

УДК 551.3

Н. Аксьом, канд. геол. наук, О. Аксьом, асист.

РОЗРОБКА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗДІЛУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ М. КИЄВА

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. М.М. Коржневим)

В статті запропонований підхід щодо створення інженерно-геологічного розділу геоінформаційної бази даних на прикладі м. Києва. Інженерно-геологічний розділ пропонується організувати у вигляді класів/підкласів даних та блоків їх обробки. Розроблено схему інженерно-геологічного розділу ГБД м. Києва, відпрацьовано та апробовано методику і механізм інтеграції різнопланових інженерно-геологічних даних в ГІС, створено орієнтовну структуру кожного шару, частково створені шари та заповнено атрибутивні таблиці.

In the article engineer-geological section geodatabase is offered for Kyiv city. It is suggested to organize an engineer-geological section as classes/subclasses information and blocks of their treatment. The chart engineer-geological section GDB is developed for Kiev, integration different engineer-geological information in GIS exhaust and tested method and mechanism, the exemplary structure of every layer is created, partly layers and attributive tables are filled.

Постановка проблеми. В даний час інформаційні технології починають займати в геологічних дослідженнях одну з провідних ролей у зв'язку з їх величезними функціональними можливостями.

Вченими підраховано, що 85 % інформації, з якою стикається людина в своєму житті, має територіальну прив'язку [4]. В концепції геоінформаційних систем (ГІС) закладені всебічні можливості збору, зберігання, інтеграції та аналізу будь-яких розподілених в просторі або прив'язаних до конкретного місця даних. Цим системам можна знайти застосування практично в будь-якій сфері діяльності людини [2]. ГІС ефективні у всіх областях, де здійснюється облік і управління територією і об'єктами на ній. Це практично всі напрями діяльності органів управління і адміністрацій: земельні ресурси і об'єкти нерухомості, транспорт, інженерні комунікації, розвиток бізнесу, забезпечення правопорядку і безпеки, управління ЧС, демографія, екологія, охорона здоров'я. Також доцільне використання ГІС при плануванні розподілу сільськогосподарських угідь, проведення іригаційних робіт, в лісовому господарстві, в комерційних і державних організаціях, де вони можуть поліпшити механізм ухвалення рішень через використання просторової інформації. Можливості просторового представлення і аналізу інформації дають стратегічну перевагу багатьом фахівцям у відділах планування, логістики, маркетингу, роботи з клієнтами, надання послуг і так далі [5].

ГІС-технології добре задовольняють потреби багатьох секторів ринку, у тому числі і в області інженерних мереж. Вони активно використовуються вже тривалий час, але в першу чергу в системах збору даних простягання мережевих об'єктів в полі, де розглядаються не лише мережі самі по собі, але їх взаємодія з оточуючим середовищем. Використання ГІС-технологій зможе прискорити процес обробки інформації практично в усіх галузях народного господарства, зв'язаних з використанням географічних даних.

Актуальність. Останнім часом в зв'язку з стрімким розвитком будівництва виникає необхідність раціонального використання територій, в тому числі і потенційно небезпечних, на яких спостерігаються різноманітні екзогенні геологічні процеси: ерозія, зсуви, селі, суфозія тощо.

В м. Києві зсуви приурочені, головним чином, до правого крутого берега Дніпра і відмічаються на схилах чисельних балок та ярів. Спостереження за станом схилів, особливо в межах такого великого міста, ведеться дуже давно: першою задокументованою згадкою про боротьбу зі зсувними явищами в Києві є звернення в 1685 році архімандрита Печерського монастиря В. Ясинського до генерала П. Гордона, з проханням роз-

робити заходи з запобігання "обвалу пагорба, на якому стоїть церква коло самого входу в Печери" [6]. Місто знаходиться в специфічних регіонально-геологічних та географічних умовах, на стику північного схилу Українського кристалічного щита і Дніпровсько-Донецької западини, в лісостеповій зоні в області широкого поширення лесового покриву. Тут внаслідок особливостей рельєфу, клімату і геологічної будови проявляються різнобічно і інтенсивно геологічні процеси та явища. Багатовікове існування та масштаби будівельної і господарської діяльності в м. Києві суттєво впливають на розвиток як природних, так і антропогенних геологічних процесів і явищ, на зміну його природної обстановки. Для території м. Києва, в долині Дніпра, чітко визначена приуроченість зсувів до певних літолого-генетичних комплексів порід та кліматичних умов території. Зсувні явища, які проявляються на території, що розглядається, головним чином, розвиваються в верхній частині над строкатими глинами, нижче ж проходять зміщення делювіальних порід. Виявлено, що в межах схилів, в геологічній будові яких приймають участь верхньочетвертинні лесові утворення, виникло біля 37 % зсувів, що були зафіксовані за останні 100 років спостережень [1].

