

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ВСТАНОВЛЕННЯ ШАРУ СТОКУ ЗА ІНТЕНСИВНІСТЮ ТА ТРИВАЛІСТЮ ОПАДІВ

Радєв С.Ю., аспірант^{*},

Таврійський державний агротехнологічний університет (Мелітополь)

Найдиш А.В., д.т.н.,

Верещага В.М., д.т.н.,

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького*

Конопацький Є.В., к.т.н.

Донбаська національна академія будівництва і архітектури (Макіївка)

Мелітопольська школа прикладної геометрії

Тел. 066-445-97-14

Анотація – за рахунок побудови формалізованої геометричної моделі шляхом моделювання відповідних поверхонь відгуку типу «лупа», у статті розв’язується задача встановлення впливу інтенсивності та тривалості опадів на формування шару стоку.

Ключові слова – точкове числення Балюби-Найдиша, ерозія, поверхня відгуку, інтенсивність опадів, тривалість опадів.

Постановка проблеми. Оподи мають великий вплив на формування поверхневого стоку і на виникнення ерозії. Залежно від режиму опадів, за інших рівних умов, на схилах може формуватися поверхневий стік різної потужності і виникати ерозія різної інтенсивності. Тому врахування та встановлення функціональних відносин, між інтенсивністю, тривалістю та шаром опадів за допомогою математичного апарату точкового числення Балюби-Найдиша [4,5], під час визначення схильності земельної ділянки до еродованості, є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Значний вклад у розвиток геометричного моделювання як основи запобігання руйнівній дії змиву належить Мелітопольській школі прикладної геометрії. Зокрема у ряді робіт школи [1-3] розкриваються питання автоматизованого проектування протиерозійних заходів, а саме шляхи нівелювання шкідливої дії водного потоку. Детально висвітлені питання дискретної апроксимації зигзагоподібних ДПК, що є важливим при створенні

^{*} Науковий керівник: д.т.н., професор Верещага В.М.

цифрової моделі земельної ділянки, але в дослідженнях школи недостатньо розкриті питання встановлення функціональних залежностей між факторами при побудові параметричних поверхонь, щодо визначення схильності земельних ділянок до еродованості. Теоретичною базою для подальших досліджень послуговували роботи, щодо геометричного моделювання багатопараметричних процесів, які запропоновані Бумагою А.І. [6,7]. Таким чином, застосовуючи способи точкового числення Балюби-Найдиша [4,5] виникає можливість розв'язати представлену задачу.

Формулювання цілей статті. Провести дослідження з метою створення формалізованої геометричної моделі встановлення впливу інтенсивності, тривалості та шару опадів на схильність земельної ділянки до еродованості та включення цих досліджень до цілісної, ієрархічно вибудовану моделі визначення потенційної небезпеки водної ерозії ґрунтів.

Основна частина. Розглянемо фактори інтенсивності, тривалості та шару опадів. Перелічені фактори ні яким чином не залежать від форми поверхні земельної ділянки, яка досліджується. На будь-яку поверхню може випасти довільна кількість опадів впродовж певного часу.

Побудуємо поверхню відгуку для визначення шару опадів в залежності від інтенсивності та тривалості опадів (рис. 1).

При цьому, для визначення меж інтенсивності опадів проаналізуємо існуючі в літературі статистичні матеріали, проведених з цього питання досліджень [8].

Позначимо інтенсивність опадів – C , тривалість – t , шар опадів – Δ .

Визначати зміни $\Delta(C,t)$ будемо за допомогою побудови відповідної поверхні відгуку типу лупа.

Для побудови $\Delta(C, t)$ необхідно дискретно, у вигляді таблиці, представити її дев'ятьма значеннями, які визначають шар опадів, за певною тривалістю дощу, при визначеній інтенсивності.

Таблиця 1.

Точки необхідні для побудови параметричної поверхні.

	C_0	C_1	C_2
t_0	Δ_{00}	Δ_{01}	Δ_{02}
t_1	Δ_{10}	Δ_{11}	Δ_{12}
t_2	Δ_{20}	Δ_{21}	Δ_{22}

Для побудови поверхні відгуку для Δ прийmemo $C_2 = 2.7$ мм/хв, а $t_2 = 1$ год. Це дасть змогу отримати поверхню відгуку, яка у

найбільшій мірі зможе врахувати можливі випадки ситуацій щодо змінних C і t .

