

## УДК 624.131:624.1:624.12

Мокін В.Б., Моргун А.С., Оприсняк Г.М. (Україна, Вінниця)

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ В ПРИКЛАДАННЯХ ДО ЗАДАЧ  
ГЕОМЕХАНІКИ

Вирішення питань фундаментобудування тісно пов'язано з необхідністю дослідження фізико-механічних властивостей ґрунтів будівельного майданчика з метою прийняття достовірного проектного рішення.

Сучасний рівень дослідження літологічного розтину та гідрогеологічних умов ґрунтової активної зони будівельного майданчика дають достатньо задовільні результати та не мають наочності і не дозволяють хоча б в деякій мірі впевнитись у правильності отриманого рішення. З появою геоінформаційних технологій відкривається можливість не лише з достатньою точністю корегувати результати прогнозу, але й глибше “заглянути” в ґрунтову товщу, спостерігаючи процеси, які там проходять.

Важливим елементом сучасного геомеханічного моніторингу ґрунтових основ є його інформаційне забезпечення та достовірний процес розвитку фізико-механічних процесів в ґрунтових масивах. Таким чином, “чорний ящик”, яким до теперішнього часу був масив ґрунту, перетворюється у “прозорий ящик” доступний до вивчення і, як наслідок, до управління.

Прикладання методики геомеханічного моніторингу ґрунтового масиву з використанням інформаційних систем здійснено до основ будівельного майданчика дев'ятиповерхової будівлі в м. Хмільнику. Для отримання гідрогеологічної ситуації основи (інженерно-геологічної оцінки території будівельного майданчика) в місці очікуваного будівництва пробурено 7 свердловин глибиною 9-17 м з метою отримання фізико-механічних характеристик ґрунтової основи будівлі. Геолого-літологічні розтини ґрунтової основи наведено на рис.1.

Дані фізико-механічних характеристик ґрунтової основи дають можливість відслідкувати напружено-деформований стан всієї ґрунтової товщі. Застосування ГІС-аналізу дозволяє вирішувати геотехнічну задачу, пов'язану з захистом від підтоплення, оскільки зміна рівня підземних вод (РПВ) змінює картину напружено-деформованого стану ґрунтової товщі. Тому представляє очевидний практичний інтерес відслідкувати цей процес на різних стадіях його розвитку. Для свердловини №1 були побудовані епюри напружень, що діють в ґрунтовому масиві при різних рівнях РПВ. Результати зведено в таблицю 1 та проілюстровано рисунком 1.

Таблиця 1

## Вхідні дані та результати розрахунку

Свердловина № 1 - № інженерно-геологічного елемента	$\gamma, \text{КПа}$ Питом а вага ґрунту	$\gamma_s, \text{КПа}$ Питом а вага частинок ґрунту	$w$ Вологість ґрунту	$n$ Пористість ґрунту	$wL, \text{м}$ Вологість ґрунту природна	$\sigma_z (\text{МПа})$ битовий тиск в ґрунті	$wL, \text{м}$ Вологість ґрунту понижена	$\sigma_z (\text{МПа})$ битовий тиск після пониження $wL$
1	13,5	–	–	–	2,3 м	31,07	3,7 м	37,8
3	19,2	26,8	0,25	45		48,35		55,08
4	13,3	26,8	0,29	42		84,26		108,2
5	19,8	26,9	0,24	42		102,08		139,42
6	19,4	27,3	0,25	39		104,3		140,07
7	19,5	26,9	0,18	37		141,06		190,3

Величина битового тиску в ґрунті  $\sigma_z$  підраховувалась за формулами:

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i; \quad (1)$$

$$\gamma_{sb} = (\gamma_s - \gamma_w)(1 + e); \quad (2)$$

де  $\gamma_i$  – питома вага ґрунту ( $\frac{KH}{M^3}$ );  $\gamma_{sb}$  – питома вага ґрунту, насиченого водою ( $\frac{KH}{M^3}$ );  $h_i$  – потужність шару ґрунту;  $\gamma_s$  – питома вага частинок ґрунту ( $\frac{KH}{M^3}$ );  $\gamma_w = 10 \frac{KH}{M^3}$  – питома вага води;  $e$  – коефіцієнт пористості ґрунту.

