



ОЦІНКА ТЕНДЕНЦІЙ ПРОЯВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ КАРСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДЗЗ (НА ПРИКЛАДІ СТЕБНИЦЬКОГО РОДОВИЩА КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ)

Рассматриваются возможности использования данных ДЗЗ для мониторинга карстовых процессов. Описывается методика определения участков вероятного развития карста на территории Стебникского месторождения калийных солей.

The use possibilities of remote sensing data for karst processes monitoring is considered. The methods of areas identification for possible karst development in Stebnikskyi potassium salt deposit area are described.

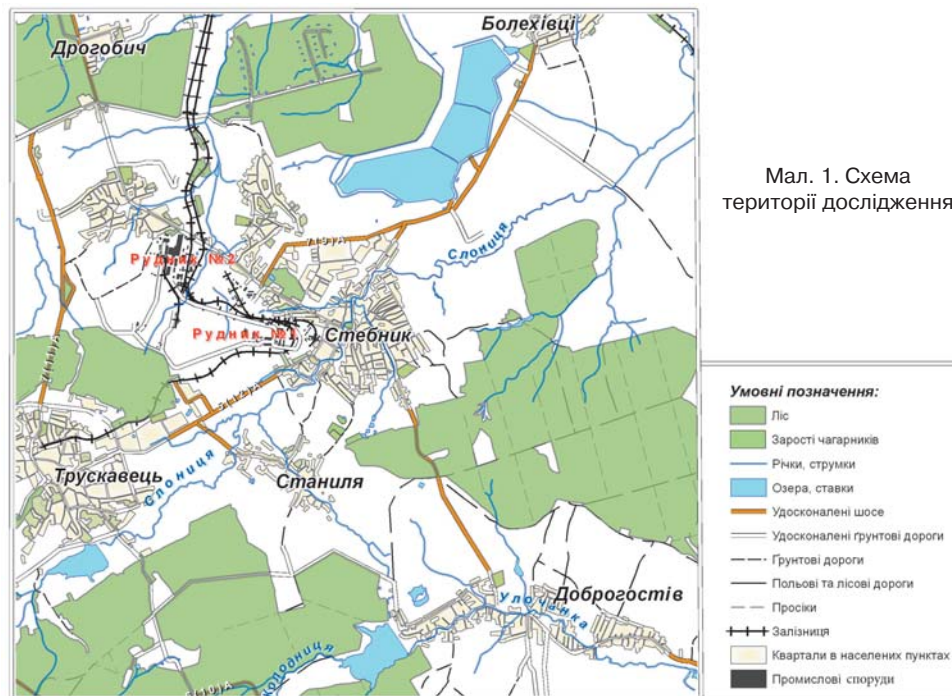
Постановка проблеми. Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю вирішення проблем, які виникли на території відведення Стебницького гірничохімічного підприємства «Полімінерал». Тут упродовж останніх майже тридцяти років в окремих місцях провалюється земна поверхня внаслідок помітної активізації процесів карстоутворення. Якщо перші провалля не перевищували в діаметрі кілька метрів і два-три метри в глибину, то наразі діаметр лійок рідко коли менше за 15 м. Це загрожує не тільки місту Стебник, а й містам Трускавець, Дрогобич, Борислав та ближнім селам. Депресійна лійка зараз прослідковується від краю села Модричі й далі у бік Трускавця та мікрорайону Солець міста Стебника. На території, що примикає до автомагістралі Львів – Трускавець, утворилися 5 карстових провалів і тріщини завширшки до метра. Вони загрожують руйнацією автодороги, лінії електропередач та магістрального водогону «Гірне – Дрогобич», що простягаються в безпосередній близькості від аварійної зони.

Мета дослідження – оцінка можливостей використання космічних знімків у дослідженнях карстових явищ. Основними **завданнями дослідження** було:

1. Створення дистанційної основи з використанням космічних знімків за різні періоди.
2. Комплексний аналіз наявних матеріалів та оцінка характеру карстових процесів.
3. Дешифрування матеріалів ДЗЗ, лінеаментний аналіз та геодинамічне районування зони лиха.
4. Оцінювання тенденцій потенційного розвитку карсту.

