

Для оцінки геоморфологічних характеристик зсувних схилів була побудована карта крутості схилів. Адже окремим структурним елементом зсувного тіла відповідають ділянки із певною крутістю схилу. В поєднанні із картою абсолютних відміток РГВ та зонами підтоплення, карта крутості схилів здатна надати цінну інформацію про фізіономічні параметри зсувних схилів правобережної частини м. Києва та сприяти здійсненню прогностичних оцінок щодо активізації зсувних процесів.

В рамках даної роботи база даних геолого-геофізичної інформації була поповнена матеріалами дистанційного зондування Землі з космічних апаратів Landsat-7, Quick bird, Ikonos за 1986, 1999, 2000, 2001, 2003 та 2005 рр. Відповідно, була здійснена геометрична та спектральна корекція знімків, а також приведення знімків та векторних шарів до спільної координатної системи (Гауса-Крюгера Пулково 1942 р.).

В задачах виявлення зсувних зон, оцінки їх геоморфотричних характеристик та сучасного стану найбільш ефективними є матеріали багатозональної фотозйомки, радіолокаційної зйомки та космічні знімки з високим просторовим розрізненням (<5 м). Останні дозволяють здійснювати виявлення, картографування та оцінку морфометричних характеристик зсувних зон, відслідковувати прояви активності зсувного процесу та здійснювати прогнози щодо його активізації в майбутньому. За допомогою таких знімків були виділені зсувні зони території досліджень, проведена їх типізація за механізмом зсувного процесу та формою в плані – здебільшого це зсуви-потоки глетчероподібної форми. Використання ж знімків за різні роки надає змогу відслідковувати динаміку процесів. Співставлення результатів дешифрування космічних знімків із результатами геолого-геофізичних досліджень показало досить високу ефективність даних ДЗЗ в задачах моніторингу зсувних процесів (рис. 2). До того ж, в рамках досліджень в межах урбанізованих агломерацій матеріали дистанційного зондування Землі повсякчас є одними із основних, що пов'язано із складністю проведення періодичних польових робіт в умовах значного техногенного навантаження.

Висновки. Проведені в роботі дослідження показали високу ефективність геоінформаційних систем та матеріалів дистанційного зондування Землі в задачах моніторингу зсувних зон. Застосування ГС/ДЗЗ – технологій надає швидкий доступ до усієї наявної геолого-геофізичної інформації, в тому числі за різні роки та отримані різними організаціями, забезпечують можливості для оперативного реагування і прийняття рішень та засоби для візуалізації і аналітичних побудов. Електронна база даних була поповнена основними результатами геолого-геофізичних робіт та матеріалами дистанційного зондування Землі. Аналітичні побудови в ГС, в тому числі тривимірні, дозволили оцінити зсувонебезпечність ділянки досліджень за сукупністю впливу ряду факторів (прояви та поширення зсувних процесів, їх сучасний динамічний стан, геоморфологічні особливості, рівень ґрунтових вод та зони підтоплення, техногенне навантаження тощо). За матеріалами ДЗЗ виділені та класифіковані зсувопрояви території досліджень та проведено порівняльний аналіз із результатами геофізичних робіт.

Сучасний стан більшості зсувів Київського Правобережжя характеризується як стабілізований за рахунок проведення комплексу протизсувних заходів. Проте, проведені дослідження показали чисельні прояви активності зсувного процесу. Це зумовлює необхідність проведення постійного моніторингу потенційних зсувонебезпечних територій. Створена база даних є складовою загальної аналітичної системи активного і пасивного моніторингу для контролю за екологічним станом природно-техногенного середовища території Київської агломерації. В перспективі – подальше розширення бази геолого-геофізичних даних, проведення математичного моделювання геофізичних параметрів та створення інтегрованої системи моніторингу для оцінки та контролю зсувних процесів на території м. Києва та прогноз їх розвитку на коротко- та середньотривалу перспективу.

