

В рамках виконання прикладної науково-дослідної теми "Розробка системи моніторингу та методичних засад комплексної оцінки стану геологічного середовища для створення моделей функціонування природно-техногенних систем", що виконується за рахунок Фонду фундаментальних та прикладних досліджень Київського національного університету імені Тараса Шевченка, фахівцями кафедри геофізики і кафедри гідрогеології та інженерної геології розпочато створення загальної інформаційної база наявних геологічних, геофізичних, гідрогеологічних даних з прив'язкою у просторі та часі.

Відомо [4], що найбільш чутливими та мобільними методами контролю за станом довкілля є геофізичні, гідрогеологічні та інженерно-геологічні методи. З точки зору наявності великих об'ємів інформації про геологічне середовище особливої уваги заслуговує геофізична складова геоінформаційної системи, що складає базу результатів геолого-геофізичних досліджень (методи електророзвідки, радіометричні дослідження, сейсморозвідка, магнітометричні дослідження та інші), яка включає набір різних типів об'єктів (шарів), які характеризують результати досліджень з врахуванням просторового та часового розподілу фізичних полів.

Гідрогеологічна складова – це шари точкових об'єктів спостережень за ґрунтовими водами (свердловини, що були різні в 1950-2002 рр. з метою вишукувань під окремі будівлі), атрибутами яких є номер, час буріння, абсолютні відмітки устя свердловини та рівня ґрунтових вод. На сьогодні загальна кількість гідрогеологічних точок перевищує 2000. Розпочато створення аналогічних шарів для інших водонасичених горизонтів і комплексів території Київської агломерації.

Одними з найбільш інформативних при вивченні верхньої частини розрізу є результати геофізичних досліджень, що виконувались для вирішення різноманітних господарських та наукових задач.

На сьогодні геофізична складова бази даних складається з набору шарів, що включають результати комплексних геолого-геофізичних досліджень на території Києва (729 точок радіоізотопних досліджень фізико-механічних властивостей ґрунтів, виконаних для забезпечення будівництва споруд різного призначення; результати досліджень на ділянках "Експлоцентр України", район "Північні Осокорки" (озеро Вирлиця), 119 точок спостереження на ділянці правого берегу р. Дніпро в межах міста, що виконані для завдань оцінки екологічного стану територій, підтоплення, розвитку зсувних процесів).

Геофізичні дослідження, проведені для вирішення конкретних геологічних задач, дають додаткову інформацію про об'єкт дослідження, яка при постановці задачі досліджень не ставилась за головну мету, завдяки чому можливо значно підвищити загальну ефективність робіт (дослідження фізико-механічних властивостей ґрунтів, розчленування геологічного розрізу, контроль за станом підтоплення, небезпеки розвитку зсувів, прохідності територій тощо). Перевага геофізичних методів, що використовуються для вивчення інженерно-геологічних характеристик порід, полягає у високій деталістості вивчення літологічного складу, фізичних та водно-фізичних властивостей, що змінюються в часі та в просторі, в умовах прояву природних процесів та інженерно-господарської діяльності.

Інформаційна (реляційна) база даних геофізичної інформації має табличну структуру: рядки таблиці відповідають одному запису відомостей про об'єкт дослідження (адреса, номер точки спостереження), а стовпці – поля – вміщують однотипні кількісні характеристики, притаманні всім об'єктам (координати, номер точки спостереження, дату спостереження, глибину опробу-

вання, значення окремих параметрів). Така структура бази даних у ГІС дозволяє не тільки працювати з атрибутами цих об'єктів, а й представити геометрію об'єктів і топологію просторових об'єктів (вектор або растр). Об'єкти з бази даних візуально представляють собою шар точок, що мають точну географічну прив'язку. Візуалізацію та представлення результатів її аналізу можливо в вигляді карт, схем, діаграм, розрізів.

Створена реляційна база даних на основи MapInfo 6.0, ArcView 3.2 дозволяє швидко та зручно здійснювати основні функції роботи з базами даних: змінювати структуру бази даних (додавати нові поля, змінювати їх типи); вводити нові дані та редагувати вже існуючі в автоматичному режимі; з виконанням спеціальних процедур аналізу-підрозрахунку площі, визначення сусідства, просторового пошуку відомостей; підрозрахування нових полів за характеристиками інших полів по базах даних; створення нових шарів за допомогою об'єднання і класифікації вихідної бази даних [3].

