

УДК 624.131

ВИВЧЕННЯ СТАНУ ГРУНТОВИХ ВОД В УМОВАХ МІСТА

О. В. Диняк

*(Київський національний університет
ім. Тараса Шевченка)*

Запропоновано методику упорядкування, аналізу різномірних за формою та змістом даних у відповідності до формування геоінформаційної бази даних по рівнях ґрунтових вод. Розроблені основні положення методики спільного застосування геоінформаційних систем та математичного моделювання геофільтрації до вивчення динаміки рівнів ґрунтових, в умовах недостатньої кількості вихідних даних.

Предложена методика систематизации, анализа разнородных за формой и содержанием данных в соответствии с формированием геоинформационной базы данных по уровням грунтовых вод. Разработаны основные положения методики совместного использования геоинформационных систем и математического моделирования геофильтрации для изучения динамики уровней грунтовых вод в условиях недостатка исходных данных.

The technique of systemization and analysis of heterogenous data by form and contents pursuant to the formation of geoinformational database of underground levels has been developed. Uses of means of the spatial analysis and opportunities of integration Geoinformation technologies with the problem-oriented modeling systems essentially expand an opportunity of research and an estimation of change of a level of subsoil waters in territories of city agglomerations.

Містобудівна діяльність докорінно змінила природне геологічне середовище та гідрогеологічні умови території міста Києва. В результаті діяльності людини утворені техногенні форми рельєфу і потужний шар техногенних відкладів. Внаслідок активізації процесів урбанізації, утворення агломерацій та збільшення площі міст надзвичайно збільшилося антропоген-

© О. В. Диняк, 2009

не навантаження на території. Наслідком чого є зміна балансу підземних вод та підвищення поверхні ґрунтових вод. Коливання поверхні ґрунтових вод викликає зміну властивостей порід верхньої частини літосфери (переважно знижується їх стійкість); геодинамічних умов (активізуються або виникають геологічні процеси); гідрогеологічних умов, а саме взаємозв'язку між ґрунтовими та напірними водоносними горизонтами. Погіршується якість підземних вод, активізуються пливунні, суфозійні і карстові процеси, підвищується агресивність води до бетону, відбувається засолення ґрунтів зони аерації; змінюються інженерно-сейсмологічні умови. Відбувається також погіршення умов виробничої діяльності і проживання людей (погіршується санітарно-епідеміологічний стан). Гідродинамічні зміни під впливом урбанізації полягають в зменшенні глибини залягання ґрунтових вод і збільшенні потужності їх горизонту.

Вивчення зміни гідродинамічних умов вимагає створення системи моніторингу з урахуванням необхідності виконання комплексних спостережень за підземними водами, змінами інженерно-геологічних умов, сейсмічності, розвитку екзогенних геологічних процесів. При цьому під час організації та ведення спостережень, у першу чергу, повинні враховуватися чинники які викликають прояв та активізацію небезпечних процесів.

В наш час процеси антропогенної трансформації довкілля продовжуються — освоюються території, які досі вважались важкодоступними у зв'язку з розчленованим рельєфом і високим рівнем ґрунтових вод.

На сьогодні в м. Києві відсутня єдина централізована система моніторингу підземних вод, головною задачею якої була б оперативна оцінка існуючого стану ґрунтових вод та прогнозування його змін з метою своєчасного запобігання негативним (іноді катастрофічним) еколо-геологічним явищам та процесам. Функціонування такої системи дозволило б значно поліпшити екологічно обґрунтоване планування розвитку і реконструкції території міста та його інженерної інфраструктури, суттєво зменшити витрати на запобігання або ліквідацію негативних еколого-геологічних явищ.

Дослідження стану підземної гідросфери, зокрема підземних вод як найбільш чутливої і рухливої її складової, носять,

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

в основному, вузько спрямований характер. Вони не узагальненні і знаходяться в фондах багатьох установ м. Києва.

Для створення моделей з метою встановлення закономірностей змін рівнів ґрунтових вод на території м. Києва необхідний аналіз великого об'єму вихідних даних різної тематики і створення набору результатуючих матеріалів оцінювального характеру. Для території міста задача значно ускладнюється неповнотою, неточністю та безсистемністю наявної гідрогеологічної і гідрологічної інформації, а також проблематичністю виконання нових системних гідрогеологічних досліджень в масштабах 1:10000 й крупніше. До того ж для щільно забудованих територій є характерною невизначеність даних про втрати з інженерних водних комунікацій, а також порушення природної гідрогеологічної ситуації внаслідок забудови, ремонтів, зміни режиму стоку з поверхні землі і вертикального вологопереносу. Крім того ускладнюються розрахункові схеми, які повинні враховувати різномасштабність об'єктів, особливості режиму фільтрації, а також складність здійснення природоохоронних заходів на забудованих територіях. Тому вирішення задач збереження, узагальнення, накопичення та аналізу наявної різномірної та просторово невпорядкованої інформації доцільно здійснювати із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій (ГІС-технологій). Використання засобів просторового аналізу та інтеграція ГІС з системами математичного моделювання геофільтрації суттєво розширюють можливість дослідження динаміки рівнів ґрунтових вод в заплавах малих річок та прилеглих до них територій м. Києва.

