

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ

О.Я.Кравець, Р.М.Рудий

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42183

e-mail: public@nung.edu.ua

Приведены результаты цифрового моделирования рельефа, построения карт крутизны и экспозиции склонов, морфометрических карт, предложено использовать методы моделирования при строительстве и эксплуатации магистральных газопроводов, мониторинге состояния окружающей среды, управлении природными ресурсами.

The results of digital modeling of a relief, construction of maps of a steepness and exposition of slopes, morphometrical maps are presented, it is offered to use the methods of modeling at construction and operation of objects of oil and gas complex, monitoring of the condition of surroundings, management of nature recourses.

Спорудження магістральних газопроводів в складних гірських умовах вимагає підвищеної точності геодезичного забезпечення вишуквальних і будівельних робіт. Важливим питанням є вибір напрямку траси. Зсувні ділянки треба обійти, тому що будівництво на них призводить до великих витрат на забезпечення надійності роботи трубопроводів, збільшує ступінь ризику.

Рельєф земної поверхні спричиняє багато небезпечних гідрометеорологічних явищ, а такі природні явища як селі, снігові лавини, зсуви спричиняють виникнення чи створення нових форм рельєфу. Рельєф сприяє міграції компонентів-забруднювачів, розливів нафти, бурових розчинів та інших речовин з вмістом політантів.

В сучасних умовах задачі проектування та експлуатації об'єктів нафтогазового комплексу повинні розв'язуватись на основі ГІС-технологій, серцевиною яких є цифрові моделі рельєфу [1].

За даними електронної карти масштабу 1:200000 з використанням пакету програм Surfer було розроблено цифрові моделі рельєфу Івано-Франківської області і окремих її частин. При створенні ЦМР було використано близько 1,5 млн. вихідних точок [2].

Моделювання виконувалось лінійним варіантом універсального крайінга, який дає найкращі результати. Всі вихідні точки моделі знаходяться на горизонталях. Оцінка точності моделювання виконана візуально за зображеннями вихідних і відтворених за ЦМ4Р ізоліній. Точність відтворення залежить від розміру ґрид-сітки, який змінювався від 10×10 м до 100×100 м. На рисунку 1 зображено відтворені горизонталі гірського рельєфу в Яремчанському районі.

Результати моделювання показують, що навіть при розмірі ґрид-сітки 100×100 м відхилення зображення горизонталей від вихідних не перевищує 1/3 перерізу рельєфу, що підтверджує високу точність апроксимації рельєфу.

На основі цифрової моделі рельєфу створено карти крутизни і експозиції схилів. Ці карти наочно демонструють можливості цифрових

моделей рельєфу і їх похідних як об'єктивних джерел інформації про рельєф, необхідної для вирішення геоморфологічних, гідрологічних і сільськогосподарських завдань.

Цифрова модель рельєфу надає багатосторонню кількісну характеристику рельєфу, а саме розподіл території за величиною кутів нахилів схилів, експозиції схилів, визначення об'ємів гірських порід, значення середніх ухилів для певної території. Такі визначення були виконані для області в цілому і для окремих її частин.

З крутизною і експозицією схилів пов'язані такі небезпечні явища як снігові лавини і зсуви. Сніг зі схилів гір під дією сили тяжіння за певних умов осипається, долаючи сили тертя. Лавини захоплюють з собою каміння, дерева, щербинь і виносять на дно долини. Великі лавини мають значну руйнівну силу і завдають значні збитки, знищуючи будівлі, дороги, трубопроводи, мости. Часто лавини призводять до людських жертв.

Виникнення снігових лавин і характер їх руху залежать від багатьох геоморфологічних, геоботанічних, гідрологічних і метеорологічних чинників. Вплив експозиції схилів виражається в тому, що південні схили краще прогриваються і сніг раніше починає танути, зменшуючи сили зчеплення, що затримують сніг. Вночі при зниженні температури утворюється наст, по якому свіжий сніг легко скочується вниз. Впливає на лавинний процес і вітровий режим.

Іншим важливим фактором є висота і крутизна схилів, розчленованість рельєфу. Важливими є також геоботанічні фактори і господарська діяльність, яка призводить до знеліснення схилів, що приводить до інтенсифікації лавинних процесів.