Далі для ілюстрації наведений приклад залучення до загальної інформаційної бази даних результатів робіт, що проводились відділом геофізики ДП "Київський інститут інженерних вишукувань та досліджень "Енергопроект" на території міста Києва (2000 – 2006 рр.) для завдань промислового та цивільного будівництва. Використані дані по 729 свердловинах (104 об'єкта), у яких визначалися наступні характеристики ґрунтів: природна гамма-активність N (Імп/с); густина ґрунту ρ ($г/см^3$); густина скелету ґрунту ρ_d ($г/см^3$); вологість ґрунту W (%) на різних глибинах. Структура таблиці створюється та наповнюється в електронній таблиці Excel, а потім інтегрується в MapInfo за допомогою геокодування.

Дані радіоізотопних досліджень дозволяють проводити літологічне розчленування розрізу [4], а результати такого розчленування заносяться в базу даних. Серед осадових порід найбільшою радіоактивністю характеризуються глини. Понижену радіоактивність мають піски. Радіоактивність інших осадових порід залежить від вмісту в них глинистої фракції. В таблиці представлено залежності природної радіоактивності ґрунтів від типу ґрунту, що побудовані на основі спільного аналізу даних буріння та радіоізотопного каротажу, проведених спеціалістами ДП КІВД "Енергопроект".

Таблиця. Природна гамма-радіоактивність окремих типів дисперсних ґрунтів за даними гамма-каротажу на території міста Києва за даними ДП КІВД "Енергопроект"

Природна гамма-активність N , Імп/с	Тип ґрунту
до 100	пісок
100 + 150	супісок
150 + 230	суглинок
більше 230	глина

На рис. 1 представлено приклад застосування результатів радіоізотопних досліджень (гамма-каротажу для літологічного розчленування розрізу, нейтрон-нейтронного каротажу для визначення рівня ґрунтових вод, гамма-гамма каротажу для визначення густини ґрунтів).

При розв'язанні прикладних задач моніторингу на основі статистичного аналізу розподілу даних можливе проведення математичного моделювання та прогноз зміни параметрів у просторі та часі. За допомогою просторового аналізу можна виявити закономірності в структурі або особливості розподілу, наявність та тип взаємозв'язків окремих класів об'єктів та їх характеристик у просторі, наявності і виду взаємозв'язків у просторовому розподілі декількох класів, тенденцій розвитку явищ в просторі і часі.

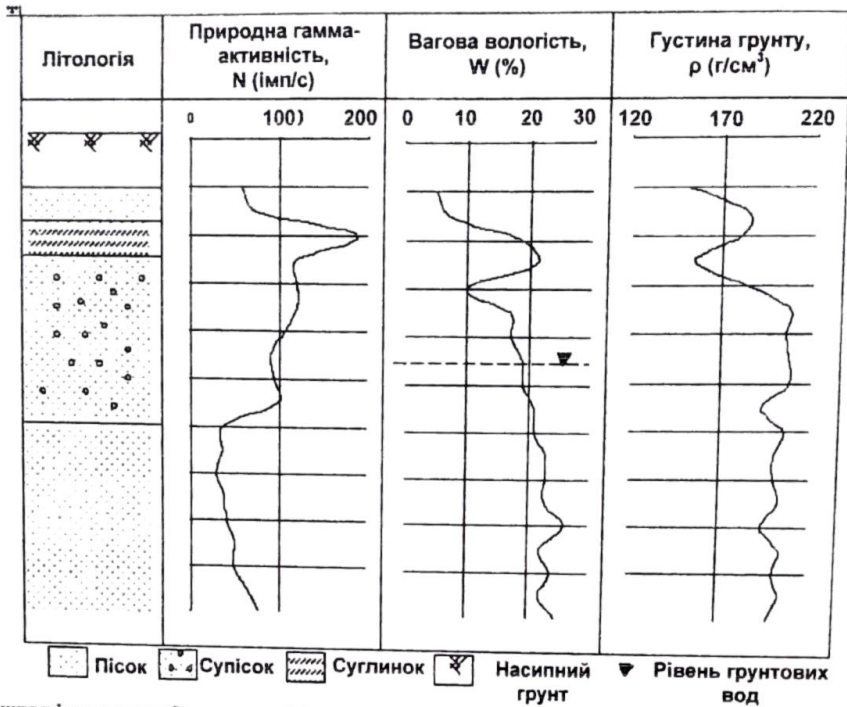


Рис 1. Приклад інтерпретації даних радіоізотопного каротажу по точці №201 (м. Київ, просп. Григоренка 7)

Інформація, що міститься в базі даних (дані про гідродинамічні напори ґрунтових вод, геометричні параметри шарів геологічного розрізу та їх літологічні особливості тощо), вже практично використовується на кафедрі гідрогеології та інженерної геології при створенні математичних геофільтраційних моделей окремих ділянок території Києва (Лівобережжя, Поділ, район Києво-Печерської Лаври, долина р. Либідь тощо) для прогнозування розвитку несприятливих процесів, зокрема можливого підтоплення або підйому ґрунтових вод за рахунок баражного ефекту від підземних споруд та фундаментів будівель. Отримана внаслідок такого математичного моделювання нова інформація (нові шари інформації) також заноситься в базу даних для подальшого аналізу й використання.