1. Азімов О.Д. Теоретико-методичні аспекти використання дистанційних аерокосмічних методів при вивченні геодинамічних процесів. // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 2004. – №29–30. 2. Багатоаспектні методи дистанційного зондування Землі в задачах природозондування. / Лалію В.І., Поліє М.О., Федорський О.Д. та ін. – К.: Наукова думка. – 2006. 3. Вижва С.А. Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів. – К.: ВГП „ОБ-РІГ”. 2004. 4. Горшачко Н.Н., Бодолієво А.Н., Варламов Н.М. Изучение олопейной геофизическими методами. – М., Недра, 1987. – 155с. 5. Готлиам В.С., Рубин Г.Г., Козак Б.І., Михалко Л.І. Можливості використання ГС/ДЗЗ технологій для вивчення зсувних процесів // Матеріали регіональної наради „Можливості сучасних ГС/ДЗЗ-технологій у вирішенні проблем будівництва”. – Ч., 2006. 6. Кузьменко Е.Д., Лещук Д.Н., Чобан В.Д., Шторман Л.В. Обґрунтування вибору геофізичних, геологічних та геоморфологічних параметрів для оцінки зсувонебезпечності і методика їх комплексної інтерпретації // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – 2005 р. 7. Мичак А.Г., Лещенко Л.П., Теремченко О.М., Кудряшова О.І., Шенелю М.С. Вивчення екологічного стану урбанізованих промислових територій України за багатозональними космічними зніманнями // Космічна наука і технологія. – т. 8, № 2/3, 2002. 8. Омидчук І. І. Особливості екогеофізичних досліджень при вивченні зсувонебезпечних територій. // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – т. 8, № 2/3, 2002. 9. Рейсон А.Л., Камішев А.Л. Природа і союзування в критичних ситуаціях. Дистанційний аналіз. – М.: Триада Лод, 2001. 10. Теремченко О.М., Лалію В.І., Федорський О.Д., Рибоніченко О.Д. Екологічна інтерпретація космічних знімків міських агломерацій. // Ноші методів в аерокосмічній землевимірюванні – ЦАДЗ ГІН НАН України. – К. – 1999. 11. Meinel G., Neubert M., Roder O. (2007): The Potential Use Of Very High Resolution Satellite Data For Urban Areas - First Experiences with IKONOS Data, their Classification and Application in Urban Planning and Environmental Monitoring. Vortrag auf dem 2nd Symposium Remote Sensing of Urban Areas, Regensburg – Regensburger Geographische Schriften 37.

Надійшло до редакції 18.01.08.

УДК [912:681.518] (075.8)

О. Кошляков, канд. геол.-мінерал. наук, О. Диняк, асп.

ВИВЧЕННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ПРОЦЕСУ ПІДТОПЛЕННЯ В ДОЛИНІ Р. ЛИБІДЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ КАРТ

Наведені результати вивчення динаміки розвитку процесу підтоплення долин малих річок на території м. Києва із застосуванням геоінформаційних технологій. Визначені складові формування гідродинамічних умов потоку ґрунтових вод в долині р.Либідь. Встановлено закономірності динаміки розвитку підтоплення на основі порівняльного аналізу карт отриманих для різних періодів часу.

The results of study dynamics of development process underflooding for small river valley territory in Kiev by application of geoinformation technologies are established. The factors of ground waters hydrodynamic conditions for valley of Lybid are determined. Laws of dynamics of development of flooding on the basis of the comparative analysis of cards are certain

Постановка проблеми. Ґрунтові води є найбільш чутливим і рухливим компонентом самої верхньої частини літосферного простору. Еколого-геологічні умови території міської агломерації визначаються переважно існуючим

© О. Кошляков, О. Диняк, 2008

станом системи ґрунтових вод та тенденціями зміни такого стану. Перетворення водного балансу забудованих територій призводить до збільшення живлення ґрунтових вод в результаті акумуляції шквального стоку і інтенсивної інфільтрації на ґрунтових поверхнях, техногенної інфільтрації, конденсації вологи під непроникними поверхнями і таке інше. Крім того, при відповідній геолого-літологічній будові приповерхневої товщі часто відбувається утворення ліній техногенної верховодки в ґрунтах зони аерації. Подібні лінії можуть іноді зливатися і формувати новий перший від поверхні більш менш постійний, витриманий на відносно невеликих глибинах горизонт підземних вод техногенного походження. В результаті набувають розвитку процеси підтоплення. На сьогодні в м. Києві відсутня єдина централізована система моніторингу ґрунтових вод, головною задачею якої була б оперативна оцінка існуючого стану системи та прогнозування його змін з метою своєчасного запобігання негативним (іноді катастрофічним) еколого-геологічним явищам та процесам. Зважаючи на інтенсифікацію інженерного освоєння території м. Києва, задача дослідження динаміки рівнів ґрунтових вод в заплавах малих річок м. Києва та на прилеглих до них територіях є актуальною.

