

УДК 55:502.6

О.С. Аксьом, асист.
Н.В. Захарій, асп.
М.М. Коржнев, д-р геол.-мінералог. наук,
О.Е. Кошляков, канд. геол.-мінералог. наук.
Є.О. Яковлев, д-р техн. наук.

ЕТАПИ ЗМІН ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ПІДТОПЛЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

В статті розглянуто етапи змін геологічного середовища для різних типів підтоплень на території України. Аналізуються історичні етапи розвитку вказаних підтоплень, чинники виникнення та підходи щодо їх прогнозування.

The article discusses problems of the geological environment changes at different flooding types in Ukraine. Historical stages of mentioned flooding factors development, occurrence and approaches for their forecast are analyzed.

Постановка проблеми. Порушення природного режиму підземних вод внаслідок техногенних змін геологічного середовища є головною причиною підтоплень у більшості регіонів України. Ці антропогенні порушення можуть бути різними за характером впливу на нього, накопичуватися досить тривалий час чи відбуватися відносно швидко, призводити до поступових змін екологічного стану територій або проявлятися у катастрофічних екологічних явищах. Все це обумовлює різноманіття моделей, які можуть з достатнім ступенем достовірності описати розвиток підтоплень і значно ускладнює їх прогноз у тому чи іншому регіоні України.

Аналіз проблеми. Узагальнення фактичного матеріалу по підтопленням на території України за сучасний історичний період дозволяє розрізнити декілька основних типів підтоплень:

- підтоплення навколо великих водосховищ внаслідок підпору підземних вод;
- підтоплення в гірничодобувних регіонах (переважно у вугле- і залізодобувних) внаслідок ліквідації нерентабельних шахт шляхом їх затоплення;
- підтоплення на півдні України в зоні зрошувально-го землеробства;
- підтоплення у межах міських агломерацій за рахунок значних втрат води із мереж водопостачання і каналізації.

Кожний із зазначених типів можна охарактеризувати шляхом створення узагальненої моделі, яка характеризує не тільки статичні взаємовідносини елементів існуючої природно-техногенної системи, але враховує її історичні її зміни та динаміку розвитку процесів.

Постановка завдання. Метою дослідження є з'ясування можливості, доцільності і перспективності застосування просторових геоінформаційних моделей для оперативного прогнозування підтоплення при наявності невпорядкованої та заздалегідь не взаємопов'язаної вихідної інформації, яка отримана у просторово невпорядкованих точках спостережень.

Методика та результати досліджень. Підтоплення навколо великих водосховищ. Основними типами водосховищ, котрі широко розповсюджені в Україні є штучні озера, наливні водосховища, малі регулюючі водойми та ставки. До штучних озер відносяться водосховища Дніпровського каскаду – Київське, Канівське, Кременчуцьке, Дніпродзержинське, Дніпровське та Каховське. Цей тип водосховищ, котрий має широке розповсюдження і займає великі площі – спричиняє найбільший вплив на гідрогеологічні умови територій, що до них прилягають. Область підпору та водонасичення охоплює берег не тільки у верхньому, але й в нижньому б'єфі. Вона розповсюджується від водосховища до зовнішніх меж ґрунтового потоку. Ширина області підпору коливається в межах декількох десятків кілометрів. В цілому, для України коефіцієнт зарегульованості поверхневого стоку річок становить близько 72%. Слід зазначити розвиток регіо-

нального впливу зарегульованості р. Дніпро та більшості річкових басейнів (до 25,5 тис. ставків та водосховищ) на регіональне зниження дренажу водоносного горизонту та стале підвищення його рівнів. Внаслідок цього зросла здатність рівнів ґрунтових вод до екстремальних підвищень навіть при нормі опадів [8].