Тому гостро постає питання у створенні єдиної бази даних для моніторингу негативних геологічних процесів. Така база даних може включати інформацію про: геологічну будову, гідрогеологічні умови, геоморфологію, кліматичні фактори, гідрографію, геометрію схилів та укосів і т.д.

Постановка завдання. Мета роботи полягає в розробці та створенні інформаційного розділу для зберігання та обробки інженерно-геологічних даних а також для моніторингу та прогнозу розвитку екзогенних геологічних процесів (ЕГП).

При використанні традиційної бази даних неможливо прослідкувати мінливість параметрів та показників по площі і встановити закономірності. База даних, котра спроектована таким чином, щоб зберігати інформацію про графічні об'єкти, називається геоінформаційною базою даних (ГБД). Із цього випливає, щоб не перетворитися на простий графічний редактор з елементарним вимальовуванням векторних зображень, ГБД повинна мати просторові координати на певну, визначену структуру. Крім того, з кожним об'єктом повинна бути зв'язана певна атрибутивна інформація.

Методика та результати досліджень. В теперішній час геологічна будова м. Києва вивчена досить детально, проте чисельні проектні організації поки що не мають єдиної уніфікованої системи в позначеннях інжене-

рно-геологічних елементів (ІГЕ), а це може призвести до певної неточності та спотворення кінцевого результату. В цьому аспекті постає питання щодо необхідності приведення (уніфікації) всіх інженерно-геологічних даних в єдину систему, що забезпечить унікальність позначень для ІГЕ в геоінформаційній базі даних на території м. Києва.

Інженерно-геологічний розділ пропонується організувати у вигляді класів/підкласів даних та блоків їх обробки (рис. 1). Дані розміщуються у восьми основних класах та оброблюються в два етапи (блоки обробки).

Класи даних:

1. Інженерно-геологічні дані;
2. Моніторинг екзогенних геологічних процесів (ЕГП);
3. Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ);
4. Природні чинники;
5. Техногенні чинники;
6. Дані інтегровані в ГІС
7. Адаптовані дані для ГІС аналізу;
8. Результати просторового моделювання та прогнозу розвитку ЕГП.

Розділ умовно можна розділити на чотири типи інформації – "Первинна" пункти 1-5, "Первинна адаптована для ГІС" – пункт 6, "Вторинна адаптована для ГІС

аналізу" пункт 7 та "Результати аналізу і моделювання" (прогнозні карти) пункт 8.

Первинна інформація – дані отримані в результаті інженерно-геологічних досліджень, натурних спостережень та ін.

Первинна адаптована інформація для ГІС – дані формуються шляхом їх інтеграції в ГІС у точковому, лінійному та полігональному вигляді з подальшим переведенням їх у векторний формат зі створенням атрибутивних таблиць.

Вторинна адаптована інформація – дані формуються у вигляді результату ГІС аналізу, з метою їх адаптації для проведення просторового аналізу та моделювання. Дані знаходяться у вигляді нерегулярних мереж трикутників TIN та безперервних цифрових растрових моделей GRID, їх класифікацій та рекласифікацій.

Результати аналізу і моделювання – результати просторового моделювання розвитку ЕГП, різноманітні просторові оцінки збитків, прогнозні карти тощо.

В класі "Інженерно-геологічні дані" пропонується збирати відомості щодо інженерно-геологічних умов та геологічного розрізу в межах будівельних майданчиків, після проведення інженерно-геологічних вишукувань відповідними проектними організаціями.

