

Застосування методу фотограмметричного опрацювання РЕМ-стереопар для досліджень мікроповерхонь геологічних об'єктів та ґрунтів

Іванчук Олег

Національний університет
«Львівська політехніка»

Application of the method of photogrammetrical operation of REM stereo pairs for investigation of microsurface of geological objects and soils

Abstract

The results of application of REM stereophotogrammetric method for determination of spatial coordinates of points of microsurface of loessial soil using their REM images, which were obtained on REM "Hitachi" S800 with magnification 1000^x and 3000^x are shown. When magnification (scale) of REM mage is $M=1000^x$, the accuracy of the method is: $m_{X,Y} = 0,06 - 0,1$ mkm, $m_{Z(h)} = 0,7 - 1,2$ mkm and when $M = 3000^x$ then $m_{X,Y} = 0,02 - 0,05$ mkm, $m_{Z(h)} = 0,3 - 0,6$ mkm. The examples of application of program SURFER for graphical interpretation of microrelief of surface of loessial soils as microplans with contour lines, profile lines and axonometrical projections.

Розроблений метод отримання та оперативного фотограмметричного опрацювання РЕМ-знімків (Іванчук, 1998) отримав практичне застосування при дослідженнях лесових ґрунтів, зразки яких були підготовлені та отримані РЕМ-зображення їх поверхонь на РЕМ "Хітачі" С800 (Японія) в МДУ ім.М.В.Ломоносова (Москва) професором, д.г.-м.н. Соколовим В.М. (рис.1). РЕМ-знімки отримані при декількох фіксованих збільшеннях РЕМ від 100^x до 3000^x, а при $M_{РЕМ}=1000^x$ і $M_{РЕМ}=3000^x$ ще й під різними кутами нахилу гоніометричного столика α від 0° до 10° з фіксованими значеннями 4°, 6°, 8°, 10°. Отримання РЕМ-знімків мікроповерхні ґрунту при різних кутах нахилу необхідне було нам для експериментального підтвердження точності даного методу і коректності його формул, що власне і показала подальша кількісна обробка різноваріантних стереопар тестового зразка мікроповерхні лесового ґрунту.

В даній роботі перед нами було поставлено завдання отримати просторові координати мікроповерхні лесового ґрунту, які б максимально повно відобразили його структуру, характер і кількісні характеристики з точністю в плані $m_{X,Y} \approx 0,1 \div 0,2$ мкм та по висоті $m_{Z(h)} \approx 0,5 \div 1,0$ мкм. Ця необхідна дослідникам точність просторових параметрів мікроповерхні лесового ґрунту була нами експериментально досягнута. Зокрема при збільшенні $M=1000^x$ просторові координати точок мікроповерхні

визначено з точністю $m_{XY} = 0.06 \div 0.1$ мкм, $m_{Z(h)} = 0.7 \div 1.2$ мкм, а при збільшенні $M=3000^{\times}$ - $m_{XY} = 0.02 \div 0.05$, $m_{Z(h)} = 0.3 \div 0.6$ мкм.