Загальна модель для цього типу підтоплень в історичному аспекті включає декілька етапів виникнення і становлення природно-техногенної геолого-екологічної системи на місці існуючої природної чи природно-техногенної системи: 1 – побудови водосховища, змін геоморфологічної структури території і техногенної інфраструктури навколо водосховища; 2 – різких змін гідрогеологічного режиму та еколого-геологічного стану території з каскадним розвитком небезпечних геологічних процесів, у тому числі і підтоплень; 3 – стабілізації гідрогеологічного режиму і загальної еколого-геологічної ситуації на території впливу водосховища. Треба відмітити, що більшість екологічних наслідків впливу спорудження водосховищ можна відносно добре прорахувати ще на стадії проектування. Треба тільки ретельно вивчити геологічну будову території, мати відомості про наявність і розповсюдження водопроникних порід і водотривів та знати властивості порід верхньої частини геологічного середовища (що власно й є головними природними геологічними чинниками підтоплень цього типу). Підтоплення, які можуть приводити до катастрофічних наслідків, виникають на відносно короткочасному історичному етапі. Після стабілізації гідрогеологічного режиму території її екологічний стан носить прогнозований характер.

Підтоплення в гірничодобувних регіонах. Стан еколого-геологічної природно-техногенної системи, яка виникає при початку гірничодобувних робіт в регіоні, змінюється повільно. Можна виділити декілька періодів розвитку цієї системи:

1 – період поступових змін геологічного середовища. Зі збільшенням масштабів і глибин проведення гірничих робіт збільшуються об'єми відкачки шахтних вод. Рівні підземних вод поступово знижуються. Це продовжується тривалий час (десятки і, навіть, сотні років), за який складається промислова інфраструктура, будуються міста і селища, виникає нове природно-техногенне геологічне середовище. Підтоплення в цей період носять локальний характер і частіше пов'язані з аварійним затопленням гірничих виробок і підйомом внаслідок цього рівнів підземних вод;

2 – період надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф. Розвиток еколого-геологічних природно-техногенних систем деяких гірничодобувних регіонів, насамперед Донбасу, знаходиться саме у цьому періоді. Його початок пов'язаний з одного боку з виснаженням родовищ і необхідністю закриття нерентабельних гірничодобувних підприємств, а з іншого – з різким ускладненням структури техногенного геологічного середовища, стійкість якого досягає критичної межі. Обрушення

крівлі, гідродинамічні удари і вибухи метану носять не прогнозований характер і призводять до стихійного затоплення виробок. Крім того шляхом затоплення планово і масово ліквідуються неприбуткові шахти. Рівні підземних вод починають повертатися до своїх історичних відміток. Все це призводить до регіонального розвитку підтоплень, які викликають цілу низку негативних екологічних наслідків. Основними геологічними чинниками підтоплення є техногенне порушення геологічного середовища внаслідок масштабного ведення гірничих робіт. Прогноз розвитку підтоплень в цей період є складною науковою задачею, науково-методичні підходи до вирішення якої були запропоновані авторами раніше;

3 – період стабілізації. Для старих гірничодобувних регіонів України цей період наступить з майже повним завершенням в них гірничодобувних робіт. Рівні підземних вод повернуться до своїх історичних відміток. У Донбасі значні території будуть підтоплені і виведені із господарського використання.

Ще одним різновидом підтоплення в гірничодобувних регіонах України є підтоплення навколо хвостосховищ. Багато в чому воно схоже на попередній тип підтоплення, але є більш динамічним зі швидкою зміною етапів, підпорядкованою динаміці заповнення і спуску хвостосховища.

Підтоплення на півдні України в зоні зрошувального землеробства. Еколого-геологічна природно-техногенна система півдня України почала складатися з початку будівництва там іригаційних систем. Ця система існує стабільно з 60-х років, але в останній період періодично повторюється підтоплення території підземними водами, що має катастрофічні екологічні наслідки.