Місцевість, де розташоване Стебницьке родовище

калійних солей, характеризується пагорбкуватим рельєфом з абсолютними відмітками +290 – 460 м. Власне територія гірничого відведення – це поле з урізами невеликих річкових долин та ярочно-балкової мережі. До цього поля з північного сходу примикає м. Стебник, а з південного заходу – Трускавецький ліс. Невелика р. Вишниця і тимчасові струмки є притоками р. Тисьмениці, яка впадає у Дністер (мал. 1).



Мал. 1. Схема території дослідження

Техногенні зміни рельєфу полягають в утворенні карстових лійок та провалів у межах депресійної зони, яка виникла в результаті відкачування підземних вод з гірничих виробок. Лійка депресії площею близько 1 км² охоплює всю територію гірничого відведення та його фланги.

У геологічному відношенні родовище розташоване у внутрішній зоні Передкарпатського прогину, яка характеризується складною тектонічною будовою і поділяється на дві підзони:

- глибинних складок (Покутсько-Бориславська підзона);



- Стебницький синклінорій (Самборська підзона).

Гідрогеологічні умови території дослідження складні: наявні підземні води в четвертинних відкладах, у породах кори вивітрювання, а також водонепроникні незмінні (нормально-седиментаційні) соленосні відклади. Живлення підземних вод четвертинних відкладів здійснюється за рахунок атмосферних опадів та поверхневих вод. Області живлення та поширення вод збігаються. Підземний стік спрямований у бік врізання яружно-балкової та річкової мереж. У долині р. Вишніці та її притоків зафіксовано постійні підземні водотоки. Підземні води у породах кори вивітрювання також поповнюються завдяки атмосферним опадам та поверхневим водотокам. Напрямок стоку визначається в основному положенням водорозділу, що проходить територією.

Характер підземного стоку у верхній і середній частинах розрізу кори вивітрювання залежить від глибини врізування яружно-балкової та гідрографічної мереж, а також простягання порід. Підземні води з гіпсометрично підвищених ділянок надходять у закарстовані породи, що сформувалися над калійними покладами, і направляються в долини річок. Унаслідок такого руху підземних вод поверхня соляного дзеркала заглиблюється, особливо вздовж контактів з покладами солей.

Методично дослідження включало:

- комплексний аналіз результатів попередніх досліджень;
- аналіз наявних матеріалів ДЗЗ та створення тематичних векторних шарів;
- дешифрування знімків і лінеаментний аналіз;
- прогнозування напрямків розвитку карсту.

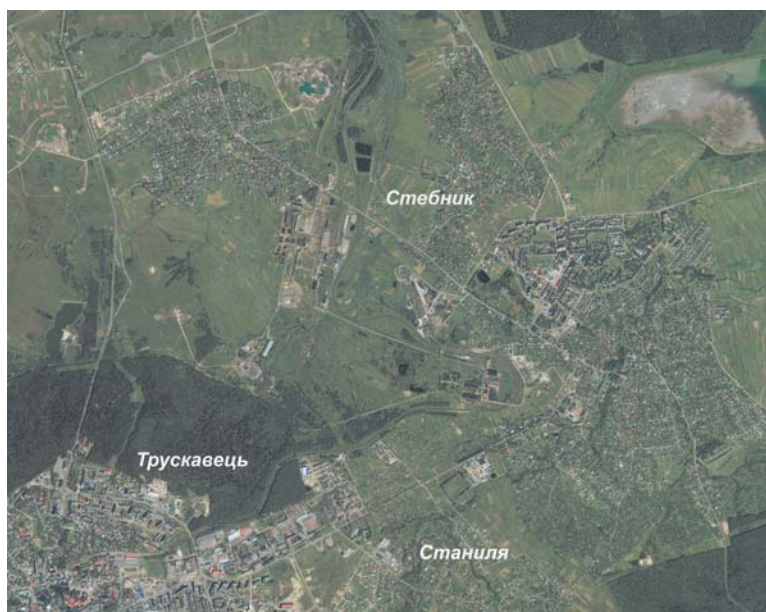
Для виявлення тенденцій прояву карстових процесів супутниковими методами необхідно було вибрати такі космічні знімки, які б відповідали певним вимогам:

- під час знімань територія повинна бути не захмарена і без туману;
- просторова і спектральна роздільна здатність має відповідати завданням досліджень;
- кут зйомки сканера має бути наближений до 90°.

