

П.П. Вагін, Ю.В. Іщук

ВОДНА ЕРОЗІЯ ҐРУНТІВ НА ОСНОВІ ЕМПІРИЧНОЇ МОДЕЛІ (ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ҐРУНТІВ)

Нехай ми маємо земельну ділянку, задану у вигляді двох карт - карти рельєфу у вигляді ізоліній або точок-висот і карти ґрунтів. Потрібно знайти кількість ґрунту, яка змиється під час дощу або поливу з відомою інтенсивністю з заданої ділянки за деякий проміжок часу. Але оскільки наведена далі модель не враховує зміни інтенсивності змиву з часом, то ми фактично будемо рахувати цю інтенсивність, тобто кількість змитого ґрунту за одиницю часу (причому проміжок часу досить невеликий).

Тому вихідною моделлю для цього проекту є модель, описана в [1]. Основною особливістю цієї моделі є те, що формула, яка описує кількість змитого ґрунту для земельної ділянки, отримана виключно експериментальним шляхом, тобто в результаті польових досліджень, і практично всі дані про ґрунт, що використовуються у формулі, можна знайти у довідковій літературі. Ця формула для смуги одиничної ширини схилу довжиною s і нахилом (тангенсом кута нахилу до горизонту) i має вигляд:

$$q_x = 6,4 \cdot 10^{-6} \cdot \gamma \cdot \omega \cdot d \cdot \int_0^s \left(\frac{V_{\Delta x}^2}{V_{\Delta \text{дон}}^2} - 1 \right) dx,$$

де q_x - шукана інтенсивність змиву, т/м, γ - об'ємна вага ґрунту, ω - середня частота пульсацій розмиваючих швидкостей, які виникають через турбулентність руху води (при відсутності дослідних даних $\omega=0,1$), d - середній діаметр частинок ґрунту, s - відстань від вододілу до кінця схилу, $V_{\Delta x}$ - швидкість потоку води на відстані x від вододілу, $V_{\Delta \text{дон}}$ - допустима швидкість, або максимальна швидкість потоку, при якій ще не починається ерозія.

Швидкість потоку води визначається за формулою:

$$V_{\Delta x} = \frac{((I - k) \cdot x m)^{0,3} i^{0,35} \Delta^{0,17}}{n^{0,7}},$$

де I - інтенсивність опадів, м/с, k - інтенсивність поглинання, м/с, x - відстань від вододілу, м, m - коефіцієнт умов змиву, що характеризує присутність наносів у колоїдному стані (при відсутності наносів $m=1$), $i = \operatorname{tg} \alpha$ - нахил схилу, Δ - висота виступів шорсткості, n - коефіцієнт шорсткості, що за відсутності дослідних даних можна обчислити як $n = 0,0166666 \cdot d\%$.

Для визначення допустимої швидкості застосовується співвідношення

$$V_{\Delta don} = 1,25 \sqrt{\frac{2gm(\rho_1 - \rho_0)d}{0,44\rho_0 n}},$$

де g - прискорення земного тяжіння, m - коефіцієнт перевантажень, ρ_1 - щільність ґрунту, ρ_0 - щільність води, d - середній діаметр частинок ґрунту, n - коефіцієнт, що характеризує пульсацію швидкостей у потоці.

Розглянемо розбиття заданої області (земельної ділянки) на квадрати, для кожного з яких відомі нахил i_k і відстань від вододілу x_k . Тоді формулу (1) можна наблизити таким виразом:

$$q^h = 6,4 \cdot 10^{-6} \cdot \gamma \cdot \omega \cdot d \cdot \sum_k \left\{ \left(\frac{V_{\Delta x}^{(k)}}{V_{\Delta don}} \right)^2 - 1 \right\} \cdot h^2,$$

де $V_{\Delta x}^{(k)}$ - значення швидкості потоку води на k -тому квадраті, h - довжина сторони квадрата. Збіжність q^h до q_x при $h \rightarrow 0$ випливає із збіжності квадратурної формули прямокутників.

Ця модель у такому вигляді була реалізована на мові *Avenue* геоінформаційної системи *ArcView* версії 3.0, з використанням розширення *ArcView Spatial Analyst* версії 1.0, яке дозволяє працювати з картами, що представлені у вигляді сітки з квадратними комірками, і значення параметра, що визначається цією картою, у кожній комірці постійне.

Вхідними даними для проекту є:

- карта рельєфу, що задається або у вигляді ізоліній, або як точки - заміри висот;
- карта ґрунтів;
- середня інтенсивність дощу або штучного поливу (вважається сталою для даної ділянки).



Рис. 1. Елемент карти еродованості (з ізолініями).

1. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. - М.: Колос, 1970.-240 с. 2. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П., Зорина Е.Ф. Физические основы эрозии почв. - М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1992.-95 с. 3. Эрозия почвы / Под редакцией М. Дж. Киркби / Перевод с английского и предисловие М.Ф.Пушкарева. - М.: Колос, 1984.-415с.

УДК 539.3

П.П. Вагін, Г.Й. Лучко, В.Я. Федорович

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ЕРОЗІЇ ВОДНОГО КАНАЛУ

Зі всього комплексу осадових порід найбільш поширені глинисті породи у природі. Вони складають близько 80% всієї осадової товщі земної поверхні і трапляються в покладах різного

© Вагін П.П., Лучко Г.Й., Федорович В.Я., 1998