Починаючи з 1997 р. на території України в більшості регіонів почалося стійке підвищення рівнів ґрунтових вод, котре пов'язане з дією як природних, так і техногенних чинників. До *природних чинників* слід віднести: особливості геологічної будови (потужна товща осадових неоген-четвертинних відкладів, в розрізі котрих переважають суглинисто-глинисті породи), майже горизонтальне залягання осадових гірських порід, площинний розвиток водотривких верхньо-пліоценових глин (котрі є водотривими для першого від поверхні водоносного горизонту) котрі впливають на формування неглибоко залягаючих ґрунтових вод. Це створює сприятливі умови для формування техногенних "верховодок" (зрошувальні масиви, населені пункти, водосховища та інші); періодичне випадання аномально великої кількості атмосферних опадів (більше 600 мм при середньому значенні 386 мм); слабке розчленування рельєфу, тобто практична безстічність більшої частини рівнинної території; наявність великої кількості замкнутих подових понижень. *Техногенні чинники:* зарегульованість поверхневого стоку в річкових басейнах; необґрунтованість прийнятих рішень при будівництві водно-господарських об'єктів; порушення режимів зрошення; фільтраційні втрати при зрошенні; недостатня відкачка дренажних вод тощо [4, 5].

Значним негативним фактором є також введення в експлуатацію великих зрошувальних систем. На масивах зрошення завдяки іригаційно-ґрунтовим водам виникає безперервне підвищення рівнів ґрунтових вод зі швидкістю 0,2-0,8 м/рік в приканальній зоні та 0,1-0,6 м/рік на масивах зрошення. Крім того, практично припинився регіональний стік в басейн Чорного моря. В умовах зрошення формування режиму ґрунтових вод відбувається під впливом нового іригаційного фа-

ктору. Збільшення прибуткової статті водного балансу на масивах зрошення викликає наступні зміни: підйом рівнів ґрунтових вод в умовах слабого дренажування; вторинне засолення ґрунтів; підтоплення знижених ділянок; підвищення рівнів ґрунтових вод на прилеглих територіях, підтоплення населених пунктів; змив (ерозія) шару рілля під впливом скидів надлишкових зрошувальних вод, що викликає замулення русел річок та погіршує умови дренажування ґрунтових вод; прискорення забруднення поверхневих вод та посилення активізації екзогенних геологічних процесів [8].

Зрошувальні меліорації визначають екологічні особливості південних районів України. Під зрошенням знаходиться більше 2,5 млн. га землі. Довжина зрошувальної сітки становить біля 60 тис. км. На кожний гектар (в залежності від вологості року) припадає від 2 до 4 тис. м³ поливної води з мінералізацією від 0,4 до 3,0 г/л, втрати становлять 20-30% і за рахунок цього суттєво змінюється водно-сольовий режим родючих ґрунтів, та покривної товщі, режим і баланс ґрунтових вод та горизонтів, що залягають нижче. Динаміка змін залежить від проектних розробок, систем суцільного, розрідженого чи вибіркового зрошення, та від способу водоподачі на зрошувальний масив.

Поряд з покращенням водного режиму ґрунтів, зрошення має ряд негативних наслідків, а саме: підйом рівнів ґрунтових вод; розчинення великої кількості солей, котрі знаходяться в ґрунтах зони аерації; збільшення живлення нижчезалягаючих водоносних горизонтів; притік вод та розчинів солей до понижених ділянок річних долин і балок; гідроморфізм порід лесового покриву; погіршення хімічних, фізичних та морфологічних властивостей ґрунтів.

В місцях, де магістральні канали проходять по підвищених ділянках межиріч, в цілому, зберігаються умови динаміки та розвантаження підземних вод в напрямку від вододілів до річних долин з відповідною направленістю динаміки водно-сольового режиму. Особливість полягає в тому, що потік підземних вод суттєво поповнюється іригаційними водами, за рахунок цього створюється стійка тенденція підйому рівня ґрунтових вод з подальшою зміною водно-сольового режиму, формування верховодок, деградація порід зі зміною фільтраційних та міцностних властивостей, стійкий гідроморфний режим.