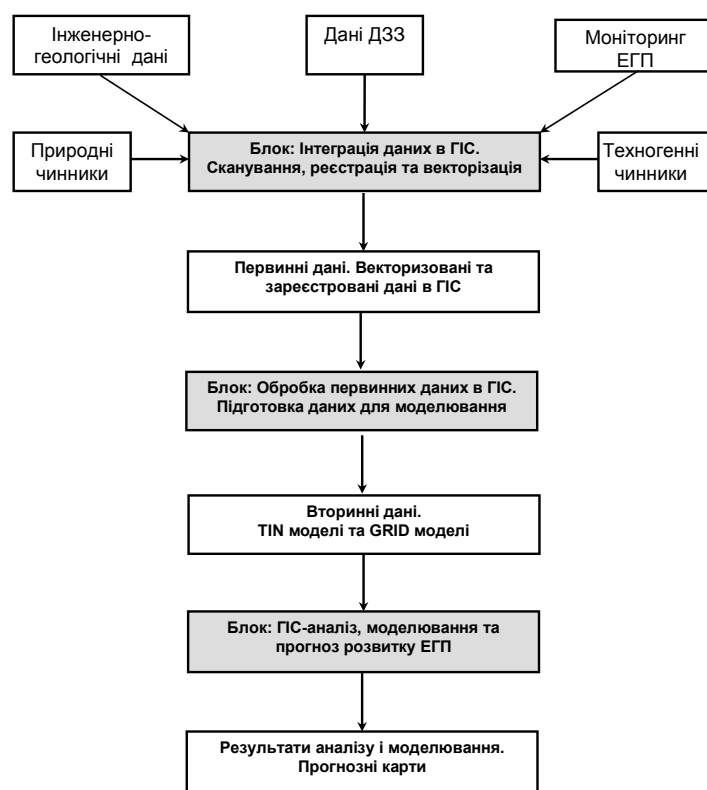


Рис. 1. Схема зв'язків даних та їх обробки в межах Інженерно-геологічного розділу

Можливі два варіанти накопичення даних. Перший – накопичення даних по кожній свердловині в межах будівельного майданчика, другий узагальнений – присвоєння

зведеної таблиці фізико-механічних властивостей ґрунтів для майданчика в цілому. В табл. 1 наведено приклад структури шару "інженерно-геологічні свердловини".

Таблиця 1. Структура атрибутивної таблиці шару "інженерно-геологічні свердловини"

Структурний елемент ГБД	Опис структурного елементу ГБД
Розділ	Інженерно-геологічний
Клас даних	Інженерно-геологічні дані
Підклас даних	Прямі методи
Тематичний шар	Інженерно-геологічні свердловини

Закінчення табл. 1

Структурний елемент ГБД	Опис структурного елементу ГБД
Атрибутивна таблиця	номер свердловини, для кожного інтервалу буріння (від – до) вказується діаметр свердловини, для кожного інтервалу обсадки (від – до) вказується зовнішній діаметр обсадних труб, вказується інтервал установки фільтру (від – до), діаметр фільтру, тип фільтру, зазначається технічний стан свердловини, пошарово вказується номер виділеного інженерно-геологічного елементу (ІГЕ), геологічний індекс, назва породи, для четвертинних відкладів вказується генезис порід, глибина підшви, потужність ІГЕ.

Важливими елементами цього блоку є непрямі методи – результати геофізичних досліджень та ін.

Клас "Моніторинг ЕГП" є невід'ємним елементом в інженерно-геологічному розділі геоінформаційної бази даних м. Києва. Тут вноситься інформація про небезпечні геологічні процеси на даній території досліджень, до яких можуть відноситися: зсуви, суфозія, карст, ерозія, абразія тощо. Визначається ступінь впливу на навколишнє природне середовище, можливі наслідки та ризики для населення і народногосподарської діяльності. Фіксується (по-можливості) час активізації та причина виникнення, площа поширення процесу та інші параметри.

В класі "Дані ДЗЗ" відбувається інтерпретація даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для отримання додаткової та/або оновленої інформації щодо розвитку ЕГП. На рис. 2 наведено приклад космічного знімку будівельного майданчика.

Клас "Природні чинники" необхідний для внесення допоміжних даних природного характеру, наприклад: кількість атмосферних опадів в межах міста, геоморфологія, гідрографія, карта ізоліній рельєфу тощо.

Клас "Техногенні чинники" буде містити данні техногенного характеру такі, як схема мережі водопостачання, водовідведення, тепломережі, мережа збору дощових вод, дренажні споруди та інші комунікації, втрати з них води, навантаження від ваги будівель і споруд різного призначення, ваги води для поливу зелених насаджень, динамічних навантажень і впливів тощо [1].



Рис. 2. Космічний знімок QuickBird, роздільна здатність 0,6м

Блок "Інтеграція даних в ГІС" відповідає за сканування, реєстрацію та векторизацію різнопланових даних в середовищі ГІС.