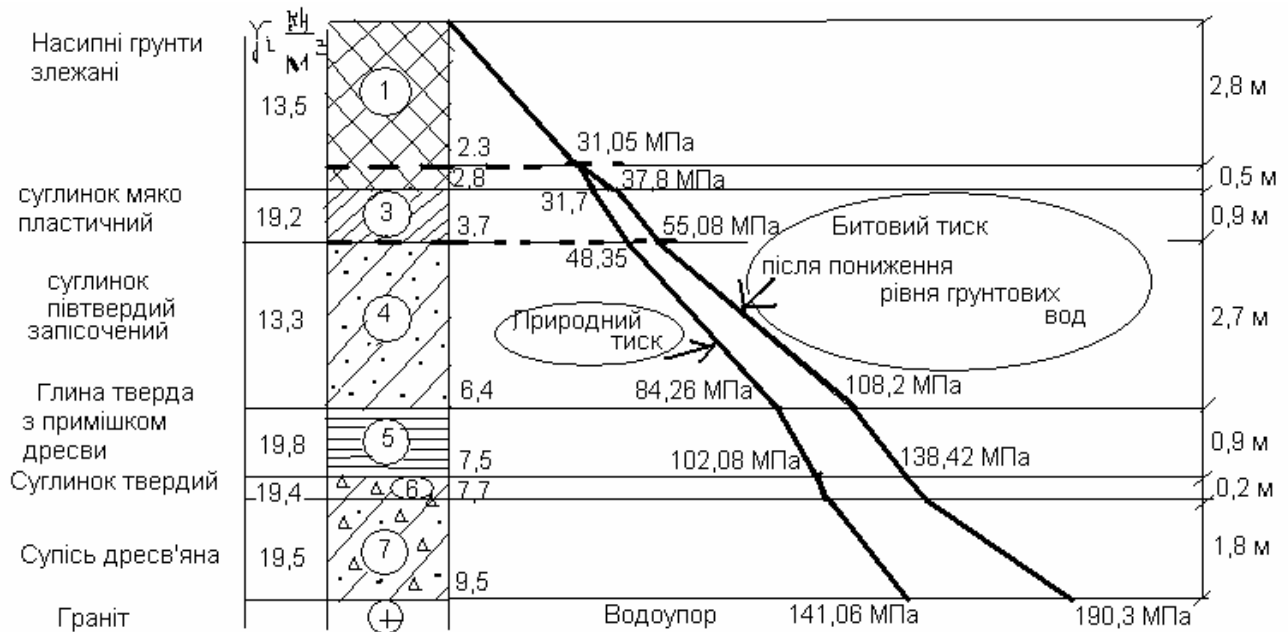


Рисунок 1 – Епюра стискаючих напружень від власної ваги ґрунту  $\sigma_z$ , МПа (битовий тиск шарів ґрунту)

Рисунок 1 ілюструє зміну напружено-деформованого стану ґрунту по глибині і показує динаміку зміни ефективних напружень в ґрунті при зниженні рівня ґрунтових вод. Наступним етапом опису може бути побудова профілю напружено-деформованого стану, включення в нього фундаментної конструкції чи підземної споруди, створення моделі осадок.

Узагальнений алгоритм використання ГІС-технологій для даної задачі є таким:

Створити карту ГІС у вигляді плану заданого масштабу (без прив'язки до реальних географічних координат).

Нанести контур будівлі та дослідні свердловини.

Підготувати класифікатор ГІС, задавши усі можливі види порід у свердловинах та колір їх відображення.

Ввести по кожній свердловині дані геологічного моніторингу – на якій глибині які породи залягають (рисунок 2).