Вплив таких крупних каналів, як Північно-Кримський з його численними притоками необхідно розглядати лише разом зі зрошувальними масивами, котрі живляться його водами. Дія самих каналів аналогічна дії водосховищ. Вплив каналів можна розглянути на прикладі таких споруд, як Дніпро-Донбас, та Дніпро-Кривий Ріг, вздовж котрих в смузі шириною 3 км ґрунтові води знаходяться в стані підпору, котрий складає 0,7-1,5 м, іноді 2-4 м. За період спостережень з 1973 по 1985 рр. в режимних свердловинах, котрі розташовані на відстані 3-5 км від каналу рівень ґрунтових вод підвищився на 0,4-0,6м. Зони впливу каналів не перевищують 2-3 км, але при сумісному впливі зі зрошенням зона може збільшитися до десятків кілометрів.

Враховуючи викладене – створення прогнозу моделі розвитку підтоплень є актуальною і складною задачею, яка може бути ефективно вирішена лише на основі сучасних геоінформаційних технологій.

В такій моделі, яка розроблена в робочому варіанті [1], враховуються природні (періодичне випадання аномально великої кількості атмосферних опадів, рівнинний рельєф, наявність подових замкнутих понижень та лесових порід, які підстилаються щільними

водотривкими глинами тощо) і техногенні (зарегульованість поверхневого стоку, будівництво водно-господарських об'єктів, порушення режиму зрошення та фільтраційні втрати при зрошенні, недостатня відкачка дренажних вод та ін.) чинники підтоплення. Даний підхід дозволив успішно пов'язати просторову якість і кількісну інформацію.

Наступним етапом є створення прогнозованої ймовірності моделі підтоплення тобто моделювання виникнення підтоплення в залежності від ймовірності виникнення тих чи інших факторів (випадіння аномальної кількості опадів, підйом рівня ґрунтових вод тощо) і просторова оцінка еколого-економічних збитків.

Підтоплення у межах міських агломерацій. Підтоплення міських територій спричиняється внаслідок значних втрат з водонесучих комунікацій. Наприклад, на вододільних територіях м. Дніпропетровська швидкість підйому рівня ґрунтових вод іноді досягала 2-2,5 м/рік. У такий спосіб виявилися підтоплені території промислових майданчиків та житлових масивів м. Києва та м. Дніпропетровська, серед яких й "славнозвісна" багатоповерхова забудовля масиву "Тополя". Процеси підтоплення поширилися й на площах заплави і нижніх терас через порушення природного гідрогеологічного режиму, а саме: баражний ефект набережних, щільна забудова прибережних територій багатоповерховими будинками на пальових фундаментах, втрати з водонесучих комунікацій, порушення режиму випаровування [7].

Аналіз і прогноз розвитку процесу підтоплення на щільно забудованих територіях пов'язані з подоланням великого інформативного бар'єру (що обумовлене неповнотою і неточністю гідрогеологічної і гідрологічної інформації), так як тут додається невизначеність даних про втрати з водонесучих комунікацій, а також про порушення природної гідрогеологічної ситуації внаслідок забудови, ремонтів, зміни режиму стоку з поверхні землі й вертикального перенесення вологи. До цього додається ускладнення розрахункових схем, які повинні враховувати різномасштабність об'єктів, їхній вплив на режим фільтрації. Для оцінки зміни рівня ґрунтових вод у межах міських агломерацій необхідний аналіз великого об'єму вихідних даних різної тематики (проектувальних карт і схем, результатів польових досліджень, даних аналізів і розрахунків та ін.) і створення набору результатуючих матеріалів оцінювального, прогнозного і рекомендаційного характеру. Тому перспективним методичним підходом до вивчення процесу підтоплення є використання неупорядкованої та заздалегідь не взаємопов'язаної вихідної інформації, яка отримана у просторово неупорядкованих точках спостережень на основі застосування геоінформаційних технологій. Вихідними даними можуть слугувати існуючі електронні карти рельєфу і поверхневих водотоків та водоймищ. Вихідні дані по рівнях ґрунтових вод можна отримати по інженерно-геологічних свердловинах, які бурилися з метою обґрунтування будівництва окремих споруд. Досвід такого застосування наведений у [2, 6]. На першому етапі інформація по рівнях ґрунтових вод була оцифрована та прив'язана до існуючих електронних карт рельєфу і поверхневих водотоків та водоймищ. На другому етапі на основі оцифрованої інформації по рівнях ґрунтових вод і електронної карти поверхневих водотоків та водоймищ були створені