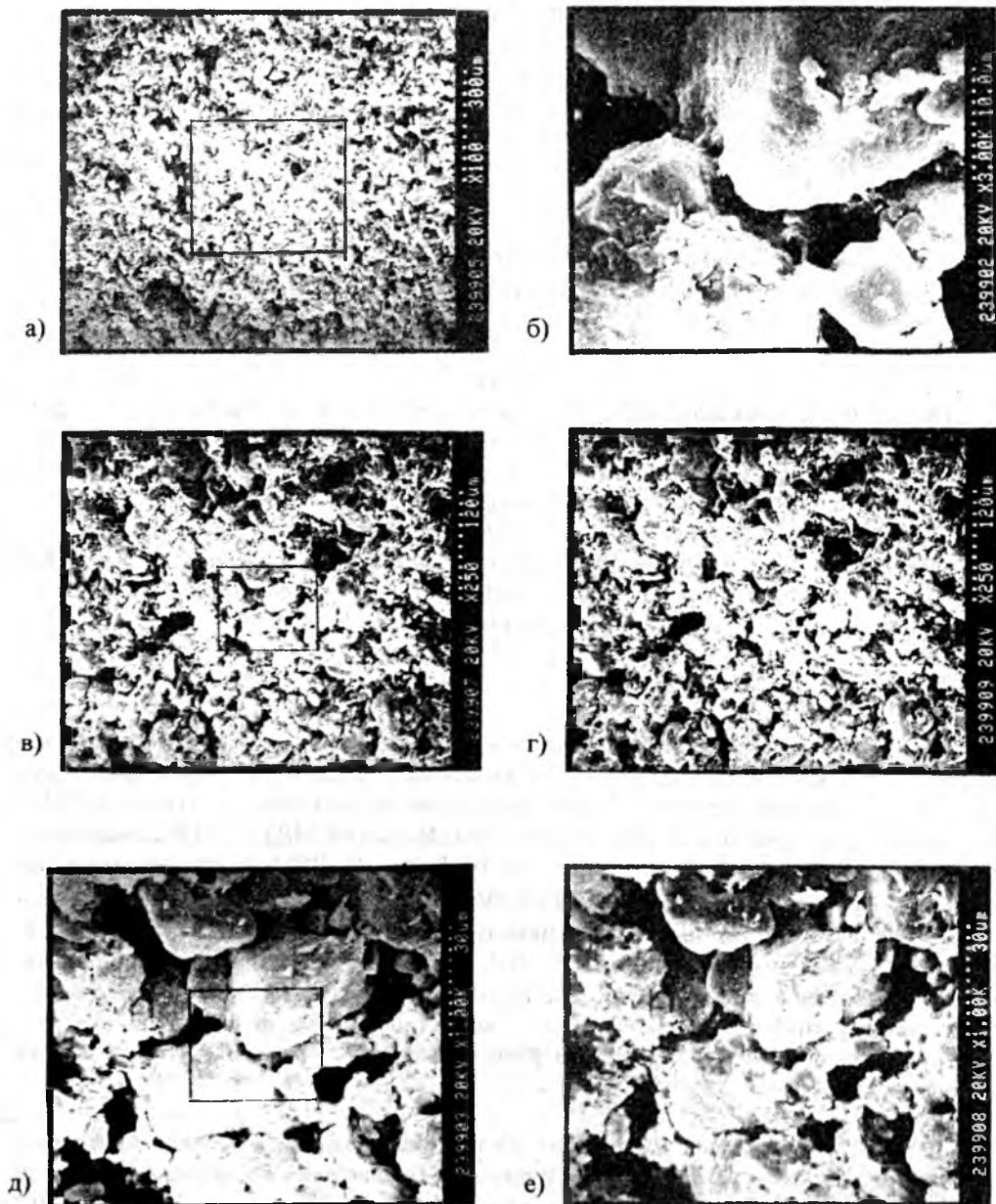


Рис. 1. РЕМ-знімки лесового ґрунту при різних збільшеннях:
а) $M=100^{\times}$; б) $M=3000^{\times}$; в), г) - стереопара з $M=250^{\times}$; д), е) - стереопара з $M=1000^{\times}$.