Блок обробки даних "Обробка первинних даних в ГІС" відповідає за обробку первинних адаптованих даних з метою отримання карт та цифрових моделей. Проводиться обробка даних по рівню ґрунтових вод (РГВ) при інженерно-геологічних дослідженнях, визна-

чаються параметри схилів, проводиться аналіз кутів нахилу, проводиться дистанційний аналіз – відстані від будівель чи певних об'єктів, наявності чи відсутності рослинного покриву, розподілу атмосферних опадів тощо. Сюди можна віднести інтерполяцію, створення нерегулярних мереж трикутників TIN та безперервних цифрових растрових моделей GRID.

Блок обробки даних "ГІС-аналіз, моделювання та прогноз розвитку ЕГП" призначений для прогнозування розвитку ЕГП, з подальшою візуалізацією у вигляді карт, тривимірних моделей тощо (рис. 3). Блок може бути доповнений різноманітними модулями вирішення задач та прогнозів для державних установ таких, як КМДА, МНС та ін.

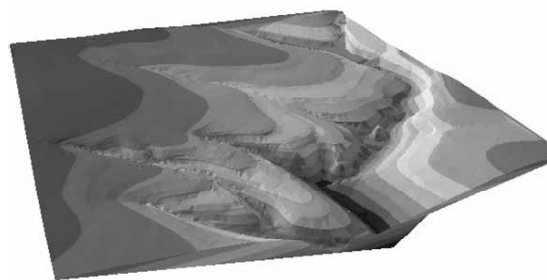


Рис. 3. Фрагмент TIN-моделі рельєфу території м. Києва

Для найбільш ефективного розподілу витрат часу і засобів при дослідженні зсувів є сенс у визначенні ступеня їх впливу на інженерні споруди і інші народногосподарські об'єкти, тобто, виділення потенційно-зсувних ділянок що представляють реальну небезпеку для народного господарства.

За результатами обстежень зсувів, чинників, що їх викликають, ступеня впливу на народногосподарські об'єкти пропонується виділення так званих потенційно-небезпечних зон [1, 3]: тобто зон, де розвиток зсувних процесів відбувається в безпосередній близькості від інженерних споруд, житлових будівель, гідротехнічних споруд та інших народногосподарських об'єктів, а також місць, де вплив зсувів призвів або може призвести в майбутньому до значних економічних або катастрофічних наслідків.

Після того, як будуть виділені найбільш важливі зони за ступенем небезпеки, необхідні детальні візуальні обстеження даних ділянок. Так само необхідні обстеження нещодавно утворених зсувів з виконанням замірів параметрів зсуву, факторів, що впливають на активізацію зсувів (РГВ, кількість опадів, техногенних чинників) і фіксація їх результатів в блоці "Моніторинг ЕГП". Для підвищення точності аналізу потрібне постійне оновлення даних по кожен зсув.

За аналогією можна створювати тематичні шари для інших негативних процесів (наприклад, "підтоплення", "суфозія" тощо).

Етапи наповнення та функціонування інженерно-геологічного розділу ГБД:

- введення просторових даних, отриманих шляхом сканування твердих копій карт, геокодування даних інженерно-геологічних досліджень, використання даних дистанційного зондування Землі та ін.;
- векторизація та реєстрація в єдиній координатній системі;
- перевірка топології об'єктів;
- розробка структури атрибутивної таблиці для кожного шару ГБД;
- присвоєння атрибутивних даних для кожного об'єкту, в межах кожного шару;
- групування шарів за тематичними ознаками;
- актуалізація даних;
- представлення даних та визначення режиму доступу (видання карт, таблиць, зображень на твердих та електронних носіях, в мережі Internet).

Для реалізації поставленої мети був використаний програмний продукт ArcGIS 9.3.

Висновки. На теперішній час розроблено схему інженерно-геологічного розділу ГБД м. Києва, відпрацьовано та апробовано методику і механізм інтеграції різнопланових інженерно-геологічних даних в ГІС, орієнтовну структуру кожного шару, частково створені шари та заповнено атрибутивні таблиці.

Відкритим залишається питання доступу та отримання інженерно-геологічних даних, оскільки вони є власністю проектних організацій. Наповнення цього розділу ГБД м. Києва можливо лише при підтримці і відповідних розпорядженнях з боку КМДА та наданні доступу до інженерно-геологічних звітів. В цьому випадку гостро постає

питання права власності на інформацію, оскільки в ній будуть задіяні дані різних проектних організацій та комунальних підприємств (деякі з них закриті для загального доступу). Проте, до відкритих класів даних можна віднести "Природні чинники", "Моніторинг ЕГП" та частково "Інженерно-геологічні дані" оскільки їх створення можливе без залучення сторонніх організацій.