Аналіз проблеми. Гідродинамічні зміни під впливом урбанізації полягають в зменшенні глибини залягання ґрунтових вод і збільшенні потужності їх горизонту. Інженерне освоєння будь-яких територій викликає порушення умов природного водообміну. Ступінь такого порушення залежить від структури геофільтраційного середовища, типу водообмінного басейну, глибини освоєного підземного простору, характеру забудови і ступеня техногенного навантаження.

Міські території характеризуються зазвичай неоднорідністю забудови, різноманітними умовами землекористування, наявністю багатокомпонентних функціональних зон – заселена, промислова, зелена, складська і т.д., а також наявністю багаточисельних транспортних артерій, інженерних комунікацій, промислових комплексів. В межах кожної окремо взятої функціональної зони можуть бути свої відмінності, пов'язані з типом забудови, схемами інженерних мереж, організацією рельєфу, благоустроєм, озелененням та щільністю забудови.

Для долини малих річок м. Києва характерним є густе і глибоке ерозійне розчленування. На сьогодні значний антропогенний вплив призвів до змін руслового режиму цих річок і, як наслідок, зміни гідродинамічних умов.

Підтоплення має помітний прояв в долинах малих річок на території міста, русла яких частково поховані в закритих підземних комунікаціях, частково в штучних бетонних ложах. Поряд з цим гідродинамічні умови і геофільтраційні процеси в заплавах малих річок мало вивчені з точки зору формування рівнів ґрунтових вод на прилеглих ділянках території міста. Оптимізація природокористування в долинах малих річок неможлива без знань гідродинамічних умов і геофільтраційних процесів у заплавах.

Одним з важливих показників формування водообмінних процесів на міських територіях є інтенсивність інфільтраційного живлення. Центральні частини міст мають саму високу щільність забудови і покриття площ та вулиць асфальтом чи бетоном. Тому тут зменшена роль процесів випаровування. При відсутності організованого відведення поверхневого стоку такі території характеризуються найбільш сприятливими умовами для формування додаткового живлення. Зазначай ця величина тут максимальна.

Для оцінки зміни рівня ґрунтових вод на території долини малих річок м. Києва необхідний аналіз великого об'єму вихідних даних різної тематики і створення набору результатуючих матеріалів оцінювального, прогнозного і рекомендаційного характеру. Балансове рівняння водообміну в системі міської агломерації з урахуванням розподілу складових живлення і розвантаження може бути представлено таким чином [1]

$$W_{10} + Q_{\text{ж}} + Q_0 + W_0 + W_{\text{ск}} + W_{\text{к}} + W_{\text{кн}} + W_{\text{вн}} + W_{\text{н}} + W_{\text{с}} = W'_{\text{вн}} + Q'_{\text{р}} + Q'_0 + W'_{\text{н}} + Q'_0 + W'_k + W'_{\text{с}}$$

де W_{10} – інфільтрація атмосферних опадів; $W'_{\text{вн}}$ – випаровування та транспірація; $Q_{\text{ж}}$ – живлення; $Q'_{\text{р}}$ – розвантаження; Q_0 – боковий притік; Q'_0 – боковий відтік; W_0 – висхідний перетік; $W_{\text{к}}$ – висхідний перетік; $W_{\text{кн}}$ – втрати води з водонесучих комунікацій; $W_{\text{к}}$ – конденсація вологи в ґрунтах; $W_{\text{кн}}$ – інфільтраційні втрати вод поверхневого стоку; $W_{\text{вн}}$ – втрати з штучних водоемів і водотоків; $W_{\text{н}}$ – полив зелених насаджень; $W_{\text{с}}$ – скиди промислових та господарських підприємств; Q'_0 – відведення підземних вод дренажем; W'_k – відведення води каналізаційною та колекторною мережею; $W'_{\text{с}}$ – водозабір.