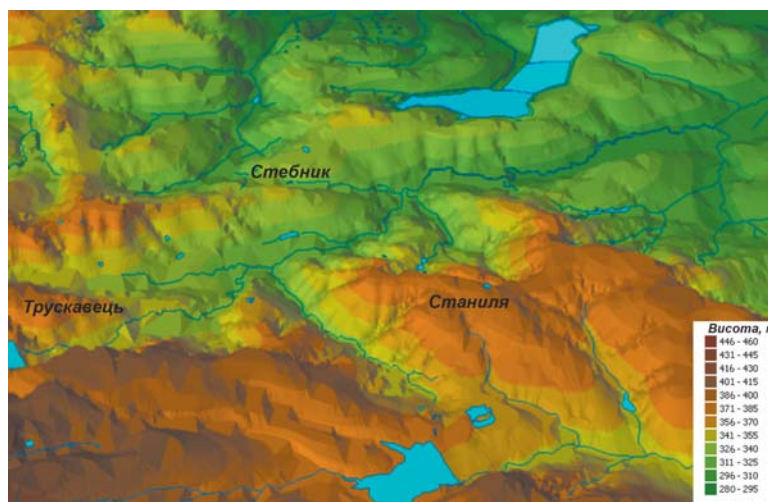
Цим вимогам відповідають знімки з таких космічних апаратів: КФА-1000 (1985 р.), Landsat (2000 р.), Aster (2003 р.), IRS (2005 р.), QuickBird (2007 р.). Найбільш інформативним серед них є знімок з КА QuickBird (мал. 2). Зображення були оброблені за допомогою програмного забезпечення ERDAS Imagine.

Лінеamenti дешифрували з використанням геоіндикаторів. За ГІС-технологією було створено векторні шари різних тематичних карт та побудовано цифрову модель рельєфу (мал. 3). Потім проаналізували можливості окремих факторів у карстоутворенні. При цьому використали такі матеріали геологічних фондів: геологічна і неотектонічна карти, схема осідань та карстопроявів.

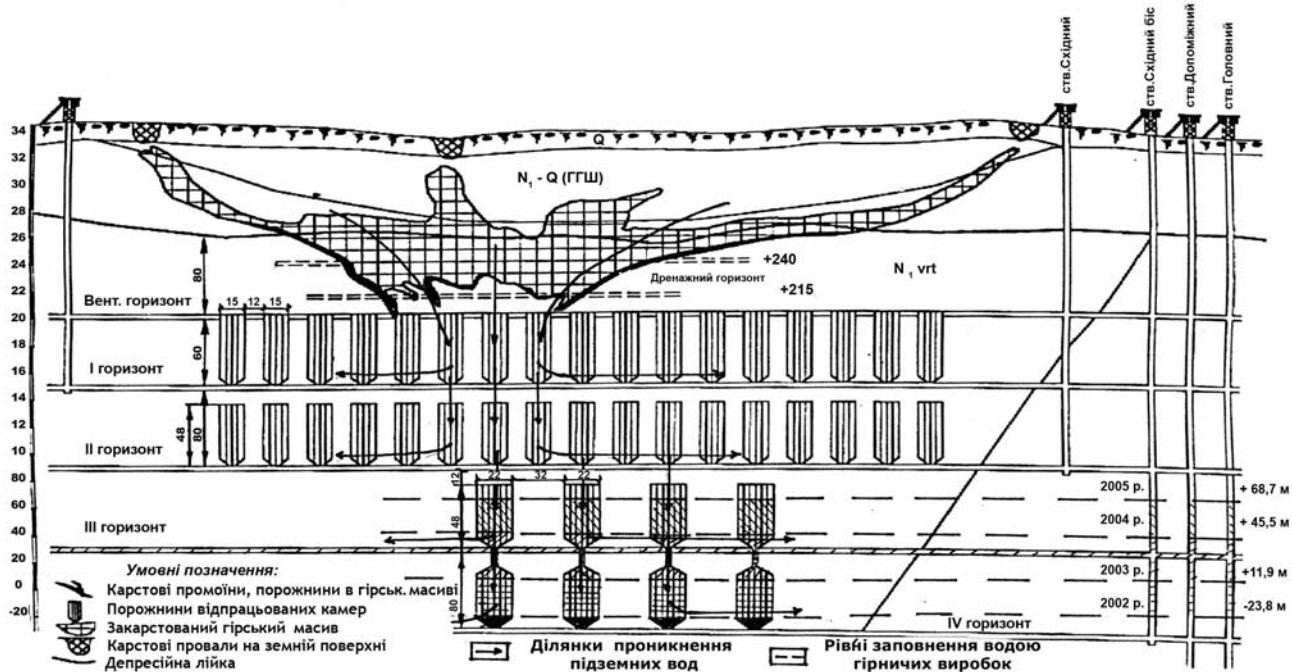
Одержані результати. Дослідження Е. Д. Кузьменка дозволили встановити, що найбільш водонепроникні породи формуються над калійними покладами, які представлені різними породами і містять прошарки та включення галіту, ангідриту й інших мінералів. У результаті дії гіпергенних процесів відбувається вибіркове вилуговування мінералів та формування карсту. Схему розвитку карстових явищ на одному з рудників передає мал. 4.