У відповідності до даних побудуємо геометричну схему вихідних даних, з метою утворення поверхні типу лупа (рис. 1).

Наведемо сукупність точкових рівнянь, щодо побудови поверхні відгуку для визначення шару опадів (1).

$$\begin{cases} \Delta_0 = \Delta_{00}\bar{u}(1-2u) + 4\Delta_{10}u\bar{u} + \Delta_{20}u(2u-1); \\ \Delta_1 = \Delta_{01}\bar{u}(1-2u) + 4\Delta_{11}u\bar{u} + \Delta_{21}u(2u-1); \\ \Delta_2 = \Delta_{02}\bar{u}(1-2u) + 4\Delta_{12}u\bar{u} + \Delta_{22}u(2u-1); \\ \Delta = \Delta_0\bar{v}(1-2v) + 4\Delta_1v\bar{v} + \Delta_2v(2v-1). \end{cases} \quad (1)$$

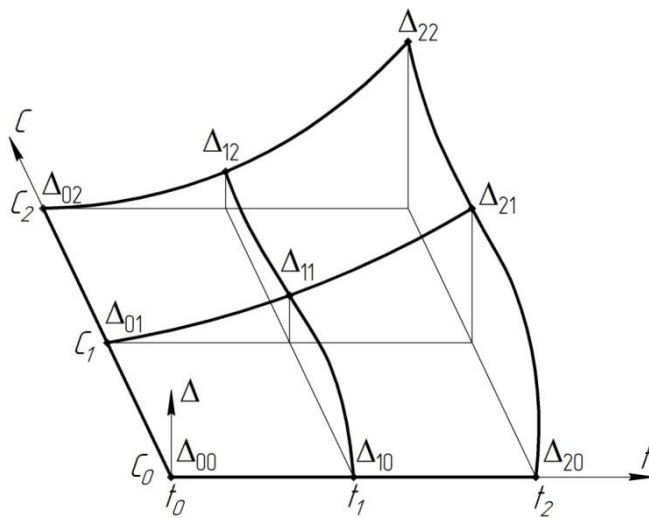


Рис. 1. Поверхня типу лупа для визначення шару опадів.

Наступною, побудуємо поверхню відгуку для шару стоку.

Шар стоку – частина шару опадів, у якої віднято частку, що поглинається ґрунтом.

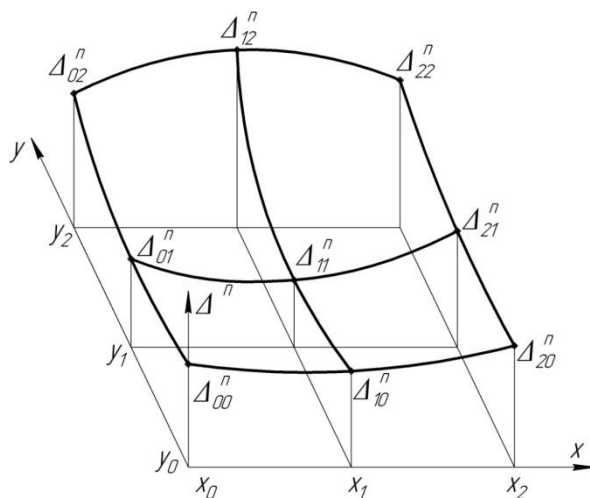


Рис. 2. Поверхня відгуку для здатності поглинання води ґрунтом.

Оскільки на земельній ділянці кількість опадів є незмінною по всій площі, то використовуємо поверхню Δ (рис. 1) для визначення шару опадів над усією земельною ділянкою, розміри якої визначені.

З геометричної точки зору Δ (рис. 3) представляє собою горизонтальну площину на відповідній висоті.

Виходячи з поверхні відгуку щодо вологості ґрунту, побудуємо поверхню відгуку здатності ґрунту до поглинання води. Для побудови такої поверхні розрахуємо міру поглинання Δ_{ij}^n у дев'яти точках.

За отриманими розрахунками, побудуємо поверхню відгуку типу лупа щодо водопоглинання ґрунту на земельній ділянці, яка

розглядається (рис. 2).