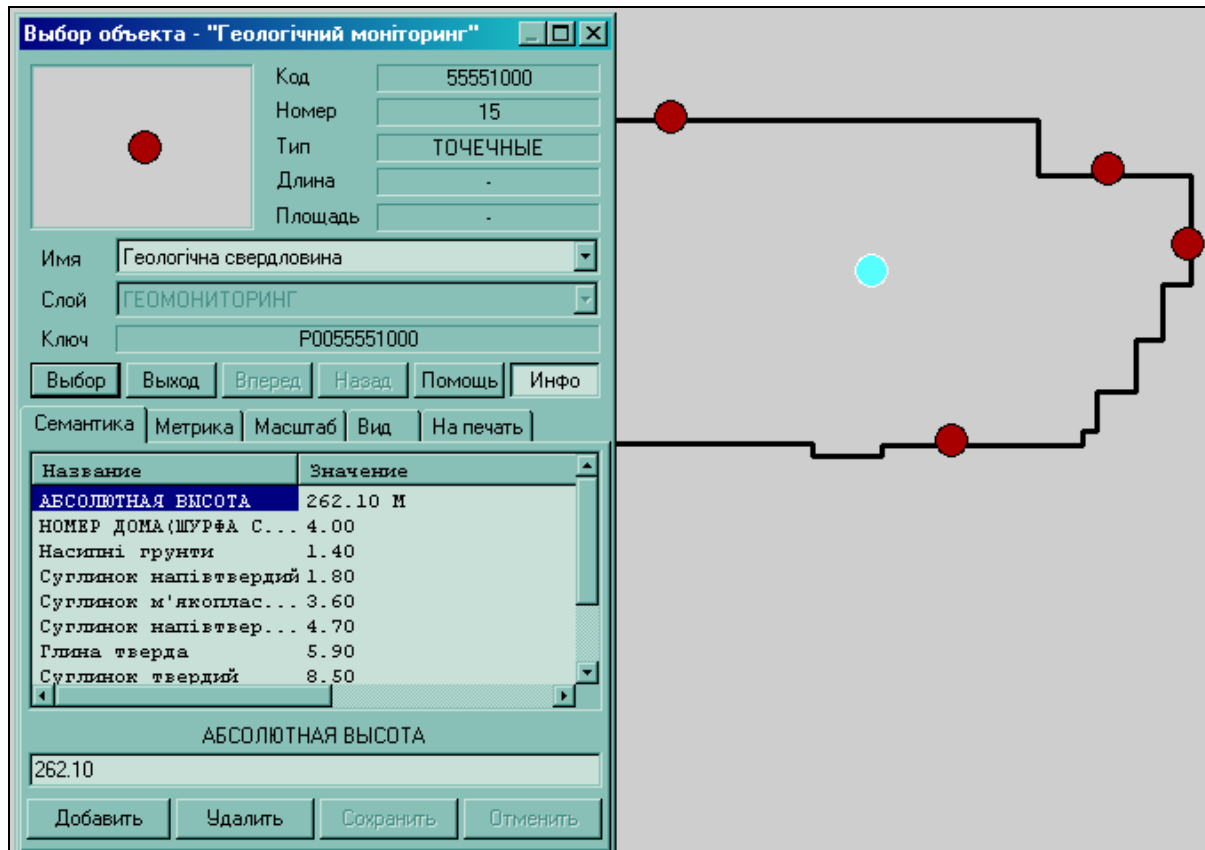


Рисунок 2 – Введення даних по свердловинах (значень семантик карти ГІС)

Задати абсолютні висоти поверхні над кожною свердловиною.

У разі використання російського пакету «ГІС Панорама 9/10» («Карта 2005/2008») (<http://www.gisinfo.ru>) для роботи з ГІС запусити інструмент «Побудова матриці шарів» та підбравши належні параметри (крок, метод інтерполяції даних та інше), побудувати матрицю шарів в усіх точках місцевості на основі даних по дослідних свердловинах.

Скористатись одним із доступних інструментів для дослідження закономірностей будови порід під будівлею, яка будується:

- побудова профілю уздовж заданої лінії, заданого об'єкту чи його ділянки;
- побудова динамічного профілю;
- побудова тривимірної карти місцевості;
- графік потужностей порід у заданій точці;
- значення потужності породи (грунту) у заданій точці;
- порівняння різних матриць шарів (наприклад, до та після дренажних робіт);
- обчислення об'єму;
- обчислення об'єму породи, яку слід виїняти для будови фундаменту будівлі.

На рисунку 3 показано приклад побудованої матриці шарів, вигляд на неї зверху та потужності шарів у заданій точці. На рисунку 4 наведено тривимірне відображення рельєфу та геологічної структури місцевості.

### Висновки

Дістав подальший розвиток метод інтерполювання та візуалізації даних геологічного моніторингу заданої місцевості з використанням геоінформаційних технологій. Системи моніторингу основ споруд, які пропонуються, дозволяють об'єднати і використати у ГІС бази даних різного призначення: географічну, геологічну, екологічну.

Інтерактивний обмін інформацією між базами даних дає можливість уточняти і обновляти параметри, що дозволяє оперативнo впливати на хід будівництва, приймати оптимальні рішення, запобігати у майбутньому екологічним проблемам.