Прогнозування лавин і селів останнім часом в зв'язку з освоєнням гірських районів Карпат, розвитком туризму, гірськолижного спорту набуває важливого значення. Цифрові моделі рельєфу можуть відіграти при цьому важливу роль. Вони надають наочну і докладну інформацію про лавинонебезпечні райони. До них належать переважно знеліснені схили із значними кутами нахилу. В Карпатах такими є Гор-

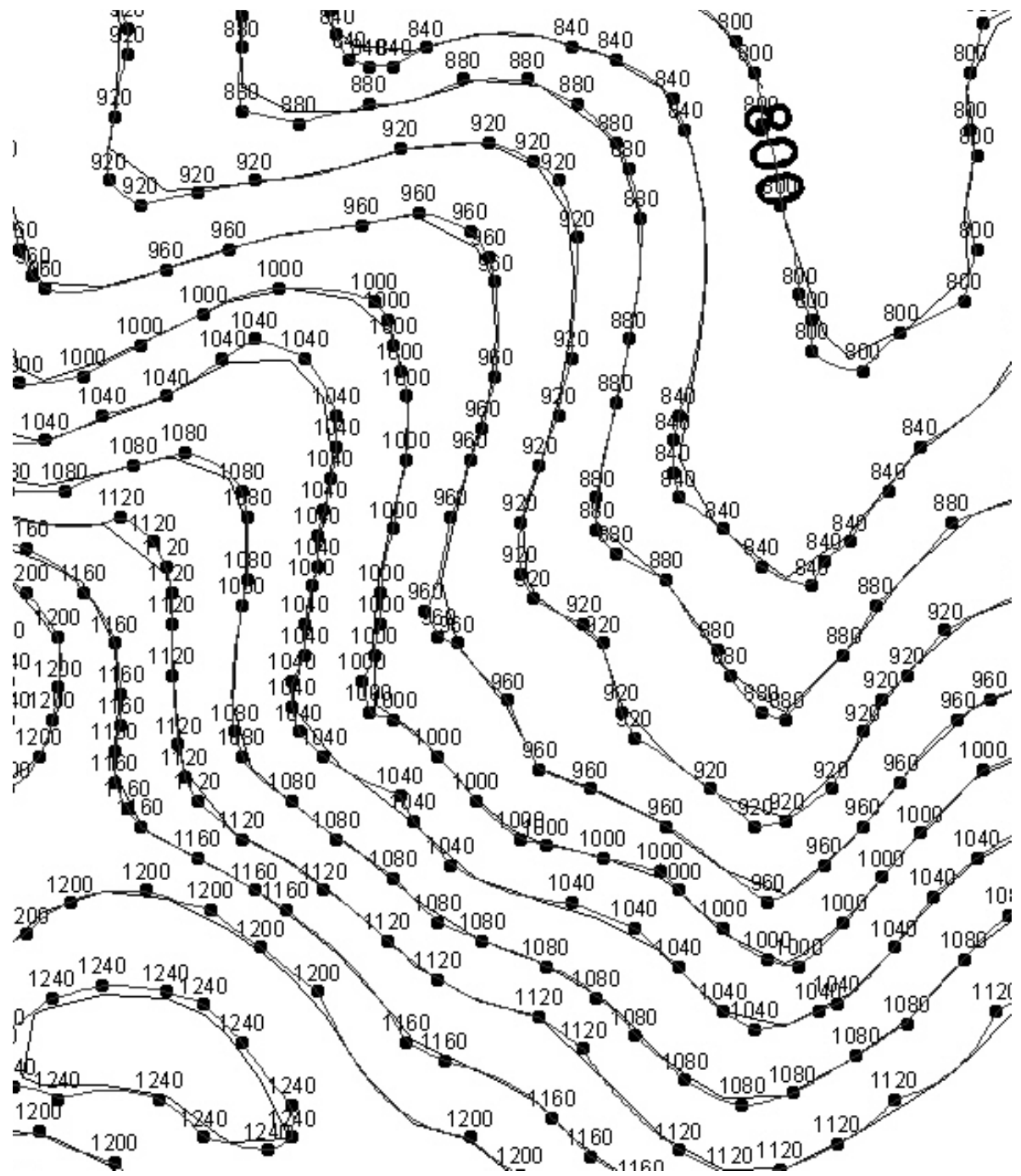


Рисунок 1 — Відтворення горизонталей при розмірах грид-сітки 15×15 і 100×100 м

гани (гори Менгил, Озерна) з крутизною схилів 30°-35°, гори Стримба, Горб, Грофа, Сивуля з крутизною схилів 35°-40° та інші. На рисунку 2 зображено район Карпат з виділеними чорним кольором лавинонебезпечними ділянками з крутизною схилів більше 35°. Цей рисунок демонструє можливості цифрових моделей рельєфу в прогнозуванні лавинних процесів.