Створення та використання геоінформаційної бази даних надасть можливість побудови цифрових пошарових дво- та тривимірних моделей, котрі дозволять візуалізувати інженерно-геологічну будову, будувати безперервні поверхні параметрів та потужностей по всій території міста, виявити приховані інженерно-геологічні закономірності, мати змогу створення запитів за просторовими, кількісними та якісними критеріями. Потужний інструментарій ГІС та можливість створення власних розрахункових модулів дозволить проводити прогноз і оцінку економічних збитків при певних кількісних співвідношеннях різних чинників. Це в першу чергу надасть можливість виконавчій владі та МНС прийняти заходи по запобіганню або зменшенню потенційних збитків.

1. Аксьом Н.М. Прогноз стійкості схилів з урахуванням впливу атмосферних опадів (на основі ГІС-технологій). Дис. ... канд. геол. наук. К. – 2007.
2. Захарій Н.В., Коржнев М.М., Малахов І.М. Технологія систематизації та обробки екологічної інформації за допомогою ГІС в гірничовидобувних регіонах України // К.: 2007.
3. Інженерно-геологічні особливості зсувного процесу на Дніпровських схилах біля Маріїнського палацу // Кризський М.М., Негода О.П., Ніколішин В.П., Кризська Н.М. Вісн. Київ. ун-ту Сер. Геологія. – Вип. 20. – 2001.
4. Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення // Довгий С.О., Шестопапов В.М., Коржнев М.М., Трофимчук О.М. та ін. К.: 2007.
5. Яковлев Є.О., Іванюта С.П. Оцінка ризиків і соціально-економічних збитків в умовах прояву екзогенних геологічних процесів. 36. наук. пр. УкрДГПІ. №2, 2008. 6. <http://triada.org.ua>

Надійшла до редколегії 12.12.09

УДК 550.814

Л. Миколенко, асп.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ДЗЗ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЙ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. С.А. Вижвою)

Висвітлено деякі методичні аспекти використання даних дистанційного зондування Землі в системах моніторингу зсувонебезпечних територій. Розглянуто особливості дешифрування знімків, виділено індикаційні ознаки зсувних ділянок за матеріалами космічної зйомки на прикладі Правобережжя м. Києва.

Some aspects of a technique of use the Remote Sensing data laying the geophysical monitoring systems of dangerous creep processes are considered. The features of deciphering are considered, the indicating signs of creep processes are selected on materials of the Remote Sensing data on the example of Kyiv's right bank.

Актуальність теми та постановка проблеми у загальному вигляді. На території України широко розповсюджені екзогенні геологічні процеси (ЕГП) і явища природного, техногенно-активізованого і техногенного походження. До природних як найінтенсивніших належать: карст, зсуви, обвали, осипи, підтоплення, затоплення, заболочування, селі тощо. Серед екзогенних геологічних процесів, що спостерігаються в межах України, зсуви відносяться до найпоширеніших і найбільш небезпечних. Відомо, що характеристики зсувоутворення залежать від величини й інтенсивності діючих природних і техногенних факторів. Тривалість їх дії до досягнення схилом граничного стану залежить від внутрішнього напружено-деформованого стану масиву гірських порід, який і визначає підготовленість схилу до подальших зміщень.

Вирішення задачі дослідження та прогнозування активізації зсувів неможливе без комплексного підходу до вивчення і аналізу зсувних процесів. Найкращі резуль-

тати при вирішенні цієї задачі можна отримати в системі моніторингу геологічного середовища із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій. За останні десятиріччя питання визначення закономірностей розвитку зсувного процесу та прогнозу його активізації стало надзвичайно актуальним науковим та практичним завданням, для вирішення якого широко залучаються методи геофізики.

Специфіка досліджень зсувних процесів в межах міських територій обумовлює необхідність використання матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Можливості цих методів сьогодні дозволяють широко використовувати їх для виявлення, картографування, контролю та здійснення прогнозних оцінок стосовно активізації небезпечних екзогенних процесів. Однак теоретико-методологічні принципи виділення та диференціації зсувних зон за морфокінематичними і геодинамічними характеристиками на підставі застосування даних ДЗЗ до теперішнього часу не розроблені в повній мірі. Окрім