

УДК 556.3:550.8.013:004.9

**О.Є. Кошляков**, доктор геол. наук  
кафедра гідрогеології та інженерної геології,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

### ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РІВНІВ ГРУНТОВИХ ВОД ТЕРИТОРІЇ М. КИЄВА НА ОСНОВІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ПІДХОДУ

Пропонується методика організації та здійснення моніторингу рівнів ґрунтових вод, яка базується на геоінформаційному підході. Інформаційну основу моніторингу при цьому складають дані про рівні ґрунтових вод в інженерно-геологічних свердловинах. Дані накопичуються й обробляються в середовищі географічної інформаційної системи. Для отримання поверхонь рівнів ґрунтових вод пропонується застосувати математичне моделювання геофільтрації. Методика реалізована при дослідженні ґрунтових вод у м. Києві.

**Ключові слова:** ґрунтові води, моніторинг, геоінформаційний підхід, моделювання.

#### ВСТУП

Підземні води є найбільш рухливим компонентом геологічного середовища. Саме тому вони відносно швидко реагують на зміну зовнішніх умов їх формування, отже й на дію антропогенних факторів. З цього випливає, що стан системи підземних, зокрема ґрунтових вод може слугувати індикатором стану геологічного середовища в цілому. Принаймні, здійснити об'єктивну оцінку інженерно-геологічних умов певної ділянки території без урахування стану ґрунтових вод неможливо. На сьогодні вважається, що найбільш повну інформацію про стан ґрунтових вод забезпечує функціонування науково обґрунтованої стаціонарної системи моніторингу. Але така система моніторингу ґрунтових вод у м. Києві відсутня, а її створення та ефективне функціонування в найближчий час є проблематичним із суто економічних причин. Тому виникає необхідність у розробці нових підходів до отримання та обробки інформації про стан ґрунтових вод, передусім про динаміку їх рівнів.

#### АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ

Протягом тривалого часу вивченню ґрунтових вод території м. Києва приділялося мало уваги, оскільки ґрунтові води не є тут діючим або перспективним джерелом водопостачання. Результати системних досліджень ґрунтових вод міста викладені в роботах [1, 2, 3].

Системи моніторингу ґрунтових вод зазвичай створюються та функціонують на основі наявної режимної мережі. У межах Києва в 1983 році існувало 156 режимних свердловин на ґрунтові води, які мали різну відомчу належність. Найбільш розвинутою була мережа інституту «Київпроект». Середня відстань між цими свердловинами складала приблизно 1000 м, хоча по площі вони розташовувались нерівномірно. Зокрема, 58 з них знаходились в заплаві Дніпра. Наявність такої кількості свердловин дозволило створити кондиційну карту гідроізогіпс масштабу 1:50000

[2]. Для створення подібної карти в масштабах 1:25000 та 1:10000, за даними І.М. Павловця та ін. [4], кількість свердловин режимної мережі повинна становити 725 та 4535 свердловин, при цьому середні відстані між свердловинами відповідно складають 500 та 200 м. Тому в 1983 році було запропоновано збільшення режимної мережі на ґрунтові води м. Києва, що належала інституту «Київпроект», до 800 свердловин. Проте з часом за об'єктивних та суб'єктивних обставин ця пропозиція не була реалізована, а існуюча мережа майже повністю ліквідована. Зараз АТ «Київпроект» створює спеціалізовану мережу гідрогеологічних свердловин для спостереження за процесом підтоплення території міста згідно «Комплексної програми ліквідації наслідків підтоплення території м. Києва на період 2004-2010 рр.».

Державна режимна мережа на ґрунтові води в м. Києві була створена головним чином у 1955-1965 роках. Вона існує і зараз, містить найбільш тривалі ряди спостережень, але є дуже рідкою, оскільки подальше її розширення та реконструкція майже не здійснювались. З часом деякі свердловини вийшли з ладу. Станом на 2010 рік на балансі Державної геологічної служби знаходиться 16 свердловин (рис. 1).