У подальшому при залученні іншої інформації та постійному поповненні інформаційної бази даних за допомогою засобів ГІС в автоматизованому режимі можна отримувати різні тематичні карти в залежності від класу

задач, що необхідно вирішити. Зокрема, це може бути уточнення геологічної будови окремих районів Київської агломерації, дослідження тенденцій та моделювання процесу підтоплення, визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів та інше.

Як показав практичний досвід, при проведенні польових досліджень доцільною є прив'язка або перевірка координат наявних точок спостережень, особливо виконаних за період більше 5 років, за допомогою системи GPS. Уже на даний час база даних дозволяє проводити визначення окремих важливих параметрів геологічного розрізу, зокрема, визначення рівнів ґрунтових вод (встановлено, що значення вологості 18-20 % відповідає 100 % насиченню пустотного простору дисперсних ґрунтів), літологічне розчленування (див. табл.) та інші. На рис. 2 наведено фрагмент карти гідроізогіпс, що побудована за гідрогеологічними та геофізичними даними на період 2005 р. для мікрорайону Позняки в м. Київ.

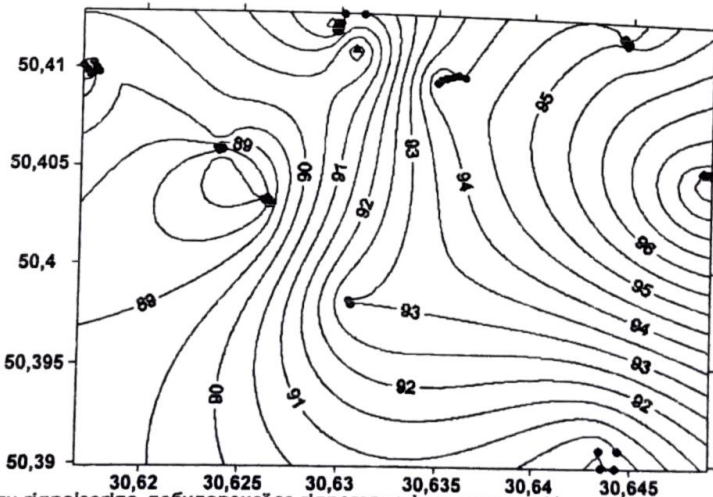


Рис. 2. Фрагмент карти гідроізогіпс, побудованої за гідрогеологічними та геофізичними даними (м-н Позняки, м. Київ) о – гідрогеологічні та * – геофізичні свердловини

Наявність часової прив'язки дозволяє відслідковувати тенденції змін параметрів та проводити прогноз їх значень на коротко та середньострокову перспективу. Це вимагає наявності даних, що за їх близьким просторовим розташуванням або часовою прив'язкою можна використати при побудові часових рядів спостереження.

Таким чином, розроблена основа структури бази даних геолого-геофізичної інформації, що включає дані радіоізотопних досліджень фізико-механічних властивостей ґрунтів, гідрогеологічних та геолого-екологічних досліджень та розпочато її поповнення. Подальші перспективи робіт в даному напрямку пов'язані з залученням до наявної бази даних всієї доступної інформації, проведенні статистичного моделювання та прогнозу параметрів у просторі та часі. Такий прогноз може бути

виконаний для відслідковування негативних тенденцій та підтримки прийняття управлінських рішень.

1. Вижева С.А. Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів. – К.: ВГЛ "Обрій", 2004. – 236 с. 2. Геоінформатика и геоинформационные системы / Кузнецов О.Л., Никитин А.А., Черемисина Е.Н. – М.: ВНИИГеосистем, 2005. – 350 с. 3. Основы геоинформатики / Под ред. В.С. Туканова. Кн. 1. М.: АКАДЕМІА. – 2004. 348 с. 4. Ляховицкий Ф.М., Хмельской В.К., Яценко З.Г. Инженерная геофизика – М.: Недра, 1989. – 252 с. 5. Вижева С.А., Кожан О.М. Проблеми геофізичного моніторингу великих промислових агломерацій // Геофізичний журн. – 2004. – Т. 26, № 1. – С. 80-86. 6. Вижева С.А., Кошляков О.С., Кошлякова І.С., Цюпа І.В. Бази даних геолого-геофізичної інформації в системі моніторингу за станом геологічного середовища на території Київської агломерації // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К. – 2006. – С. 15-17. 7. Положення про державну систему моніторингу довкілля // Постанова КМ від 30.03.1998 р. № 391. <http://zakon1.rada.gov.ua>

Надійшла до редколегії 09.02.07

УДК 550.832

М.Н. Жуков, д-р.геол. наук, К.Л. Яковець, асп.

