвитком систем в умовах прояву негативних природних і техногенних факторів. На базі внесених даних про водокористувачів, системи комунального водного господарства та іншої графічної інформації по управлінню територіями вирішується досить великий комплекс завдань: зонування терито-

рій, підготовка інтегрованої інформації про стан навколишнього природного середовища для обласного, державного та міждержавного рівнів управління; розробка екологічних прогнозів і програм розвитку комунального водного господарства; оцінка великомасштабних проектів і підготовка електронних екологічних карт регіонів; накопичення і обробка інформації про змінюються в часі параметрах з метою екологічного прогнозування; відпрацювання міждержавних умов взаємодії в прикордонних зонах на дозвіл екстремальних екологічних ситуацій, у тому числі в режимі надзвичайних ситуацій; моделювання якості води на водозаборах, обумовленого транскордонним перенесенням забруднюючих речовин в водотоках, з урахуванням можливих результатів прийнятих управлінських рішень; обмін інформацією про стан водного середовища з іншими інформаційними системами.

Практичне використання ГІМС-технологій, зокрема, розглянуто на прикладі прогнозування поширення хлорної хвилі при можливих аваріях на екологічно небезпечних хлорвмісних об'єктах водоканалів (рис. 3) [2].

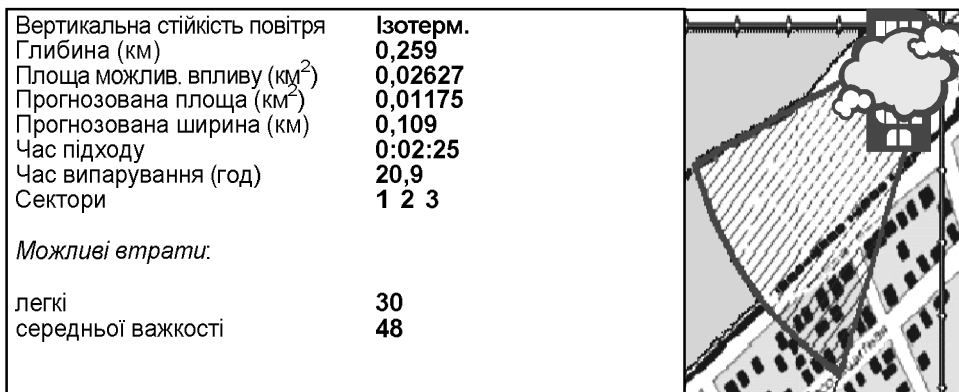


Рис. 3. Комп'ютерний фрагмент ГІМС-прогнозування "хлорної хвилі"

Аналітична служба сучасного підприємства водопостачання міста представляє складну вимірювальну систему, що включає в своїй структурі розподілені системи контролю якості води та технологічних середовищ: джерел водопостачання, процесів дезінфекції та кондиціонування води, об'єктів міської системи подачі і розподілу води.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Для контролю та оперативного управління територіально розосередженими об'єктами в КП "Харківводоканал" розроблена автоматизована радіосистема "АКВА-Р", яка призначена для збору, обробки і передачі інформації по радіоканалу з використанням радіостанцій ЧС-модуляції типу "Льон", "Маяк" та ін.

Інформація з об'єктів у вигляді аналогових і дискретних сигналів передається на центральний диспетчерський пункт (ЦДП) і оперативно відображається на екрані ПЕОМ у вигляді таблиць, графіків, мнемосхем і т.п. Система цілодобово веде оперативний журнал і видає зведення, а також сигналізує про аварійні ситуації і оперативно управляє виконавчими пристроями по команді оператора. Складається з комплектів апаратури для ЦДП, мобільних об'єктів – до 38 шт. і стаціонарних об'єктів контролю – до 130 шт.

Завдяки мікропроцесорній системі управління досягнуто виконання великого числа функціональних завдань і широкі сервісні можливості.

У цілому географо-інформаційні системи підтримки процесу управління дозволяють представити доступну інформацію з різних галузей знань у зручній формі й забезпечують підвищення оперативності та обґрунтованості прийнятих рішень.

Їх впровадження сприяє поліпшенню управління водно-комунальною сферою територій і якості життя людини.

Список використаних джерел

1. Василенко С. Л., Панов В. В. Управление информационными ресурсами экологической безопасности водоснабжения. *Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях* : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф., 3–6 жовт. 2016 р., м. Київ, Пуща-Водиця. Київ : ТОВ “Видавництво Юстон”, 2016. С. 250–254.
2. Петросов В. А., Кобылянський В. Я., Панасенко О. О. Геоінформатика в управлінні якістю питної води. Харків : Основа, 2000. 112 с.
3. Василенко С. Л. Экологическая безопасность водоснабжения. Харьков : Райдер, 2006. 320 с.
4. Тарасенко Л. М., Русанов О. М. Методологічний підхід до розробки антикризової стратегії водопровідно-каналізаційних підприємств. *Наука й економіка*. 2009. № 4 (16). Т. 1. С. 270–280.

References

1. Vasilenko, S.L., Panov, V.V. (2016). Upravlenie informatsionnyimi resursami ekologicheskoy bezopasnosti vodosnabzheniya. *Suchasni informatsiini tekhnologii upravlinnia ekolohichnoiu bezpekoiu, pryrodokorystuvanniam, zakhodamy v nadzvychainykh sytuatsiikh*: materialy XV Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 3–6 zhovt. 2016 r., m. Kyiv, Pushcha-Vodytsia. Kyiv: TOV “Vydavnytstvo Yuston”, 250–254 [in Russian].
2. Petrosov, V.A., Kobylanskiy, V.Ya., Panasenko, O.O. (2000). Heoinformatyka v upravlinni yakistiu pytnoi vody. Kharkiv: Osnova [in Ukrainian].
3. Vasilenko, S.L. (2006). Ekologicheskaya bezopasnost vodosnabzheniya. Kharkov: Rajder [in Russian].
4. Tarasenko, L.M., Rusanov, O.M. (2009). Metodolohichni pidkhid do rozrobky antykrizovoi stratehii vodoprovodno-kanalizatsiinykh pidpriemstv. *Nauka y ekonomika*. No. 4 (16). T. 1. S. 270–280 [in Ukrainian].

Kuznetsov A. O., PhD in State Administration, Associate Professor, Head of Coordination of Scientific Work and Doctoral Studies Department, KRI NAPA, Kharkiv
ORCID 0000-0002-2951-4473;

Panov V. V., Postgraduate Student of Social & Humanitarian Policy Department, KRI NAPA, Kharkiv

GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN THE MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF WATER SUPPLY AND WATER SUPPLY SYSTEMS

The question of the possibility of introduction of geoinformation technologies in the management of the development of water supply and sewerage enterprises is analyzed. Geoinformation technologies are considered as a complex system aimed at forming mechanisms for managing sustainable functioning and balanced (reproducing) development of systems in conditions of negative natural and man-made factors. Based on the submitted data on water users, municipal water management system and other graphic information on territorial management, a rather large set of tasks is solved, in particular: development of environmental forecasts and programs for development of municipal water management; evaluation of large-scale projects and preparation of electronic environmental maps of the regions; the accumulation and processing of information about time-varying parameters for the purpose of environmental forecasting; working out of interstate conditions of interaction in border areas for the resolution of extreme environmental situations, including in emergency situations.

Key words: geoinformation technologies, water supply and sewerage companies, technogenic factors, balanced development, ecological component of development, emergency.

Надійшла до редколегії 23.09.2019 р.