

УДК [681.3.06:518]:528.067

Глухов О.

УкрНДМІ (м. Донецьк, Україна)

РОЗВ'ЯЗАННЯ ШАХТНИХ ГЕОФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

© Глухов О., 2003

В статье описаны основные этапы построения физико-математических моделей слоев, в которых находятся угольные пласты при использовании ГИС-технологий для решения шахтных сейсмоакустических проблем.

This paper describes main steps to generate physical-mathematics models of carboniferous strata using GIS-technologies for solution of mine seismic-acoustic problems.

Прогноз умов залягання вугільних пластів, виявлення й опис порушень, які впливають на технологічні процеси їхнього відпрацювання є однією з актуальних та найскладніших проблем шахтної геофізики. Сучасний рівень розвитку комп'ютерної техніки та програмного забезпечення дозволяє використовувати при розв'язанні цієї проблеми новітні геоінформаційні технології. Ця стаття присвячена питанню використання геоінформаційних систем (ГІС) для побудови фізико-математичних моделей товщ, що містять вугільні пласти, у процесах проведення та інтерпретації результатів шахтних сейсмоакустичних досліджень. Ідеї, що розглянуто у цієї статті використовуються на практиці спеціалістами УкрНДМІ для вирішення практичних задач шахтної геофізики.

УкрНДМІ є провідним інститутом України в галузі шахтної сейсморозвідки. Тут розроблено і успішно використовується на практиці цілий ряд методик для виявлення сейсмоакустичним методом порушень вугільних пластів, які використовують сучасні засоби математичного моделювання для вибору шляхів проведення спостережень та аналізу їхніх результатів. На рис. 1 зображено узагальнену схему основних етапів проведення шахтних сейсмоакустичних експериментів. Розглянемо її докладніше.

На першому етапі проводиться аналіз апріорної геологічної, геофізичної та іншої інформації про вугільний пласт у зоні спостережень, про порушення, що були підсічені гірськими роботами по пласту, над і під ним. На практиці цю інформацію надають, як правило, шахтні маркшейдери та геологи. Крім цього, на суміжних ділянках пласта (або на інших пластах над чи під досліджуваним) могли проводитися інші прогнозні експерименти, результати яких теж потребують урахування. Другий етап полягає в математичному моделюванні процесу розповсюдження сейсмоакустичних коливань по непорушеному вугільному пласту і по пласту з порушенням. При цьому моделюються передбачувані характеристики порушень. Третій етап полягає у виборі схеми спостережень і умов експерименту для оптимальної реєстрації найбільш інформативних хвильових пакетів. При цьому використовуються висновки і рекомендації, що були отримані на перших двох етапах. Четвертий етап це практичне виконання натурних експериментів на ділянці шахтного поля (відповідно до обраної схеми спостережень, до оптимальних умов збудження та реєстрації сейсмоакустичних коливань). П'ятий етап полягає в обробці та наступній інтерпретації результатів натурних досліджень. Зрозуміло, інтерпретація здійснюється на основі проведеного раніше аналізу апріорної геологічної, геофізичної й іншої інформації. Крім цього, інтерпретація може вимагати повторного виконання етапу математичного моделювання для з'ясування або уточнення природи хвильових пакетів, що реєструються, або для ретельного аналізу яких-небудь особливостей сигналів. Остаточним результатом даного етапу є прогноз типу і параметрів порушень вугільного пласта в зоні проведення експериментів.

Розглядаючи дану схему легко перекоонатися, що чотири з п'яти етапів являють собою аналіз і обробку інформації про об'єкти, що розташовуються в товщі, що містить вугільний пласт, і про процеси, що протікають у ході спостережень (або відомої апріорі, або отриманої в ході теоретичних досліджень і практичних експериментів). Ефективність аналізу й обробки інформації багаторазово зростає у випадку, якщо розроблено цифрову тривимірну модель шахти (або двовимірну модель її ділянки), що опирається на бази даних (БД), які містять як опис геологічних і техногенних об'єктів, так і результати різного роду вимірів, спостережень, прогнозних експериментів. Той факт, що геоінформаційні системи є засобом інтеграції просторово або територіально розподіленої інформації являє собою основну передумову їхнього використання в розглянутому технологічному процесі. В УкрНДМІ використовується ГІС "ГеоМарк" [5, 6], яка дозволяє створювати такі моделі (рис.2,3).