Балансове рівняння в такому вигляді не враховує внутрішніх джерел живлення і зон розвантаження, живлення та розвантаження за рахунок зміни гравітаційних та пружних запасів в водонасичених горизонтах під впливом сучасних тектонічних процесів, а також інші внутрішні процеси, що пов'язані з поглинанням чи вивільненням молекул води [2]. Від типу чинників залежить не тільки просторовий розвиток підтоплення, а й інтенсивність прояву його в часі. Проте основними передумовами можливості розвитку підтоплення є природні геоморфологічні, геологічні, гідрогеологічні умови. Встановлення меж ділянок потенційного підтоплення базується на геолого-геоморфологічних, тектонічних, гідрогеологічних засадах з урахуванням впливу техногенного впливу і зазвичай виконується за допомогою гідрогеологічного моделювання. Прогноз режиму ґрунтових вод урбанізованих територій пов'язаний з подоланням інформаційного бар'єру, що обумовлено неповнотою і неточністю гідрогеологічної та гідрологічної інформації. На відміну від інших гідрогеологічних задач, тут додається невизначеність даних про втрати з водонесучих комунікацій, а також порушення природної гідрогеологічної ситуації внаслідок забудови, ремонтів, зміни режиму стоку з поверхні землі і вертикального вологопереносу.

Методика та результати дослідження. У долинах малих річок м. Києва ґрунтові води приурочені до алювіальних верхньочетвертинних і сучасних відкладів заплави малих річок (Либідь, Сирець, Віта, Нивка) і першої надзаплавної тераси р. Либідь. В долині р. Либідь ці ґрунтові води являють собою єдиний алювіальний водонасичений горизонт. Води даного горизонту не захищені від забруднення з поверхні землі. Водонасичуючими породами є дрібнозернисті, тонко-дрібнозернисті і дрібно-тонкозернисті піски, нерідко з прошарками суглинків. Підземні води горизонту мають скрізь вільну поверхню. Статичні рівні залягають на глибинах 2–4 м, у середньому 3 м. Амплітуда сезонних коливань

рівня ґрунтових вод складає 0,3-0,7 м. У гідродинамічному відношенні води горизонту являють собою ґрунтові потоки, що спрямовані вздовж русел річок, із гідравлічними ухилами від 0,02-0,03 у верхів'ях до 0,002-0,005 у середній і нижній течії річок. Зміни рівня ґрунтових вод викликають просадки явища, набрякання глинистих ґрунтів. Це призводить до деформацій будинків, а також до розвитку шкислових процесів [3]. При цьому головним практичним питанням досліджень є встановлення меж можливого розвитку підтоплення в просторі та часі, тобто ділянок, де цей процес може проявитися тільки за певних сприятливих умов (потенційного підтоплення).

Найбільш ефективним методом прогнозування розвитку процесу підтоплення є математичне моделювання. Побудова математичної моделі взагалі і особливо для території, що зазнають значного техногенного навантаження, є однією з важливих задач сучасних гідрогеологічних досліджень. Зазвичай при прогнозуванні рівня ґрунтових вод використовуються методи математичного детермінованого моделювання геофільтрації, які дозволяють визначити розташування поверхні ґрунтових вод на території у визначені моменти часу. Детерміновані геофільтраційні моделі будують для певної гідродинамічної системи ґрунтових вод, розглядаючи таку систему в цілому, з врахуванням існуючих (точніше, встановлених) зв'язків між елементами системи. Тому ці моделі мають найбільшу прогностичну здатність (відповідно, й точність) [2]. Їх реалізація фактично зводиться до конкретного прогнозного інженерного розрахунку рівня ґрунтових вод. Детерміновані моделі для свого коректного використання вимагають досить високої забезпеченості вихідною інформацією, зокрема даними про фільтраційні та ємнісні властивості прських порід. В дійсності отримання такої інформації пов'язано з виконанням великого комплексу спеціальних польових і лабораторних досліджень, отже значних фінансових витрат. Тому в певних випадках використовують також імовірнісні моделі, які базуються на обробці даних режимних спостережень. Отриманий при цьому результат відноситься до конкретної точки гідродинамічної системи. 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. Вирішення поставленої задачі вимагає аналізу великого об'єму вихідних даних різної тематики (проектувальних карт і схем, результатів польових досліджень, даних аналізів і розрахунків та ін.) створення набору результатуючих матеріалів оцінювального, прогнозного і рекомендаційного характеру. Значну кількість цих матеріалів доцільно представити у вигляді карт, схем, блок-діаграм та інших картографічних матеріалів, які повинні добре співставлятися між собою, взаємодоповнюватися. Тому вирішення проблеми такого роду доцільно здійснювати на базі географічної інформаційної системи (ГІС). Організаційна структура бази даних при оцінці зміни рівня ґрунтових вод на території міських агломерацій повинна передбачати вирішення таких задач:

- оцінка сучасного стану території;
- оцінка інтенсивності антропогенно-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 для ліквідації наслідків та запобігання розвитку процесів підтоплення.