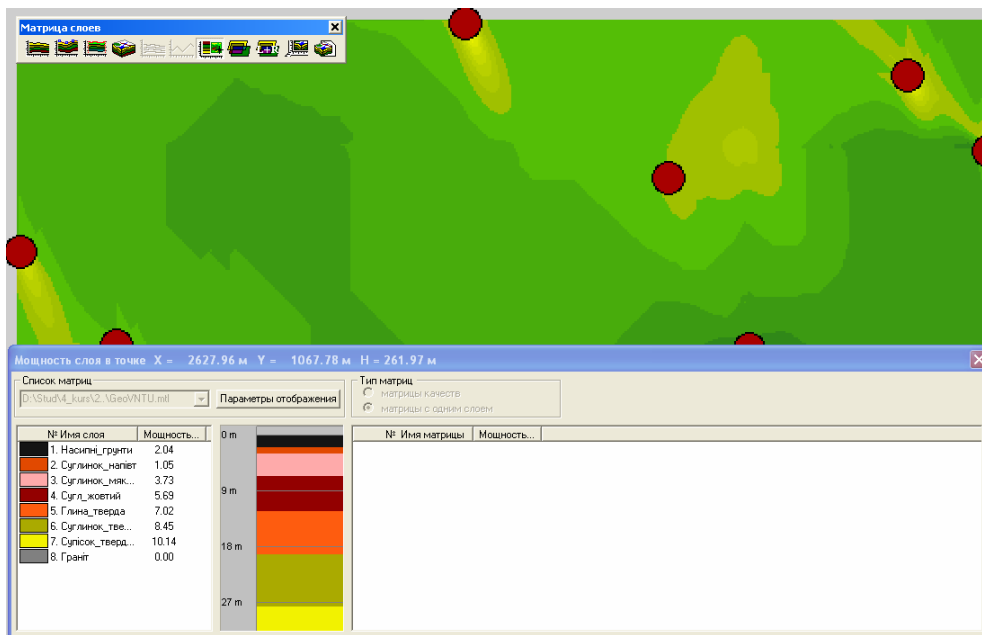


Рисунок 3 – Потужність шарів у заданій точці об'єкта

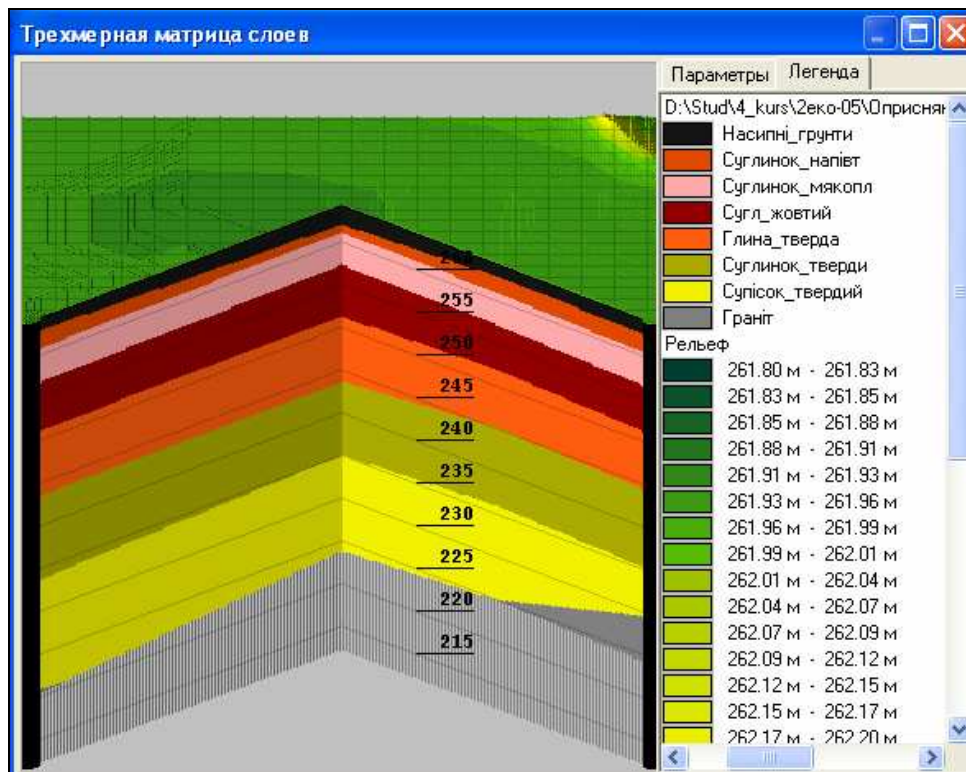


Рисунок 4 – Тривимірне відображення рельєфу та геологічної структури місцевості

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Потапов А.Д., Манько А.В. Методика оптимизации систем геомеханического мониторинга в подземном строительстве // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.– 2006.– №4.
2. Зерцалов М.Г., Потапов А.Д., Манько А.В. Использование информационных систем для геомеханического мониторинга в подземных сооружениях. ОФМГ, №6, - 2008, С. 2-5.