Карти експозиції схилів дають можливість візуалізувати структурні або орографічні лінії рельєфу, тому що на цих лініях різко змінюється експозиція схилів. Вибираючи оптимальну щільність ізолій рівних експозицій, можна досягнути необхідної детальності і щільності зображення орографічних ліній, як це зображе-

но на рисунку 3. Визначення координат точок на структурних лініях за ЦМР не є складним і виконується в напівавтоматичному режимі. Можна говорити про новий метод напівавтоматичного визначення структурних ліній рельєфу за цифровою моделлю рельєфу. На рисунку 4 зображено тривимірну модель рельєфу.

Цифрова модель рельєфу дає можливість створювати морфометричні карти рельєфу. При створенні таких карт визначається щільність розчленування рельєфу, глибина розчленування, віддалі до орографічних ліній. За ЦМР розроблено алгоритм побудови морфометричних і морфографічних карт, який полягає в такому [3]:

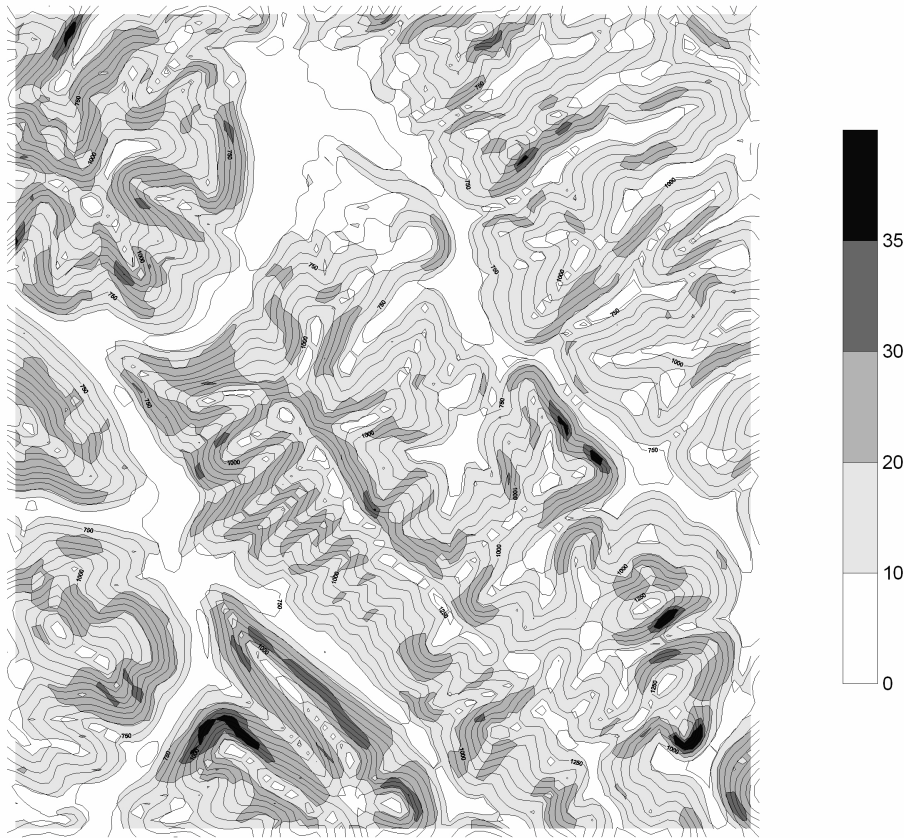


Рисунок 2 – Карта крутизни схилів

– за ЦМР створюється карта експозицій схилів, яка візуалізує структурні лінії рельєфу;