Для будь-якого інформаційного забезпечення ГІС необхідний комплекс вихідних даних, які в даний час являють собою масиви розрізаних і недостатньо систематизованих даних, іноді важкодоступних для користувача. Тому першочерговим завданням було створення такої бази, яка б дозволила в подальшому виконати науково-обґрунтовану інвентаризацію наявних даних, обробити їх, синтезувати, проаналізувати. На першому етапі формування бази ГІС була здійснена підготовка картографічної інформації на електронній основі у вигляді відповідних шарів. Створення прогнозної моделі території підтоплення з використанням ГІС-технологій зводилося до побудови шарів або груп шарів: рельєф; гідрологія; геологічна будова; житлова забудова; промислові об'єкти; гідротехнічні споруди (водосховища, греблі, дренажні системи); рівні ґрунтових вод та деякі інші шари. Теоретично рівні ґрунтових вод можуть змінюватися між двома поверхнями, які можна побудувати як шари ГІС: природною поверхнею ґрунтових вод, яка була, та сучасною поверхнею, яка сформувалася під впливом техногенних факторів.

При неуродженному геологічному середовищі рівні ґрунтових вод визначаються рельєфом місцевості, що дозволяє досить точно провести їх історичну реконструкцію. Якщо створити шар, який буде відповідати такій реконструкції, на його основі засобами ГІС-аналізу можна виділити ділянки підтоплення.

За допомогою геоінформаційних технологій були побудовані схематичні карти рівня ґрунтових вод та їх глибини залягання для території долини р. Либідь м. Києва. При цьому використовувалися програмні засоби MapInfo ProfessionalTM та ArcVIEWTM. Впорядкованими вихідними даними слугували існуючі електронні карти рельєфу і поверхневих водотоків та водоймич. Вихідні дані по рівнях ґрунтових вод були отримані по інженерно-геологічних свердловинах, які бурилися з метою обґрунтування будівництва окремих споруд у м. Києві в 1950, 1970 і 1980 роках. При цьому враховувалися похибка топографічної прив'язки точок спостережень та сезонні і багаторічні зміни рівня ґрунтових вод для даної території. Отже, первинна вихідна інформація по рівнях ґрунтових вод була впорядкована в часі, але в просторі (по площі) вона мала випадковий невпорядкований характер. Порівняльний аналіз побудованих карт дозволив встановити закономірності та чинники змін рівня ґрунтових вод на даній території за тривалий період часу (з 1950 року) [4]. В подальшому ця інформація використовувалася при гідрогеологічній схематизації та створенні відповідної концептуальної гідрогеологічної моделі. Кінцевий варіант карти підтоплення отриманий та використаний вже за допомогою створеної геофільтраційної моделі. Цей модельний варіант, з одного боку, віддзеркалює встановлені головні особливості руху потоку, з іншого боку, збігається з даними натурних спостережень за рівнем ґрунтових вод в межах припустимої обґрунтованої похибки [5].

Далі на основі модельних варіантів карт рівня ґрунтових вод та електронної карти рельєфу були отримані схематичні карти глибини залягання ґрунтових вод. На базі останніх здійснено районування території за ступенем підтоплення відповідно до існуючих норм [5].

З метою оцінки динаміки розвитку підтоплення для територій долини р. Либідь був виконаний інформаційний аналіз карт [6]. При цьому встановлювалась кореляція (взаємна відповідність) явищ, що показані на схематичних картах підтоплення на різні періоди часу.