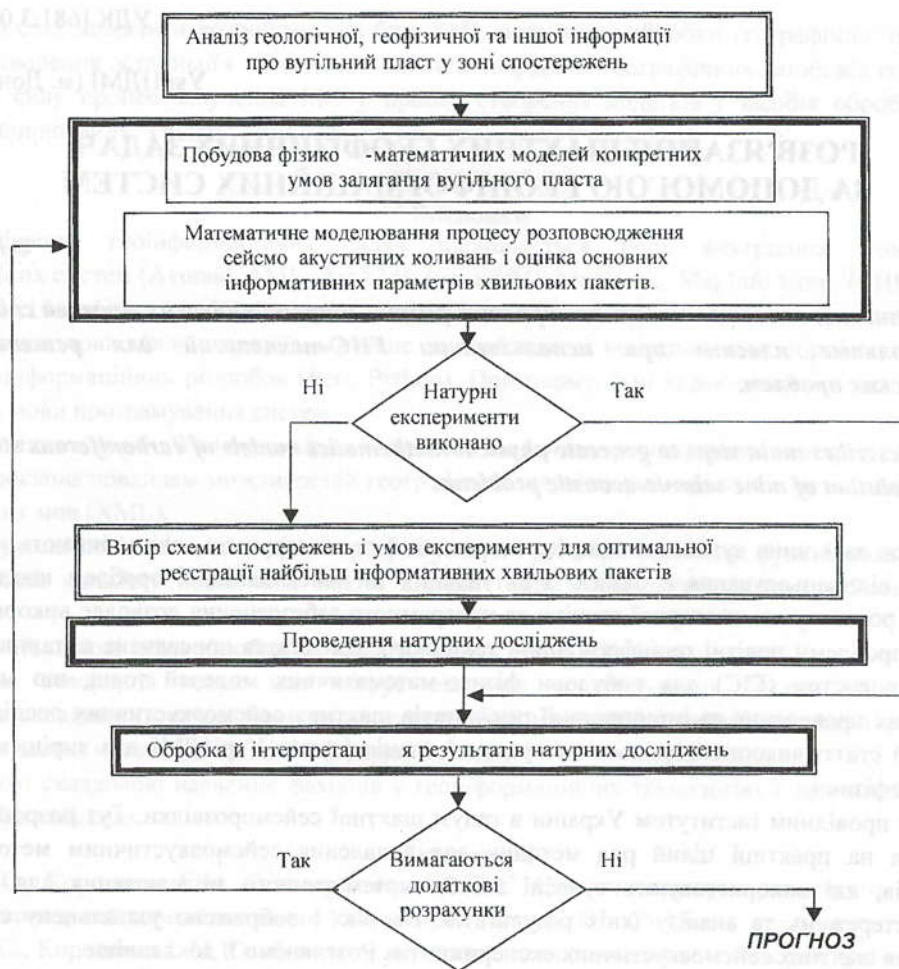


Рис. 1. Спрощена узагальнена схема виконання шахтних сейсмоакустичних спостережень для прогнозу порушень вугільних пластів.

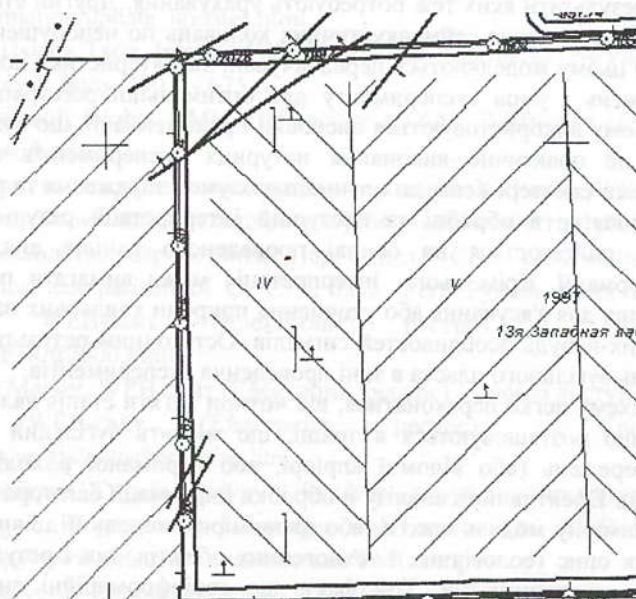


Рис. 2. Фрагмент двовимірної моделі ділянки пласта m_3 (ш. ім. Засядько), побудованої за допомогою ГІС "ГеоМарк".