Для детального графічного відображення мікрорельєфу поверхні на стереокомпараторі "Стеко"1818 було виміряно по 240 характерних її точок рівномірно розмічених по всьому полю РЕМ-стереопар, отриманих при двох фіксованих значеннях збільшення РЕМ – $1000\times$ та $3000\times$. Для стереовимірів мікроповерхні лесового ґрунту нами були вибрані знімки з найбільш оптимальними кутами нахилу: лівий – 0° , правий – 8° , що відповідає нормально-конвергентному випадку РЕМ-знімання, при якому лівий знімок горизонтальний, а правий нахилений на кут α . Зазначимо, що паралельно зі зніманням зразків лесового ґрунту виконувалось при цих же параметрах і знімання тест-сіток з різними роздільними здатностями, зокрема, $r=200, 1370$ та 3530 лін/мм, що дало змогу визначити і врахувати при кількісній обробці РЕМ-стереопар дійсні величини збільшень РЕМ-знімків та їх геометричні спотворення. Просторові координати точок мікроповерхні лесового ґрунту визначались нами за формулами (4) (Іванчук, 1998), а за початок просторової системи координат була вибрана характерна точка в лівому нижньому куті стереопари. Подальша обробка масиву визначених просторових координат точок мікроповерхні лесового ґрунту, яку можна назвати ЦММР велась з використанням відомих пакетів програм GRID та SURFER. За програмою GRID виконано згущення нерегулярно виміряних 240 характерних точок мікроповерхні, і отримано регулярну ЦММР з 1054 точками – вузлами (34x31) (при цьому розмір елементарної ґрадки на поверхні ґрунту складає 0.93×0.93 мкм).

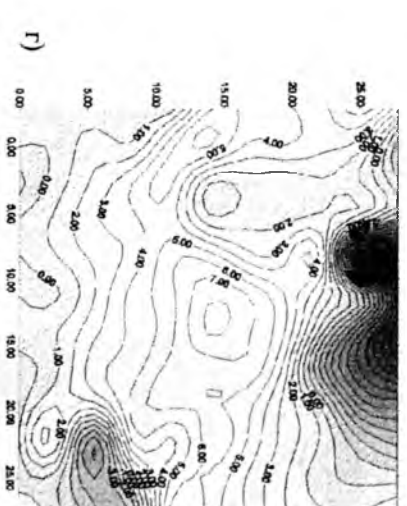
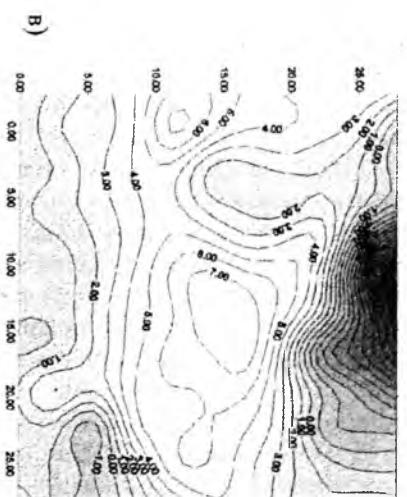
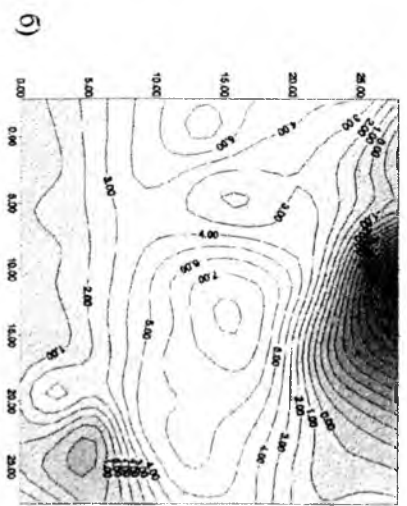
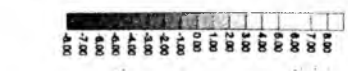
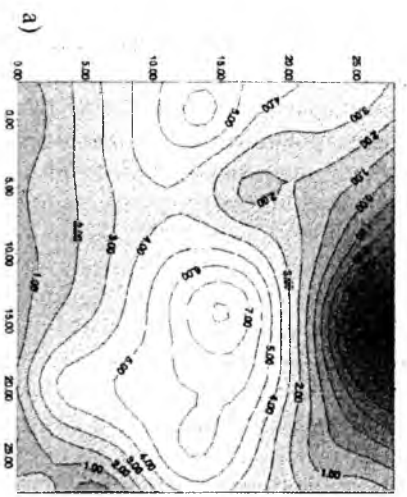


Рис. 2. Мікроплатни поверхні лесового ґрунту з січенням рельєфу горизонтальними $h_{гч} = 1$ мкм, побудовані за різною кількістю вимірянних характерних точок: а) $n=30$, б) $n=60$, в) $n=120$, г) $n=240$.