Організаційна структура бази даних при оцінці зміни рівнів ґрунтових вод на території міст повинна передбачати вирішення таких задач:

- оцінка сучасного стану території;
- оцінка інтенсивності техногенного навантаження на природно-територіальні і природно-господарські комплекси даної території;
- організація контролю за динамікою стану підземних вод (моніторинг);
- розробка рекомендацій для системи управління і планування заходів з ліквідації наслідків та запобігання розвитку негативних процесів.

В ідеалі геоінформаційна система повинна в автоматичному режимі порівнювати дані про стан ґрунтових вод на території підтоплення з існуючими нормами і видавати споживачу результати в оперативному режимі [1].

Рівні підземних вод можуть бути відображені як інформаційні шари ГИС: природна поверхня підземних вод та сучасна, яка сформувалася під впливом техногенних факторів. В геоінформаційних системах процес відтворення поверхні гідродинамічних напорів виконується в такому порядку: **ВИХІДНІ ДАНІ** (точки спостережень) — **ІНТЕРПОЛЯЦІЯ** (гідроізогіпси) — **ПОВЕРХНЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ НАПОРІВ**.

З огляду на те, кількість точок спостережень зазвичай недостатня для коректного відтворення достовірної поверхні ґрунтових вод за допомогою ГИС, необхідно застосовувати інші підходи, крім інтерполяції.

Для відтворення поверхні ґрунтових вод є доцільним застосування методів математичного детермінованого моделювання геофільтрації, в результаті яких можливо визначити положення поверхні ґрунтових вод на території. Крім того використання методів математичного моделювання геофільтрації дозволяє також встановити фактори формування ґрунтових вод і виявити основні закономірності їх зміни під дією техногенного впливу.

Взагалі для побудови моделі, що буде в достатній мірі відповідати реальним гідрогеологічним умовам певної території, необхідна велика кількість різноманітної геологічної, геофізичної, гідрогеологічної інформації, як просторово розподіленої, так і у вигляді режимних спостережень. Крім того, необхідна гідрологічна та метеорологічна інформація, а також, при врахуванні антропогенного фактору — кількісні дані про чинники, що негативно впливають на гідрогеологічні умови досліджуваної території. Детерміновані моделі для свого коректного використання вимагають досить високої забезпеченості вихідною інформацією, зокрема даними про фільтраційні та ємнісні властивості гірських порід. В дійсності отримання такої інформації пов'язано з виконанням великого комплексу спеціальних польових і лабораторних досліджень [2]. Проте наявна кількість спостережних та дослідних гідрогеологічних свердлов-

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

вин в межах міста досить обмежена і не є достатньою для визначення геофільтраційних параметрів. Створення нової системи свердловини для спостереження за рівнями ґрунтових вод або з метою уточнення гідрогеологічних параметрів в умовах міста практично неможливо (забудованість території, наявність заповідних та охоронних територій, підземні комунікації, тощо). Застосування класичного підходу до математичного моделювання з метою відтворення поверхні гідродинамічних напорів (ПАРАМЕТРИ ТА КРАЙОВІ УМОВИ — МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ — ПОВЕРХНЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ НАПОРІВ) є проблематичним.

Проте урбанізовані території характеризуються наявністю великого об'єму геологічної інформації, яка була отримана в результаті інженерних вишукувань протягом тривалого часу. Більшість цієї інформації невпорядкована та заздалегідь не взаємопов'язана і до того ж отримана у просторово невпорядкованих точках спостережень.

В таких умовах доречним є спільне застосування геоінформаційних систем та математичного моделювання фільтрації ґрунтових вод у заплавах малих річок та на прилеглих до них територій. На першому етапі створити геоінформаційну базу вихідних даних. Базу використовувати на наступному етапі для створення вихідної гідрогеологічної моделі. На третьому етапі — стадії епігнозного моделювання — створити модель фільтрації, яка дозволить отримати поверхні ґрунтових вод на різні моменти часу. Крім того, модель фільтрації дозволяє визначити головні закономірності руху ґрунтових вод на даній території, встановити значення геофільтраційних параметрів, закономірності розповсюдження по площі величини інфільтраційного живлення.