Мал. 2. Фрагмент космічного знімка QuickBird



Мал. 3. Тривимірна модель рельєфу



Мал. 4. Схема розвитку карстових явищ на шахтному полі рудника № 2

Лінеаментний аналіз включав дешифрування лінеаментів та встановлення закономірностей у їх розподілі. При складанні схеми лінеаментів використовувалися різні геоіндикатори: прямолінійні межі ділянок різного фототону або кольору, спрямлені елементи ландшафту і т. д. Для точнішого визначення протяжність таких елементів має бути не менше 5 мм у масштабі зображення.

При аналізі картини розподілу лінеаментів (мал. 5) насамперед кидається в очі їх просторова орієнтація. Це свідчить, що їх утворення не пов'язане з локальними причинами. Тому дані лінеа-

менти розглядаються як індикатори планетарної тріщинуватості. Остання в свою чергу є каркасом для формування лінійних структур, спричиненого регіональними факторами, зокрема впливом складчастих Карпат.

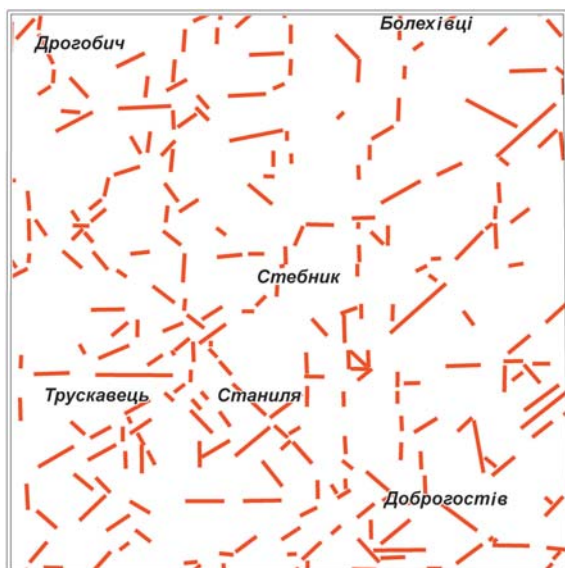
Віддешифровані лінійні структури різних напрямів розділяють досліджувану територію на окремі блоки. Для їх виділення використали метод геодинамічного районування, який дозволяє встановити блокову структуру земної кори, визначити зони ризику в місцях активних розломів, тектонічно напружені зони, зони проникності й розробити на цій підставі рекомендації для проектування, будівництва та експлуатації об'єктів нафтогазової та гірничохімічної промисловості, енергетики, транспорту і т. д.

Геоіндикаторами блоків, що характеризують їх цілісність, є: гіпсометричний рівень поверхні; єдиний тип річкової мережі, меандрування, характер та глибина ерозійного врізу; подібний фототон зображення, зумовлений однаковою вологістю та єдиним природно-територіальним комплексом, що тут сформувався.