– визначаються координати точок на структурних лініях і формуються масиви координат точок на лініях позитивних і негативних форм рельєфу, тобто вододільних лініях X_B, Y_B, Z_B і лініях гідрографічної мережі, включаючи сухі водостоки X_I, Y_I, Z_I ;

– для кожної точки ґрид-моделі з координатами X, Y, Z обчислюються віддалі до всіх точок на структурних лініях за формулами:

$$L_B = \sqrt{(X - X_B)^2 + (Y - Y_B)^2 + (Z - Z_B)^2},$$

$$L_I = \sqrt{(X - X_I)^2 + (Y - Y_I)^2 + (Z - Z_I)^2};$$

– вибираються найменші віддалі до вододілів $L_{B\min}$ і до гідрографічної мережі $L_{I\min}$, визначається сума цих віддалей $L_{\min} = L_{B\min} + L_{I\min}$; формуються масиви мінімальних віддалей і їх сум;

– за значеннями мінімальних віддалей $L_{B\min}$ створюються карти довжин стоку або віддалей до вододілів; за значеннями $L_{I\min}$ – карти віддалей до гідрографічної мережі; за значеннями L_{\min} – карти довжин схилів;

– за координатами точок на вододільних лініях X_B, Y_B, Z_B створюються карти вершинного рельєфу, а за координатами точок на структурних лініях негативних форм рельєфу X_I, Y_I, Z_I – карти ізобазит, які у відповідності з класифікацією Хортоня можуть бути різних порядків;

– за різницями висот карт вершинного рельєфу і топографічної поверхні $H_B - H$ створюється карта глибини розчленування рельєфу, а за різницями висот топографічної поверхні і базисних поверхонь $H - H_I$ створюються карти залишкового рельєфу, причому визначається об'єм гірських порід, які лежать вище базисних поверхонь; аналогічно створюються карти різниць вершинних і базисних поверхонь різних порядків;

– для кожної точки гідрографічної мережі за координатами сусідніх точок визначають ухили i , за якими створюють карти ухилів гідромережі.

Морфометричні карти створюються в межах басейнів рік або річкових систем.

За запропонованим алгоритмом розроблено програму мовою Object Pascal в середовищі Borland Delphi і створено карти басейну ріки Бистриця Солотвинська для поста Гута.

Розроблені на основі цифрової моделі рельєфу карти крутизни і експозиції схилів, морфометричні карти можуть бути використані як складові геоінформаційних систем при проектуванні і експлуатації нафтових і газових трубопроводних мереж, моніторингу стану навколишнього середовища, управління природними ресурсами.