На основі отриманих карт рівнів ґрунтових вод та електронної карти рельєфу засобами ГІС можна отримані схематичні карти глибин залягання ґрунтових вод. На базі останніх здійснювати районування території за ступенем підтоплення

Викладений підхід був реалізований для території долини річки Либідь.

Узагальнено наявний фактичний матеріал по фізико-географічним, геологічним, гідрогеологічним умовам з урахуванням

фільтраційних характеристик порід в зоні поширення ґрунтових вод та в зоні аерації.

Значний антропогенний вплив призвів до змін руслового режиму малих річок (їх русла каналізовані, область живлення знаходиться під суцільною забудовою), які через їх велику кількість, є одним із важливих геоморфологічних елементів м. Києва. Проте, гідродинамічні умови і геофільтраційні процеси в заплавах малих річок та прилеглих до них територій мало вивчені з точки зору формування рівнів ґрунтових вод на території міста.

Виконаний аналіз вихідних даних, схематичних рівнів ґрунтових вод відтворених за допомогою ГІС підтвердили необхідність

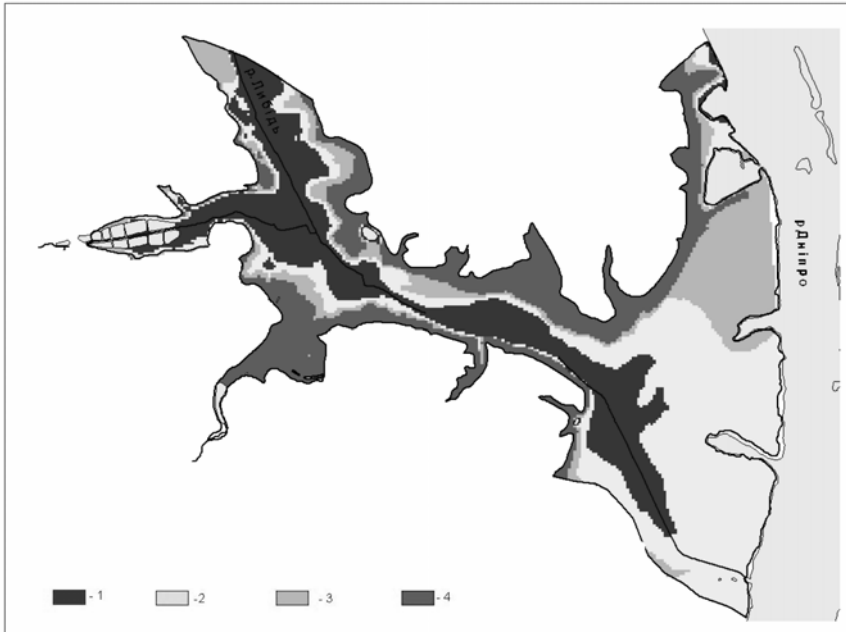


Рис. 1. Карта-схема ступеня підтопленості території долини річки Либідь станом на 2000р. (1 — території, що потребують термінового захисту (0—1,5 м); 2 — підтоплені території (1,5—3,5 м); 3 — потенційно підтоплені території (3,5—6,0 м); 4 — території, де загроза підтоплення відсутня (> 6м)).

математичного моделювання рівнів ґрунтових вод в долині річки Либідь.

Створена база даних по рівнях ґрунтових вод за даними буріння свердловин, відтворенні поверхні рівнів ґрунтових вод засобами ГІС та за допомогою математичного моделювання, виконувався порівняльний картографічний аналіз поверхонь рівнів ґрунтових вод на згадані моменти часу, розраховувалися глибини залягання поверхні ґрунтових вод, виконувалося районування території за ступенем підтоплення (рис. 1) та інформаційний аналіз карт підтоплення.

Запропонований підхід дозволяє вивчати динаміку рівнів ґрунтових вод (навіть за умови незначної кількості вихідних даних та без додаткових вишукувань), врахувати особливості геологічної будови території, техногенне навантаження, виділяти ділянки з критичною глибиною залягання рівнів ґрунтових вод та визначити першочергові (найбільш небезпечні) ділянки розташування системи моніторингу стану підземної гідрофери.

* * *

1. Демерс М. Н. Географические информационные системы. Основы / М. Н. Демерс. — М.: Изд-во ДАТА+, 1999.

2. Іщук О. І. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: Навчальний посібник / за ред. акад. Д. М. Гродзинського // О. І. Іщук, М. М. Коржнев, О. Є. Кошляков. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003. — 200 с.

Отримано: 30.09.2009 р.