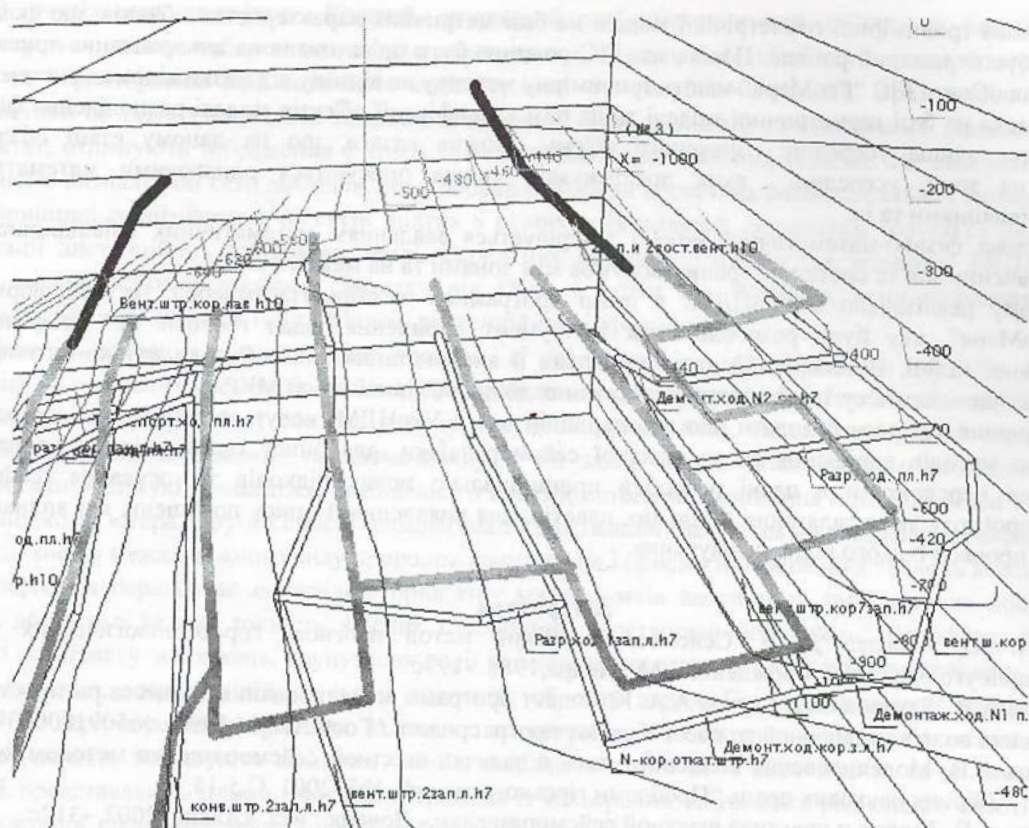


Рис.3. Фрагмент тривимірної моделі ш. ім. Калініна, побудованої за допомогою ГІС "ГеоМарк".

Другий етап схеми треба розглядати як найважливіший, так як на його результатах базуються інші. Його основу складає створення фізико-математичної моделі товщі, що містить вугільний пласт. Застосування аналітичних методів базується, як правило, на використанні двовимірних узагальнених моделей [1]. У останні роки в зв'язку з розвитком обчислювальної техніки розроблено високоточні чисельні методи, що істотно переважають аналітичні за цілим рядом показників. Як правило, це різні версії методу кінцевих різниць (МКР), що базуються на двовимірній моделі товщі [2, 3, 4, 7], яка містить вугільні пласти. Сучасний рівень розвитку ЕОМ дозволяє ужити заходів по розробці версій МКР, що використовують тривимірні фізико-математичні моделі середовища. Такі роботи уже ведуться в УкрНДМІ.