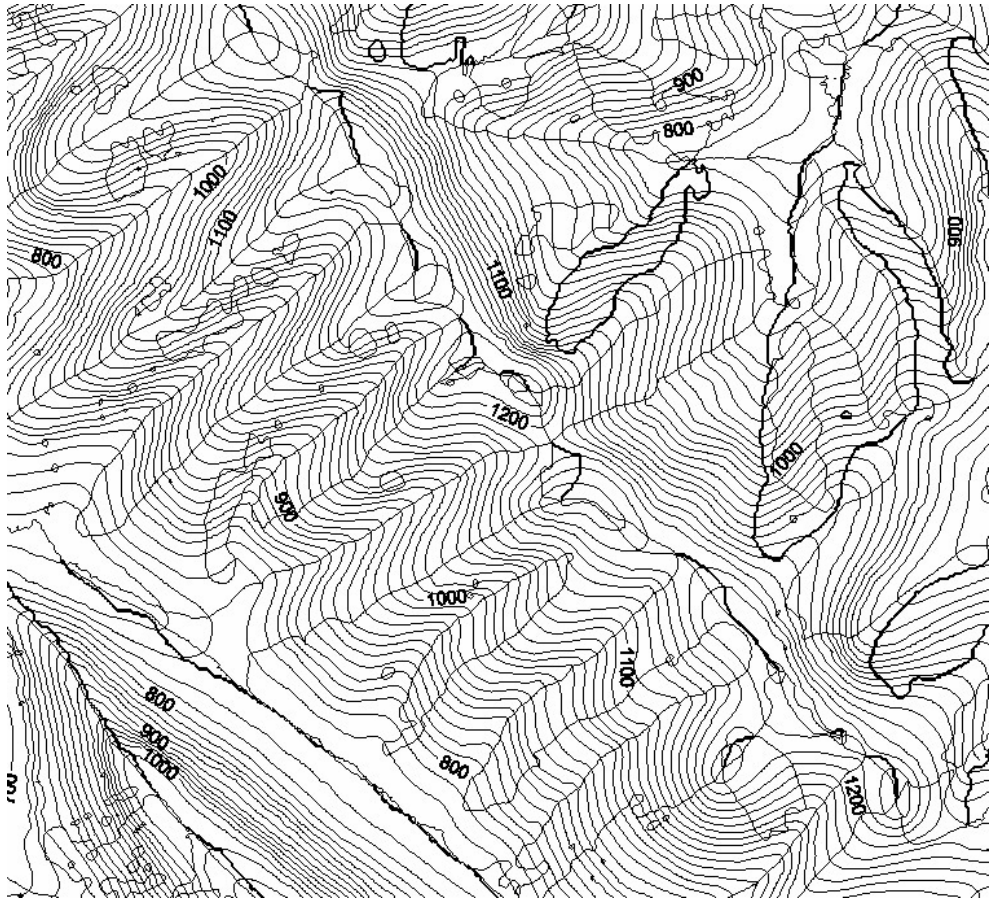


Рисунок 3 – Карта рельєфу з візуалізованими структурними лініями

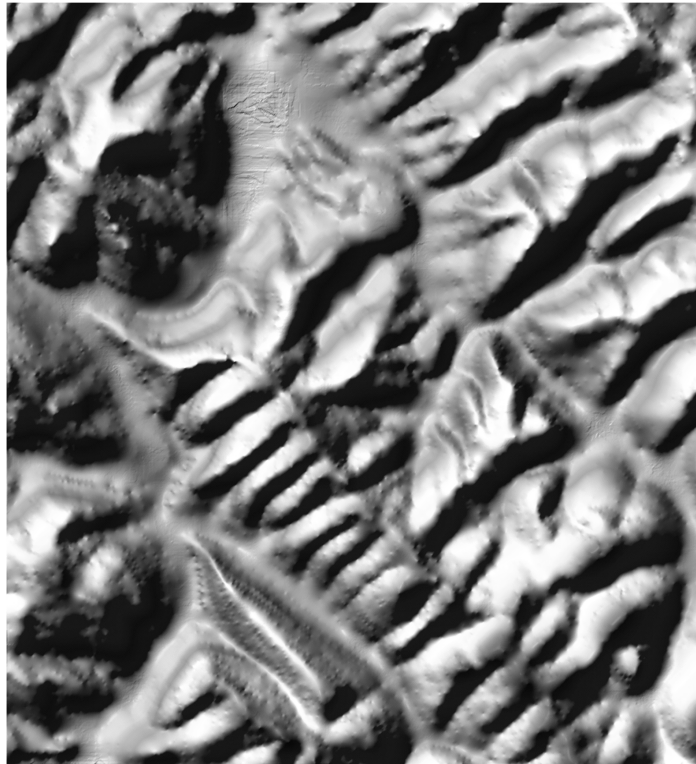


Рисунок 4 – Тривимірна цифрова модель рельєфу

Література

1 Бурштинська Х.В., Заяць О.С. Дослідження точності побудови цифрових моделей рельєфу на основі картометричних даних // Вісник геодезії та картографії. – 2002. – №2. – С. 26-32.

2 Карпінський Ю.О., Лященко А.А. Орографічно-триангуляційна цифрова модель рельєфу // Вісник геодезії та картографії. – 2000. – №3. – С.28-33.

3 Рудий Р.М., Кравець О.Я., Кравець Я.С. Визначення морфометричних характеристик рельєфу для класифікації сільськогосподарських угідь. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів: Ліга-Прес. – 2005. – С.362-366.