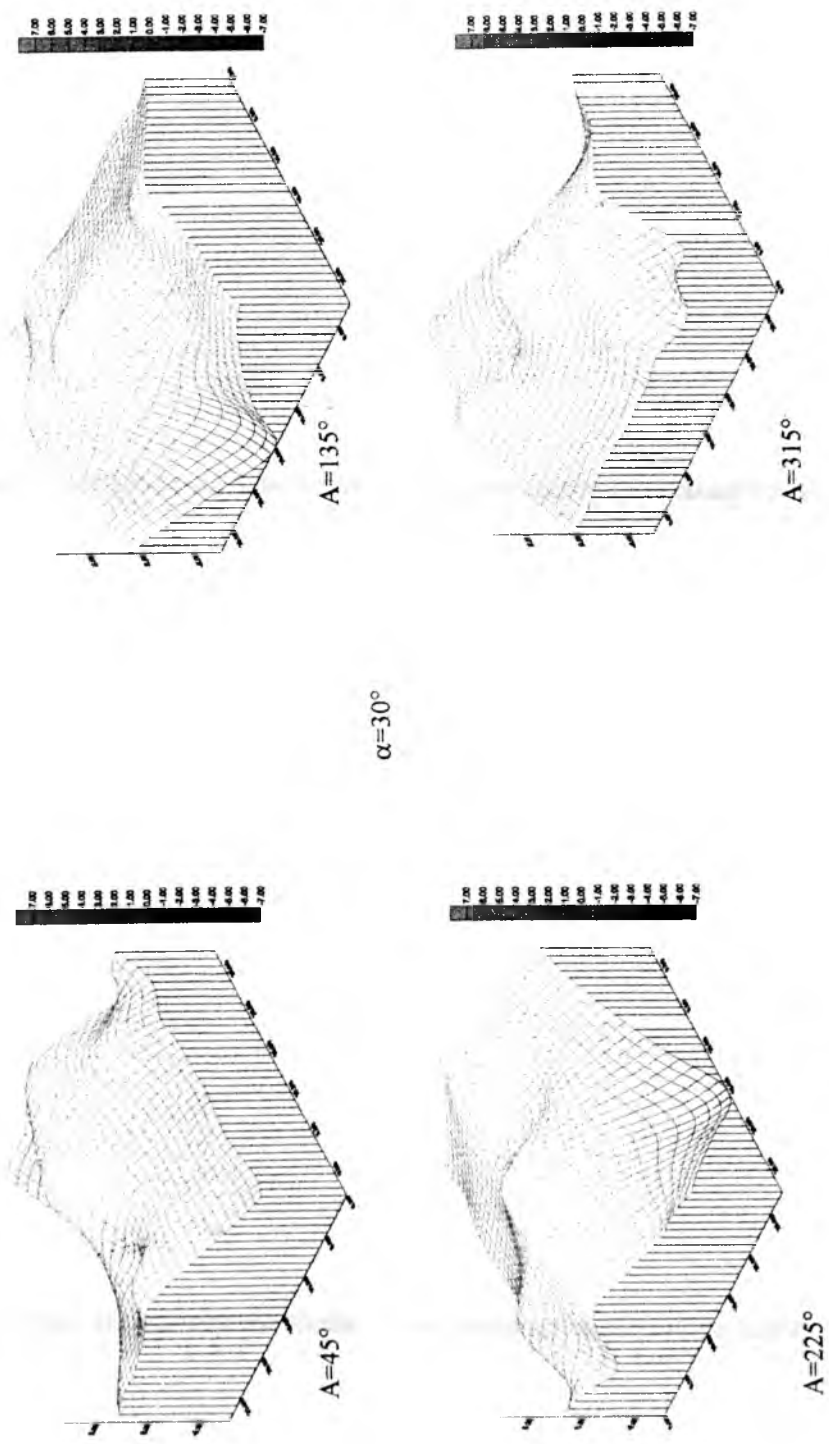


Рис.3. Аксонометричні проєкції мікроповерхні лісового ґрунту.