Необхідними умовами побудови фізико-математичної моделі є геометрична подoba (подoba форм, розмірів) і фізична подoba моделі й натури. Це означає, що в означені моменти часу у означених точках простору значення змінних величин, що характеризують явище в реальності, повинні бути пропорційні значенням тих же величин моделі. Основні етапи побудови фізико-математичних моделей товщі за допомогою використання ГІС технологій можуть бути наступними:

1. Вибір об'єму середовища, характеристики об'єктів і процесів усередині якого слід враховувати під час проведення експериментальних досліджень в обраному місті вугільного пласта. При проведенні експериментальних досліджень в обраній точці A_0 з координатами (X_0, Y_0, Z_0) на результат можуть вплинути фактори на відстані R від неї. Величина R залежить від часу і тривалості проведення експериментів, від фізичних властивостей порід, структурних складових геологічних і техногенних об'єктів і від ряду інших факторів. Оскільки середовище є неоднорідним, на хід експерименту можуть вплинути властивості товщі в певному об'ємі W , який містить ділянки вугільних та порідних пластів, виробки та інші реально існуючі об'єкти, що складають середовище.

2. Вибір типів об'єктів, які слід розглядати під час опису явища, та їх класифікація за особливостями протікання фізичних процесів, що досліджуються. Вибір типів об'єктів реалізується на базі класифікатора геоінформаційної систем, що використовується.

3. Вибір повного списку об'єктів обраних типів усередині даного об'єму, які будуть складати геометричну модель товщі, яка містить вугільні пласти. Це, по суті, є просто вибірка об'єктів за ознаками належності до низки певних класифікаційних типів та належності до обраного об'єму.

4. Побудова тривимірної геометричної моделі на базі метричних характеристик об'єктів, що складають список, який був отриманий раніше. Певно, що ГІС повинна бути орієнтована на використання тривимірної інформації. Так об'єкти ГІС "ГеоМарк" мають тривимірну метрику на відміну від низки відомих систем.

5. Побудова на базі геометричної моделі та на базі класифікації об'єктів моделі розподілення фізичних параметрів середовища усередині означеного об'єму. Можна казати, що на даному етапі об'єм буде розподілено на зони, усередині яких досліджувані явища описуються однаковими математичними формулами, рівняннями та ін.

6. Побудова фізико-математичної моделі завершується завданням математичних співвідношень для кожної з визначених зон та системою граничних умов між зонами та на межах об'єму.

Таку схему реалізовано в УкрНДМІ в низці програмних засобів. Насамперед, це геоінформаційна система "ГеоМарк", яку було розроблено як інструмент вирішення задач геології та геофізики для вугільнодобувної галузі. В теперішній час є приклади її використання для побудови фізико-математичних моделей товщі, що містить вугільні пласти, адаптованих до двовимірної версії МКР.

На закінчення хотілося б додати, що в теперішній час в УкрНДМІ ведуться роботи по інтеграції ГІС "ГеоМарк" до методів вирішення задач шахтної сейсморозвідки, для опису геомеханічних процесів. Це відкриває нові перспективи в плані розробки принципіально нових підходів застосування геофізичних методів для прогнозу умов залягання вугільних пластів, для виявлення й опису порушень, які впливають на технологічні процеси їхнього відпрацювання.

Література

1. Азаров Н. Я., Яковлев Д. В. Сейсмоакустический метод прогноза горно-геологических условий эксплуатации угольных месторождений. -М.: Недра, 1988. -199с.
2. Анциферов А.В., Захаров В.Н., Глухов А.А. Комплект программ моделирования процесса распространения сейсмических волн в угленосной толще // Каталог прогр. средств / ГосФАП, М. 1991, №50910000379
3. Анциферов А.В. Моделирование волнового поля в задачах шахтной сейсморозведки методом конечных разностей / Збірник наукових праць "Проблеми гірського тиску", №5, 2001. С.5-15.
4. Анциферов А.В. Теория и практика шахтной сейсморозведки.- Донецк.: изд. «Алан», 2002, -312с.
5. Глухов А.А., Анциферов А.В., Селяков Б.И. Разработки УкрНИМИ в области ГИС для решения задач угледобывающей отрасли/ Сборник научных трудов НГА Украины №7, т.1, Днепропетровск, 1999, С.80-82
6. Глухов О.О. Проблеми і принципи проектування геоінформаційних систем / Геоінформатика, №1, 2002, С.89-94.
7. Глухов А.А., Захаров В.Н., Рубан А.Д. Моделирование волнового поля в задачах шахтной сейсморозведки методом конечных разностей / Горный вестник, Москва, ИГД Скопинского, 1994, С.16-18