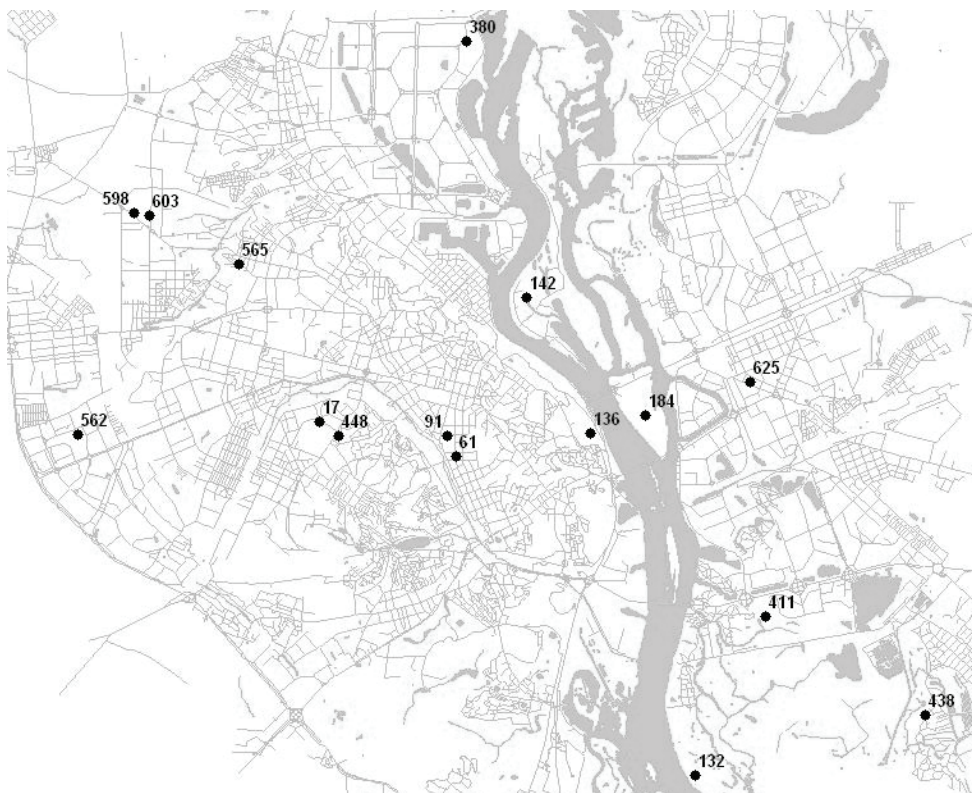


Рис. 1. Схема розташування спостережних свердловин за станом ґрунтових вод Державної режимної мережі (число – номер свердловини)

Детальне вивчення автором даних спостережень, отриманих на Державній режимній мережі м. Києва протягом 1955-2009 рр., дозволило виявити лише шість найбільш представницьких свердловин, які придатні для подальшої математичної обробки інформації з точки зору тривалості спостережень та розташування на території міста. З наведеного випливає, що існуюча режимна мережа непридатна для створення науково обґрунтованої системи моніторингу ґрунтових вод м. Києва. Слід зазначити, що взагалі стан гідрогеологічних режимних мереж промислово-міських агломерацій, організація їх роботи та ефективність обробки отриманої при цьому інформації у пострадянських країнах знаходяться у край незадовільному стані.

### МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ, ЩО ПРОПОНУЄТЬСЯ

Автором пропонується методика вирішення завдань моніторингу рівнів ґрунтових вод, яка базується на геоінформаційному підході [5]. Інформаційну основу системи моніторингу при цьому складають чисельні дані про рівні ґрунтових вод, що отримують в інженерно-геологічних свердловинах під час вишукувань під будівництво на урбанізованих територіях. Оскільки такі дані є невпорядкованими у просторі і часі, їх слід накопичувати в інформаційній базі, яка функціонує у середовищі географічної інформаційної системи (ГІС). Функціонально ГІС дозволяє формувати (вибирати) з наявної бази визначені за часом та рівномірно розташовані на певній площі точки (інженерно-геологічні свердловини) з відомими значеннями рівнів ґрунтових вод. Дані спостережень за рівнями ґрунтових вод, що отримані по наявній малочисельній режимній мережі, можна використати для приведення шляхом математичної обробки даних замірів в інженерно-геологічних свердловинах до одного періоду часу. В результаті буде отримана фактична інформація про рівні ґрунтових вод на визначений час в окремих точках певної території.