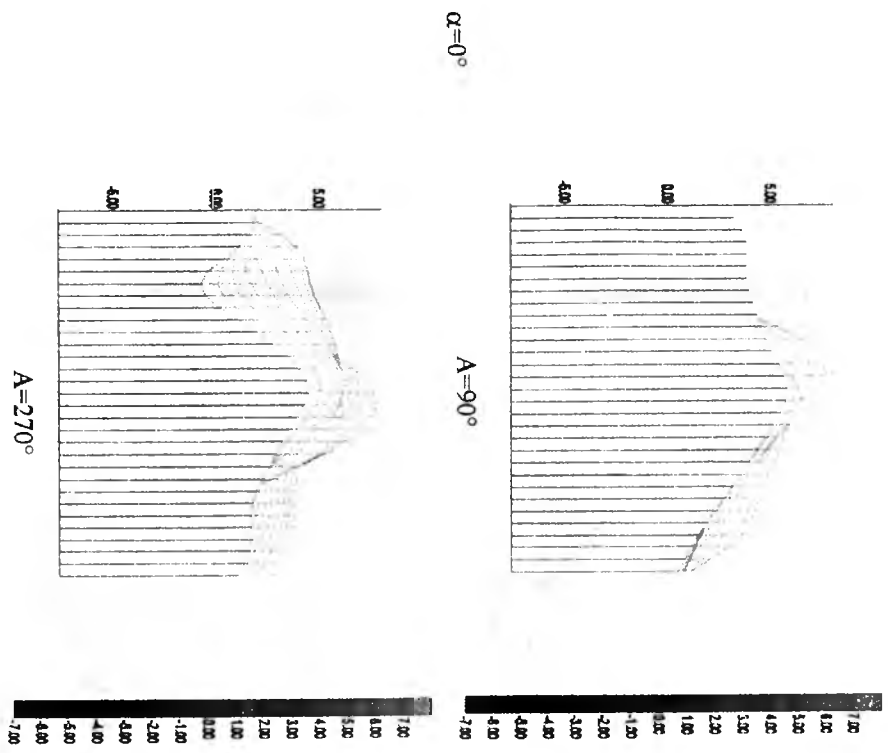
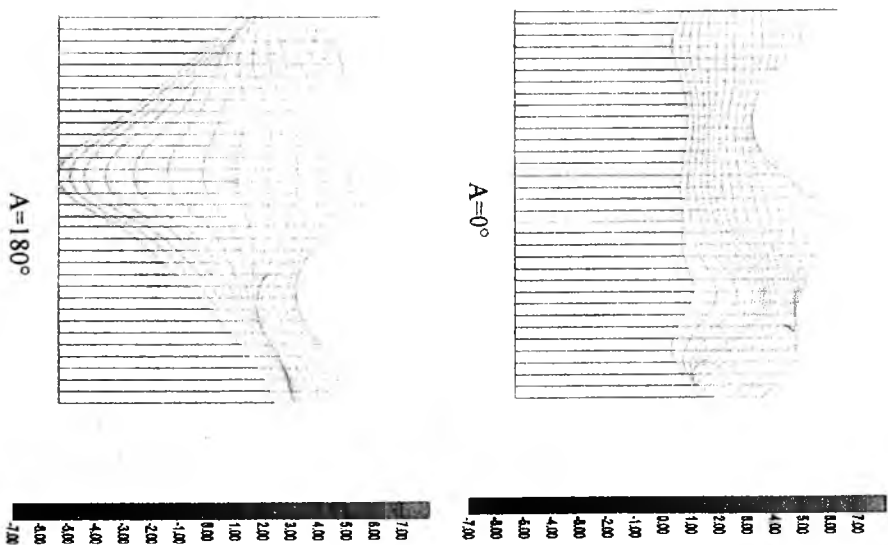


Рис. 4. Профілі мікроповерхні лісового ґрунту.