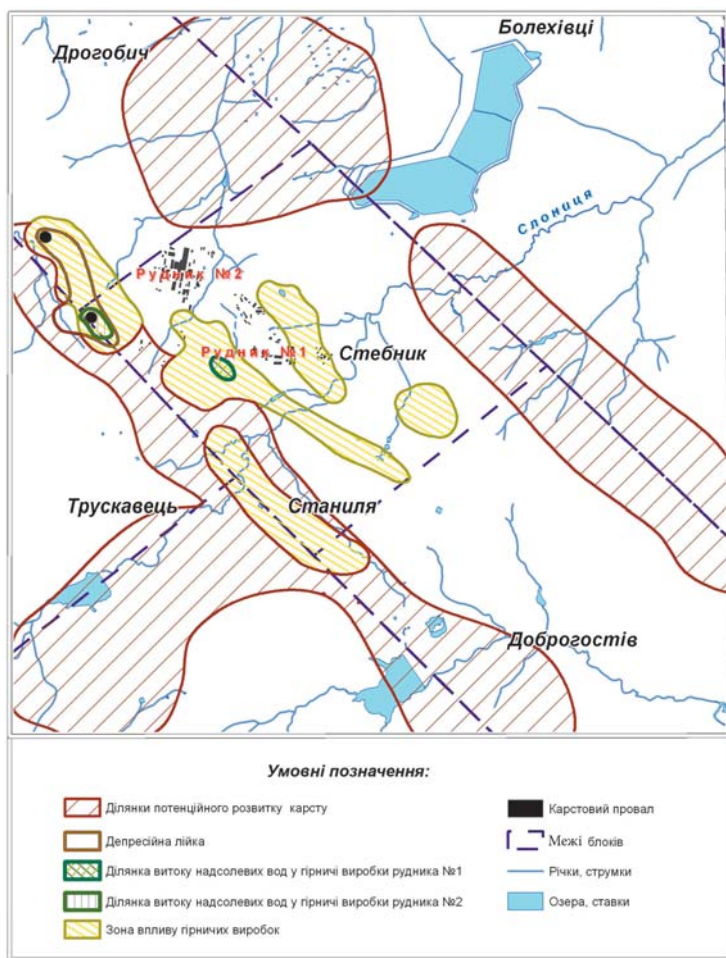
У межах Стебницького родовища калійних солей виділено сім блоків. Зіставлення схем лінеаментів і виділених блоків зі схемою осідань та карстопроявів показує, що процеси карстоутворення найхарактерніші для міжблокових зон і вузлів перетину різноорієнтованих лінеаментів. Це дозволило виділити в межах даної території нові ділянки можливого виникнення карстових осідань (мал. 6).

Основними результатами виконаної роботи є:

- комплексний аналіз матеріалів попередніх досліджень, що дало змогу встановити особливості



Мал. 5. Схема лінеаментів



Мал. 6. Схема ділянок потенційного розвитку карстових процесів

карстових процесів;

- створення дистанційної основи території дослідження;
- створення тривимірної (3D) моделі;
- створення схеми основних лінементів;
- геодинамічне районування;
- визначення ділянок потенційного розвитку карстових явищ.

Таким чином, техногенна дія на геологічне середовище Стебницького родовища солей така ж, яка загалом характерна для підприємств гірничохімічної галузі. Тут спостерігаються такі негативні процеси:

- осідання земної поверхні;
- забруднення поверхневих і підземних вод хвостосховищами;
- прориви вод у рудники.

На території рудника за космічними знімками виявлено карстові лійки, а в окремих місцях карстові провалля. Поверхня просідає внаслідок добування природних розсолів. Довкілля забруднюється відходами виробництва, які складаються безпосередньо на поверхні або у хвостосховищах. Все частіше бувають раптові прориви вод у рудник, часткове затоплення гірничих виробок, активізуються карстово-суфозійні процеси і просадочні явища.

Проведені дослідження на території Стебницького родовища калійних солей показали, що дані ДЗЗ можуть ефективно використовуватися для оцінки прояву небезпечних карстових процесів.

Надійшла 02.09.09