ізолінійні електронні карти рівнів ґрунтових вод. На третьому етапі на основі електронних карт рівнів ґрунтових вод та електронної карти рельєфу були отримані карти глибин залягання ґрунтових вод, на базі яких здійснено районування території за ступенем підтоплення.

Найбільш ефективним методом прогнозування процесу підтоплення, з метою запобігання негативним факторам його впливу, є побудова постійно діючих гідрогеологічних моделей (ПДГМ) території, що знаходиться під впливом підтоплення.

Еколого-геологічні природно-техногенні системи геологічного простору великих міських агломерацій ще потребують більш глибоких наукових досліджень. Мова йде про створення прогнозних моделей цього простору, за допомогою яких можна було би створювати комфортне середовище мешкання людини і попереджувати надзвичайні екологічні ситуації і катастрофи. Особливе місце у цих моделях має бути відведено прогнозу розвитку підтоплення.

Висновки

Враховуючи наявність великої кількості неупорядкованої та заздалегідь не взаємопов'язаної вихідної інформації, яка отримана у просторово неупорядкованих точках спостережень – перспективним методичним підходом до вивчення процесу підтоплення є застосування геоінформаційних технологій, котрі дають можливість оперативного співставлення чинників та отримання результату (прогнози карти, карти ризиків, карти динаміки змін геологічного середовища тощо) без залучення складного математичного апарату, хоча і не замінює його. Можливість інтеграції ГІС з проблемно-орієнтованими моделюючими комплексами суттєво розширюють діапазон їх застосування. Викладений матеріал свідчить про можливість і доцільність використання геоінформаційних технологій для прогнозування розвитку підтоплення. Проте треба завжди пам'ятати, що це тільки інструменти збереження, обробки і просторового аналізу даних. Дуже важливо чітко уявляти фізичну природу конкретної екологічної проблеми та параметри, збір і обробка відомостей про які можуть бути основою для створення прогнозованої моделі розвитку екологічної ситуації.

1. Аксьом О.С. Коржнев М.М. Застосування ГІС при розробці прогнозованої моделі підтоплення підземними водами території Херсонської області // Тези доповідей IV міжнародної конференції "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". Україна, Київ 9-11 жовтня 2003 р. – с.161-162.
2. Вижива С.А., Кошляков О.Є., Кожан О.М. Моніторинг небезпечних геологічних процесів в межах урбанізованих територій (на прикладі Київської агломерації) // Матеріали VI Міжнародної наукової конференції "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К., 2005р. С. 11-12.
3. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Шестопалов и др. "Наукова думка". – К.: 1991. – 527 с.
4. Доповідь про стан навколишнього середовища в Херсонській області за 1998 рік. Херсон, 1998. – 80 с.
5. Інформаційний бюлетень про стан геологічного середовища України у 1996 р. Випуск 17.
6. Кошляков О.Є., Мокієнко В.І., Диняк О.В. Вивчення процесу підтоплення території лівобережжя м. Києва із застосуванням ГІС-технологій та ПДГМ // Матеріали VI Міжнародної наукової конференції "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К., 2005р. С. 202-203.
7. Мельничук І.В., Кошляков О.Є., Байсарович І.М. Проблеми підтоплення території України // Регіональні екологічні проблеми: 36. наук. праць. – К.: ВГЛ "Обрії", 2002. С.21-26.
8. Экологическая геология Украины. Справочное пособие. "Наукова думка". – К.: 1993. – 408 с.