

ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНЕЛЕМЕНТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ

Актуальність теми дослідження - враховуючи великий вплив параметрів, що характеризують стан, будову і склад масиву природного каменю, на всі подальші процеси ведення гірничих робіт, дуже важливе значення має одержання достовірної попередньої інформації про ці характеристики масиву. Вибір способу підготовки порід до виймання, обґрунтування основних технологічних параметрів для видобування блоків з природного каменю переважно ґрунтуються на інформації про тріщинуватість масиву. При цьому особливу увагу звертають на: щільність тріщин, закономірність їх розвитку в масиві та значення кутових елементів їх залягання. Кількісні показники, що характеризують тріщинуватість масиву, повинні забезпечувати достовірну інформацію про порушення масиву тріщинами та характеризувати їх динаміку.

Отже, однією з поширених та головних задач, яку необхідно вирішувати при проведенні інженерно-геологічних досліджень є аналіз тріщинуватості масивів.

Для виконання автоматизованого лінеаментного аналізу за допомогою спеціальних програм, була розроблена методика що складається з п'яти послідовних кроків:

- 1) Першим кроком є вибір відповідної смуги Landsat 8 для автоматичного вилучення лінійних елементів і геопросторового аналізу.
- 2) Другий крок полягає у застосуванні деяких способів обробки зображень (побудова рельєфу зображення).
- 3) Третій крок залежить від методів вилучення лінеаментів за допомогою достатніх значень параметрів програмного забезпечення PCI Geomatica (модуль LINE).
- 4) Четвертий крок полягає у оцінці лінеаментного поля, шляхом геопросторового аналізу (побудова карти щільності та рози-діаграми)
- 5) П'ятий крок включає в себе аналіз отриманих результатів, що полягає у з'ясуванні зв'язку орієнтації лінеаментів з їх довжиною, та як залежать параметри лінеаментів (довжина та напрямок) від масштабу знімка досліджуваної території.

В якості вхідних даних використовувалися знімки, отримані 9 вересня 2017 року зі супутника Landsat 8 з мінімальною хмарністю (рис 4.).

Для оцінки параметрів тектонічних процесів досліджуваного району був обраний восьмий панхроматичний канал з роздільною здатністю 15м/піксель.

За допомогою програми ERDAS IMAGINE була вирізана область дослідження в межах знаходження корнинського родовища гранітів, а також за допомогою спеціальної функції (Relief Painted) побудовано рельєф даного району.

Процес автоматичного вилучення лінеамента здійснювався за допомогою модуля LINE PCI Geomatica на основі алгоритмів автоматичного виявлення. Кількість та довжини витягнутих лінеаментів залежать від значень вхідних параметрів, які потрібно ввести в програмі PCI Geomatica. Алгоритм цього модуля складається з трьох стадій: виявлення країв, визначення порогу, витягування кривої. Модуль LINE вилучає лінеаменти з зображення та перетворює ці лінійні функції у векторну форму, використовуючи шість необов'язкових параметрів (RADI, GTHR, LTNR, FTNR, ATNR та DTHR).

Для виконання поставлених задач дешифрування лінеаментів проводили в трьох різних масштабах (1:107143, 1:53571, 1:26786).

Після автоматичного вилучення лінійних матеріалів було створено карту щільності лінеаментів, щоб показати кількість лінеаментів на одиницю площі, що полегшує ідентифікацію регіонів з високою щільністю ліній, а також областей, де відсутні лінеаменти. В цьому дослідженні щільність лінійних елементів створюється за допомогою інструмента просторового аналітика в програмі ArcMap 10.4.1 шляхом підрахунку ліній цифровим способом на одиницю площі (кількість/км²).

Лінеаменти мають просторові варіації в напрямку, частоті та довжині. Напрямок аналізується за допомогою рози-діаграми, які представляють кількість лінеаментів у межах кутових класів через кожні 15°. Рози-діаграми побудовані на основі автоматично розрахованих параметрів видобутих лінійних елементів в програмному забезпеченні RockWorks 16. Довжина пелюсток пропорційна квадрату відносної частоти для забезпечення однакової гістограми площі.

Візуально оцінюючи побудовані рози-діаграми можна спостерігати два переважаючих напрямки лінеаментів: північно-західний і південно-східний.

Аналіз отриманих результатів полягав у визначенні залежності орієнтації лінеаментів від їх довжини при різних масштабах.

Довжина та напрямок лінеаментів були автоматично розраховані в програмі RockWorks 16 виходячи із відомих координат початку та кінця лінії, які були спочатку розраховані в програмі ArcMap.

Для встановлення зв'язку напрямку від довжини числовим способом було розраховано коефіцієнт кореляції та встановлено рівняння регресії окремо для кожного масштабу, які представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Числова залежність напрямку лінементів від їх довжини

Масштаб зображення	Коефіцієнт кореляції	Рівняння регресії
1:26786	-0,0426575	$y = -0,2645x + 829,11$
1:53571	-0,129963665	$y = 1613,3e^{-1E-03x}$
1:107143	-0,325035	$y = -5,3811x + 3892$

Порівнюючи графіки та коефіцієнт кореляції залежності майже не спостерігається, але при збільшенні масштабу вона зростає.

Також була встановлена залежність між масштабом знімка та основними параметрами лінементів. Дані для встановлення залежності та отриманий результат представлені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Характеристика залежності орієнтації лінементів від масштабу знімка

Коефіцієнт масштабування	Напрямок лінементів, (α_{cp})	Коефіцієнт кореляції	Функція залежності	Дисперсія, (D)	Коефіцієнт кореляції	Функція залежності
0,5	185,41	0,8202	Поліноміальна $y = -25,993x^2 + 80,67x + 151,57$	7331,13	-0,5172	Поліноміальна $y = 260,77x^2 - 729,03x + 7630,5$
1	206,25			7162,19		
2	208,94			7215,46		

За допомогою побудованих графік, які представлені відповідними рівняннями регресії можна спрогнозувати як будуть змінюватись параметри лінементів, що не мало важливо при виборі масштабу району дослідження, а також якщо потрібно задати конкретні параметри вихідних лінементів.

Висновки

1. На основі проаналізованої літератури розроблено класифікацію методів безконтактної оцінки геоструктурних показників якості корисної копалини до якої було включено метод дистанційного зондування Землі із космосу.

2. Розроблено методику виконання лінементного аналізу на базі супутникових знімків Landsat 8 при використанні такого програмного забезпечення як: ERDAS IMAGINE, PCI Geomatica, ArcMap, RockWorks.

3. Виконано лінементний аналіз на території Житомирської області в районі розташування Корнинського родовища гранітів та визначені орієнтаційні характеристики та довжини виявлених лінійних елементів.

4. З'ясовано незначне лінійне збільшення залежності між орієнтацією та довжиною лінементів при збільшенні масштабу знімка.

5. Встановлено залежність між орієнтацією лінементів та масштабом знімка і вигляді поліноміальної функції $y = -25,993x^2 + 80,67x + 151,57$ та залежність довжини від масштабу знімка у вигляді степеневої функції $y = 1515,7x^{-0,952}$