Інформаційний аналіз базується на використанні основної функції теорії інформації – ентропії H . Для деякого картографічного зображення ентропія $H(A)$ розраховується як сума добутків відносної частоти зустрічі ω_i окремих гідрогеологічних ареалів (у нашому випадку площ підтоплення) на логарифм за основою два цієї відносної частоти:

$$H(A) = H(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) = - \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot \log_2 \omega_i$$

Для визначення взаємної відповідності зображень на різних картах розраховуються спочатку значення ентропії для окремих карт $H(A)$, $H(B)$, $H(C)$ і т.д., потім – ентропія поєднаного зображення $H(AB)$, $H(AC)$ і т.д.

$$H(A) = - \sum \omega_i \log_2 \omega_{a_i}$$

$$H(B) = - \sum \omega_i \log_2 \omega_{b_i}$$

$$H(AB) = - \sum \omega_i \log_2 \omega_{ab_i}$$

Коефіцієнт взаємної відповідності $K(AB)$ характеризує кореляцію зображень на картах гідрогеологічних явищ. Він розраховується за формулою:

$$K(AB) = \frac{H(A) + H(B) - H(AB)}{H(AB)} \cdot 100\%$$

Значення $K(AB)$ лежать в інтервалі від 0 (повна невідповідність контурів явищ) до 100% (повна відповідність).

Для долини р. Либідь (Рис. 1) були отримані наступні значення коефіцієнтів взаємної відповідності для схематичних карт підтоплення:

1950 – 1980 рр. - $K(AB) = 29\%$;

1950 – 2005 рр. - $K(AB) = 76\%$;

1980 – 2005 рр. - $K(AB) = 42\%$.

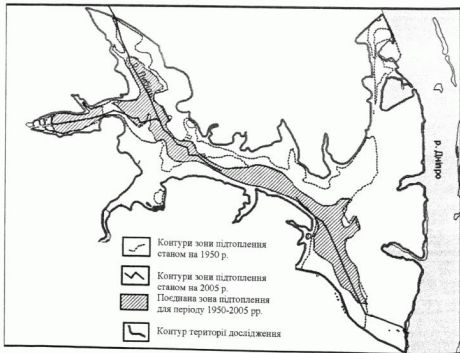


Рис. 1. Карта-схема поєднаної зони підтоплення для 1950–2005 рр.

Висновки. 1. В результаті побудови та аналізу карт глибин залягання ґрунтових вод на різні періоди часу можна зробити висновки про те, що глибина залягання рівня ґрунтових вод в долині р. Либідь в останній період знизилася.

Русла р. Либідь і струмків Глибочицький, Совський, Кловський і ін. укладені в колектор, засипані або забетоновані. Процеси підтоплення активізуються в заплаві лише в період повені та значних опадів.

2. Основною причиною змін рівнів ґрунтових вод в долині р. Либідь є те, що режим цієї річки цілком змінюється, тому що область живлення річки знаходиться під суцільною забудовою, а русло річки практично по всій довжині спрямлене і замкнене у відкритий залізобетонний лоток або в підземний тунель. Найбільш значні коливання рівнів ґрунтових вод спостерігаються за період 1950-1980 рр. (коефіцієнт взаємної відповідності підтоплення річковий складає лише 29 %). Імовірно це пов'язано з активізацією антропогенного впливу (будівництво залізниць, каналізація русла) на цій території і відповідно, як наслідок, підняття рівнів ґрунтових вод. В результаті порівняльного аналізу стриманих для різних періодів часу рівнів ґрунтових вод видно, що площа ділянок з критичною глибиною залягання ґрунтових вод з часом зменшилася (коефіцієнт взаємної відповідності для періодів часу 1950-2005 рр. складає 76 %), площі підтоплення для періоду 2005 року майже співпадають з територією підтоплення в 1980 р. Можливо це пов'язано з тим що система ґрунтових вод в долині р. Либідь поступово адаптувалася до зовнішнього антропогенного втручання і рівні ґрунтових вод зазнають менших коливань.

3. Практичне врахування встановлених закономірностей змін рівнів ґрунтових вод в заплаві р. Либідь та прилеглої до неї території дозволить запобігти розвитку негативних геологічних процесів при інженерному освоєнні згаданої території на стадії проектування.

4. Запропонований підхід до вивчення підтоплення може бути застосований для інших урбанізованих територій.