Надалі, використовуючи програму SURFER побудовані мікротопоплани поверхні з перетином рельєфу 1 мкм (див.рис.2) за вимірами для порівняння і визначення оптимальної кількості точок: 30, 60, 120, 240. Цей же пакет SURFER дає змогу побудувати трьохмірну просторову модель мікроповерхні в аксонометричній проекції з різних її сторін і під різними кутами поля зору. Отримані таким чином моделі проїлюстровані нами на рис.3. Підбором відповідних кутів і точок поля зору можна отримати також профілі мікроповерхонь з необхідним кроком і в будь-якому напрямі (для прикладу з чотирьох її сторін, тобто через 90°, рис.4). Таким чином, маючи просторові координати точок мікроповерхні і використовуючи для її графічної інтерпретації відомі пакети програм можна дослідити структуру і кількісні параметри поверхні будь-якого геологічного об'єкту чи ґрунту і тим самим розв'язати більш важливі наукові чи інженерні проблеми, пов'язані для прикладу з визначенням їх міцності, пористості, ерозії чи інших фізичних характеристик.

Запропонований нами метод в залежності від величини збільшення РЕМ-знімків і їх кутів нахилу дозволяє отримувати просторові координати точок мікроповерхні ґрунтів чи будь-яких інших геологічних поверхонь з необхідною для дослідників точністю включно до 0.01 мкм в плані та 0.1 мкм по висоті.

Рецензію на статтю склав професор д.т.н. Дорожинський О.Л.

Література

1. Іванчук О.М. Фотограмметричний метод оперативного опрацювання РЕМ-стереопар для кількісної оцінки мікроповерхонь твердих тіл // Вісник геодезії та картографії.-Київ.-1998.-№2.-С.51-53.

Застосування методу фотограмметричного опрацювання РЕМ-стереопар для досліджень мікроповерхонь геологічних об'єктів та ґрунтів

Анотація

Приведені результати застосування розробленого автором методу РЕМ-стереофотограмметрії для визначення просторових координат точок мікроповерхні лесового ґрунту за їх РЕМ-знімками, отриманими на РЕМ "Хітачі"С800 зі збільшеннями 1000^x і 3000^x. При збільшенні (масштабі) РЕМ M=1000^x точність методу складас $m_{x,y} = 0.06 \div 0.1$ мкм, $m_{z(h)} = 0.7 \div 1.2$ мкм, а при збільшенні M=3000^x - $m_{x,y} = 0.02 \div 0.05$ мкм, $m_{z(h)} = 0.3 \div 0.6$ мкм. В роботі також наведено приклади застосування відомого програмного пакету SURFER для графічної інтерпретації мікрорельєфу поверхні лесового ґрунту у вигляді мікропланів з горизонталлями, профільних ліній та аксонометричних проєкцій.

Zastosowanie metody fotogrametrycznego opracowania stereogramów obrazów REM- dla badań mikropowierzchni obiektów geologicznych i gruntów

Abstrakt

Podano rezultaty zastosowania metody autora - stereofogrametrycznego opracowania obrazów REM- dla otrzymania przestrzennych współrzędnych punktów mikro-powierzchni gruntu lesowego. Wykorzystano obrazy otrzymane za pomocą REM "Hitachi" S800 o powiększeniach 1000^x i 3000^x. Przy powiększeniu (skali) REM M=1000^x dokładność metody wynosi $m_{x,y} = 0.06 \div 0.1$ mkm, $m_{z(h)} = 0.7 \div 1.2$ mkm, a dla M=3000^x - $m_{x,y} = 0.02 \div 0.05$ mkm, $m_{z(h)} = 0.3 \div 0.6$ mkm. W artykule zamieszczono również przykłady zastosowania programu SURFER dla graficznego interpretowania mikro-rzeźby powierzchni gruntu lesowego w postaci mikro-planów z warstwicami, profili i w rzucie aksonometrycznym.