МЕТОД БАГАТОВИМІРНИХ АНАЛОГІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ПІДРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ ВУГЛЕВОДНІВ

Запропоновано новий підхід для виконання непрямих визначень підрахункових параметрів як альтернативу регресійному аналізу. Він виходить з можливостей інформаційних технологій та сучасного стану інформаційного забезпечення промислово-геофізичних досліджень. Полягає у визначенні підрахункових параметрів методом пошуку багатовимірних аналогів в середовищі спеціалізованої бази даних (БД). Формат БД дозволяє враховувати різну ступінь достовірності даних, що в ній містяться. Останнє забезпечується наявністю статистичної шкали реєстрації, під якою ми розуміємо обов'язкове супроводження зареєстрованого значення характеристикою його достовірності. Ефективність продемонстровано на змодельованих даних.

The new approach for realization of indirect definitions of calculation arguments as alternative regression to analysis is offered. It proceeds from opportunities of information know-hows and state of information supply of well-logging researches. Is based on definition of calculation arguments by a multicomponent analogues method in environment of the specialized database. The format database allows to allow for a different extent of veracity of the data, which one in it are. Last is provided with presence of statistical scales of registration, we realize which one obligatory accompaniment of the registered value by the performance of his veracity. The performance is shown on the simulated data.

З огляду на проблеми класичного методу визначення підрахункових параметрів за даними ГДС, який ґрунтується на використанні регресій, що були зазначені в [2], пропонується альтернативний підхід: використання методу багатовимірних аналогів. Теорію методу викладено в [2]. Метод регресійного аналізу є настільки класичним, що опису не потребує. Продовжуючи тему зазначеної статті, пропонуються розглянути нові змодельовані ситуації для перевірки дієвості методу багатовимірних аналогів у порівнянні з конкуруючим методом регресійного аналізу, причому в умовах максимально повного використання різних моделей, зокрема введення в регресію логарифмічних, степеневих чи інших компонент.

Метод багатовимірних аналогів є складовою частиною багатовимірної статистичної фільтрації різновидової геологічної інформації, яка охоплює широке коло задач геологічного прогнозу. Розроблена на її реалізацію інформаційно-аналітична система "Фільтр" створювалася як математико-аналітичний супровід геолого-знаймальних та прогнозно-пошукових робіт. Проте аналітичні засоби проектувалися з таким розрахунком, щоб вони без істотних обмежень могли б застосовуватися для розв'язання близьких за змістом задач. Одним з авторів вперше було застосовано для вирішення задач інтерпретації промислово-геофізичних даних. Тому сприяють універсальні структура організації даних та процедури аналізу, вичерпна повнота шкал реєстрації, глибокий рівень переробки інформації, зручний інтерфейс. Вирішальним фактором на користь вибору цієї системи для вирішення поставленої задачі послужила наявність процедур пошуку багатовимірних аналогів в середовищі БД з недетермінованими значеннями ознак.

Ідентифікація геологічних об'єктів у процесі розпізнавання з метою кількісного визначення підрахункових параметрів здійснюється на основі визначення їх положення в просторі, тобто за положенням в розрізі свердловини. Так, розріз свердловини являє собою систему, що складається із взаємопов'язаних елементів – шарів прських порід з різними фізичними властивостями. Співставлення їх з елементами еталонного матеріалу легко виконати, якщо врахувати характерні ознаки співставлених елементів та оцінити ступінь подібності між ними. Найбільш повні геологічні описи розрізів свердловин можна здійснювати за даними ГДС. При обробці промислово-геофізичних матеріалів кожен елемент розрізу досліджуваної свердловини ідентифікується з заданими (аналогічними за стратиграфічними умовами) еталонами. Останніми можуть бути реальні (результати дослідження керну чи дані, отримані прямими методами) або змодельовані представники всього спектру прських порід та їх можливих станів, що близькі до розрізу – об'єкту інтерпретації.

Для кожної точки спостережень процедурою пошуку багатовимірних аналогів визначаються найближчі аналоги на основі описаної в [2] міри відмінності об'єктів. Кількісна оцінка шуканого параметру виходить з відгуку фільтру, що являє собою результат певної обробки значень параметру у набору знайдених інтервалів-еталонів чи точок-еталонів. Метрика для знаходження багатовимірних аналогів ґрунтується на моделі композиції локальних розподілів. Кожній точці відповідає локальний багатовимірний розподіл. Завдяки введенню композиційної моделі відпадає потреба у штучному притягуванні того чи іншого закону розподілу, як це часто практикується і яке обмежується пересічно звичними гаусівським або логарифмічно-гаусівським законами. Те ж саме