1. Шестопалов В.М., Сенякин Н.С., Дробинко Н.И. Водобоев в гидрогеологических структурах Украины: водобоев в нарушенных условиях. – К., 1991. 2. Луцк О.Г., Корженко М.М., Кошляков О.С. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС. Начальний посібник за ред. акад. Гродзинського Д.М. – К., 2003. 3. Луцк А.В., Вурло М.І., Яковлев С.О. Основи змис інженерно-геологічного змісу у межах підтоплення територій та напрямки їх доведення // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2003 №5. 4. Кошляков О.С., Мокієвич С.І., Кошлякова І.С., Димак О.В. Аналіз динаміки рівнів ґрунтових вод лівобережжя м. Києва із застосуванням геоінформаційних технологій // Вісн. Київ. ун-ту Сер. „Геологія”. – Київ. – Вип. 39. – 2005. 5. Кошляков О.С., Димак О.В. Особливості математичного моделювання потоків ґрунтових вод в долинах малих річок м. Києва. // Вісн. Київ. ун-ту „Геологія”. – К. – Вип. 42. – 2007. 6. Кошляков О.С. Гідрогеологічне моделювання: Підручник. – К., 2003.

Надійшла до редколегії 16.01.08.

УДК 556.3 (519.21)

В. Демидов, асп.

ПАКЕТ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ GSM ДЛЯ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Наведено метод та алгоритм статистичного моделювання випадкових процесів та полів. Розроблено пакет прикладних програм GSM на основі методів спектрального розкладу та рандомізації. Алгоритм, що використовується в ППП GSM, апробований для моделювання одно-тривимірних масивів даних в задачах моніторингу геологічного середовища.

The method and algorithm for statistical modeling of random processes and fields by software package GSM, using the methods of spectral decomposition and randomization, are considered. The algorithm, which is used in PPP GSM is tested for the monitoring of the location of tectonotectonical foundation's potentially dangerous objects.

Вступ. Сфера застосування математики в геологічних дослідженнях розширюється з кожним роком. Підвищений інтерес до математичних методів пов'язаний з необхідністю узагальнювати й аналізувати фактичний матеріал, накопичений у результаті багаторічних досліджень. Цьому сприяє також бурхливий розвиток засобів обчислювальної техніки, що дозволяє зберігати, передавати й обробляти великі обсяги інформації. Передбачається, що застосування комп'ютерних технологій у доступному для огляду майбутньому обумовить перехід геології на якісно новий рівень.

На кафедрі фізики геологічного факультету із залученням фахівців із механіко-математичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка протягом останніх років розробляються теоретичні та методичні основи застосування методів статистичного моделювання при дослідженні екологічного стану території та ведеться розробка системи моніторингу за станом геологічного середовища, зокрема теорія і методологія комплексної геодинамічної інтерпретації даних геофізичного моніторингу небезпечних геологічних процесів і екологічного стану середовища.

Актуальність. Розроблена теорія, методика та алгоритми статистичного моделювання випадкових процесів, двохвимірних та тривимірних полів. В той же час для реалізації окремих задач в загальному об'ємі процедур, які доцільно виконати для проведення швидкого статистичного моделювання, використовується цілий ряд прикладних пакетів і програм, що орієнтовані на вирішення широкого класу задач в різних галузях знань. Автором поставлена задача розробити пакет прикладних програм ППП GSM (Geological Statistic Modeling), що дозволяє моделювати значення параметрів в проміжках режимної сітки спостережень та за її межами, адекватно описувати реальні геологічні процеси. Це дає змогу створити основу для прогнозу розвитку небезпечних геологічних процесів та створити методи оцінки їх поведінки за глибиною, в часі та в просторі в межах одного програмного комплексу.

Теоретичні основи. В ППП GSM використовується метод статистичного моделювання (метод Монте-Карло), що забезпечує можливість доповнити експериментальні реалізації додатковими даними, які неможливо отримати геофізичними та іншими дослідженнями при вирішенні поставленої задачі (нерегулярність мережі спостережень, неможливість проведення прямих спостережень під фундаментами споруд при вирішенні задач інженерної геології, необхідність виявлення закономірностей та тенденцій у зміні напруженно-деформованого стану гірських масивів при відсутності можливості проводити регулярні спостереження; розробка систем пасивного та активного моніторингу небезпечних геологічних процесів та інших).

Теоретичні аспекти можливостей застосування статистичного моделювання в задачах геології розглядалися в роботах [1-6], практична апробація на реальних даних була проведена для процесів та полів на площині – в роботах [2,3], а для тривимірних випадкових полів «методом спектральних коефіцієнтів» – в роботі [7], методом рандомізації [2,3], а для тривимірних випадкових полів «методом спектральних коефіцієнтів» – в роботі [7], методом рандомізації [2,3].

© В. Демидов, 2008