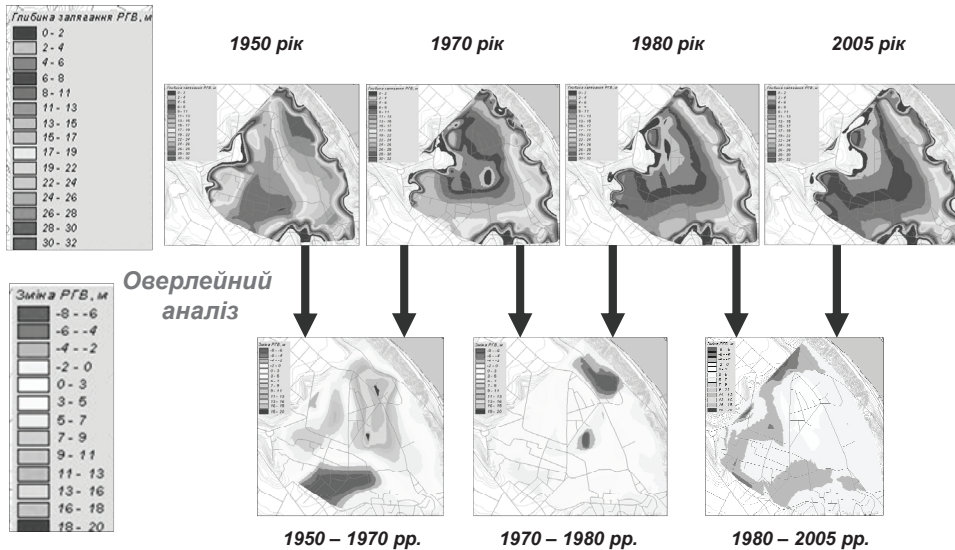
У подальшому по цих дискретних точках будуватиметься поверхня рівнів ґрунтових вод на певний час. Але така побудова за допомогою відомих інтерполяційних або апроксимаційних методів може призвести до значних похибок, оскільки зазвичай кількість вхідних точок є незначною. Тому автор пропонує для отримання найбільш достовірних поверхонь рівнів ґрунтових вод застосувати детерміноване математичне моделювання геофільтрації, при цьому при створенні вхідної геофільтраційної схеми необхідно використати всю наявну інформацію, яка отримана переважно в результаті інженерно-геологічних вишукувань.

Отримані внаслідок моделювання поверхні рівнів ґрунтових вод в ізолінійному вигляді та результати геофільтраційної схематизації у вигляді шарів геобазису необхідно зберігати в ГІС як для подальшого просторового аналізу і моделювання поверхонь рівнів ґрунтових вод, так і для вдосконалення існуючих та створення нових моделей геофільтрації.

На кафедрі гідрогеології та інженерної геології розроблено макет геоінформаційної бази даних для оцінки рівнів ґрунтових вод м. Києва. Гідрогеологічну фактографічну основу бази складають точкові дані визначення рівня ґрунтових вод по наявних інженерно-геологічних свердловинах. На сьогодні геоінформаційна база містить інформацію на понад 2000 точкових об'єктів.

На основі згаданої геоінформаційної бази була реалізована методика вирішення завдань моніторингу рівнів ґрунтових вод на трьох типових ділянках території м. Києва (частина Лівобережжя, долина р. Либідь, район Києво-Печерської Лаври). Приклад наведений на рис. 2.

## Глибини залягання рівня ґрунтових вод району Києво-Печерської Лаври



## Динаміка змін рівня ґрунтових вод району Києво-Печерської Лаври

Рис. 2. Результати реалізації запропонованої методики при дослідженні змін рівнів ґрунтових вод району Києво-Печерської Лаври

Також методика була використана при проектуванні будівництва інженерних споруд в районі Голосіївської площі та по вул. Вишгородській в м. Києві [6]. Останнє дозволило обґрунтовано обрати такі варіанти будівництва, які викличуть мінімальні порушення рівнів ґрунтових вод, не призведуть до недопустимих деформацій фундаментів існуючих будівель та виникнення й розвитку зсувних процесів. Це свідчить про можливість, доцільність і необхідність застосування такої методики при моніторингових дослідженнях на урбанізованих територіях.

## ВИСНОВКИ

Найбільш повну інформацію про стан ґрунтових вод забезпечує функціонування науково обґрунтованої стаціонарної системи моніторингу. Без такої інформації неможливо здійснити об'єктивну оцінку інженерно-геологічних умов території. Проте створення та ефективне функціонування в Україні у найближчий час стаціонарних систем моніторингу рівнів ґрунтових вод на урбанізованих територіях є проблематичним із суто економічних причин. Автором пропонується нова методика організації та здійснення моніторингу рівнів ґрунтових вод, яка базується на геоінформаційному підході. Інформаційну основу системи моніторингу при цьому складають чисельні дані про рівні ґрунтових вод, що отримують в інженерно-геологічних свердловинах під час вишукувань під будівництво на урбанізованих територіях. Ці дані накопичуються й обробляються в середовищі географічної інформаційної системи. Для отримання найбільш достовірних поверхонь рівнів

грунтових вод по дискретній мережі точок спостережень пропонується застосувати детерміноване математичне моделювання геофільтрації. Така методика була успішно реалізована в м. Києві при вивченні динаміки рівнів ґрунтових вод на трьох типових ділянках території (частина Лівобережжя, долина р. Либідь, район Києво-Печерської Лаври) та при проектуванні будівництва інженерних споруд в районі Голосіївської площі та по вул. Вишгородській в м. Києві.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Жернов И. Е.* Вопросы гидрогеологии г. Киева в связи с водоснабжением города / И. Е. Жернов ; АН УССР, Ин-т геол. наук. – К., 1958. – 133 с.
2. *Геологическая карта* Украинской ССР масштаба 1: 50 000. Киевский промышленный район. Объяснительная записка в двух частях. Ч. 2. / Мин-во геологии УССР, Центральная тематическая экспедиция ; Э. И. Колот, Л. П. Кузишина, В. И. Кутовой и др. ; под общ. рук. А. Г. Ролика. – К., 1984.
3. *Гидрогеологические условия* и оценка эксплуатационных запасов подземных вод района г. Киева (по состоянию на 01.01.1972 г.) Том 2., кн. 4. / Мин-во геологии УССР, Киевский геологоразведочный трест ; Д. Р. Литвак, Г. А. Кузьменко, В. Н. Соловицкий и др. – К., 1972.
4. *Составление прогнозной гидродинамической карты территории г. Киева* : Отчет о НИР (заключительный) / Киевский ГУ ; И. Н. Павловец, Л. М. Яновская, А. Е. Кошляков. и др. – К., 1983. – 152 с.
5. *Кошляков О. Є.* Застосування геоінформаційного підходу при вивченні динаміки ґрунтових вод на території міст / О. Є. Кошляков // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики : зб. наук. праць. – К., 2009. – С. 241–246.
6. *Кошляков О. Є.* Особливості дослідження стану підземної гідросфери як складової моніторингу небезпечних геологічних процесів територій промислово-міських агломерацій / О. Є. Кошляков, О. В. Диняк, І. Є. Кошлякова, Д. Ф. Чомко // Вісн. Харків. ун-ту. – 2001. – С. 5–10. – (Геологія – Географія – Екологія ; № 956).

Стаття надійшла до редакції 20.06.2013

**А. Е. Кошляков**, доктор геол. наук  
кафедра гидрогеологии и инженерной геологии,  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,  
ул. Васильковская, 90, Киев, 03022, Украина

### ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА УРОВНЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ Г. КИЕВА НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА

#### Резюме

Предлагается методика организации и проведения мониторинга уровней грунтовых вод, которая основана на геоинформационном подходе. При этом информационную основу мониторинга составляют данные об уровнях грунтовых вод в инженерно-геологических скважинах. Данные накапливаются и обрабатываются в среде географической информационно-системы. Для получения поверхностей уровней грунтовых вод предлагается использовать математическое моделирование геофильтрации. Методика реализована при исследовании грунтовых вод в г. Киеве.

**Ключевые слова:** грунтовые воды, мониторинг, геоинформационный подход, моделирование.

**O. E. Koshliakov**, doctor of geology  
Department of Hydrogeology and Engineering Geology,  
National Taras Shevchenko University of Kyiv,  
Vasylykivska St., 90, Kyiv, 03022, Ukraine

## SUBTERRANEAN WATER LEVELS MONITORING SYSTEM FOR KYIV CITY, BASED ON GEOINFORMATICAL APPROACH

### **Summary**

Subterranean water levels monitoring organization and realization methodology, based on geoinformatical approach, is proposed. Wherein monitoring informational foundation constitutes engineering-geological wells subterranean water levels data. Data are accumulated and processed in geographic information system medium. To obtain subterranean water levels surface geofiltration mathematical modelling is proposed. The methodology have realized during subterranean water investigation in Kyiv.

**Keywords:** Subterranean water, monitoring, geoinformatical approach, geofiltration mathematical modelling