Наведемо сукупність точкових рівнянь, для побудови поверхні відгуку, щодо водопоглинання ґрунту на земельній ділянці (2).

$$\begin{cases} \Delta_0^n = \Delta_{00}^n \bar{u}(1-2u) + 4\Delta_{10}^n u\bar{u} + \Delta_{20}^n u(2u-1); \\ \Delta_1^n = \Delta_{01}^n \bar{u}(1-2u) + 4\Delta_{11}^n u\bar{u} + \Delta_{21}^n u(2u-1); \\ \Delta_2^n = \Delta_{02}^n \bar{u}(1-2u) + 4\Delta_{12}^n u\bar{u} + \Delta_{22}^n u(2u-1); \\ \Delta^n = \Delta_0^n \bar{v}(1-2v) + 4\Delta_1^n v\bar{v} + \Delta_2^n v(2v-1). \end{cases} \quad (2)$$

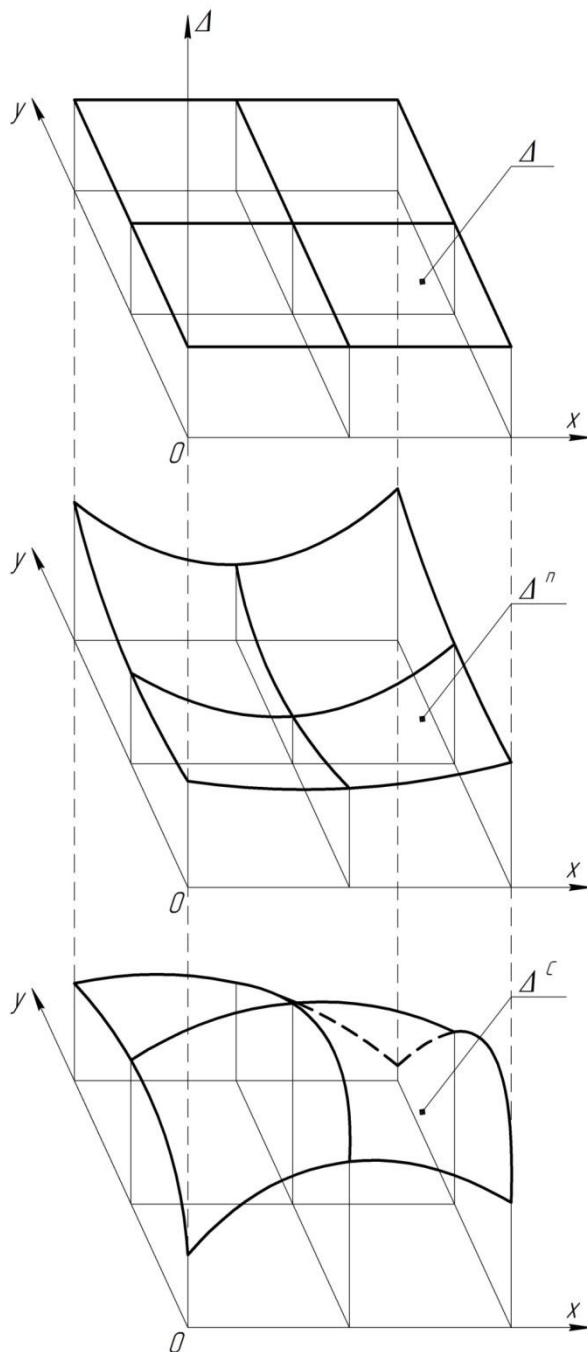


Рис. 3 Геометрична схема щодо визначення шару стоку Δ^C .

Треба зауважити, що процес поглинання опадів ґрунтом є не таким простим, як показано тут. Його можна виділити як окреме дослідження. Але з точки зору системного підходу до створення формалізованої геометричної моделі процесу водної ерозії ґрунту такий спрощений підхід допускається, якщо, при цьому, кінцевий результат є задовільним, тобто результати розрахунків поглинання води ґрунтом за допомогою отриманої моделі, знаходяться в межах похибки по відношенню до результатів її поглинання, отриманих експериментально.

Із сказаного отримуємо, що шар стоку Δ^C визначається в результаті від'ємної операції

$$\Delta^C = \Delta - \Delta^n \quad (3)$$

де Δ – шар опадів;

Δ^n – шар, що поглинається ґрунтом.

Зобразимо цей процес (3) геометричною схемою (рис. 3).

Тут треба зауважити, якщо швидкість поглинання одиниці об'єму опадів є

більшою ніж швидкість опадів такої ж одиниці, то шар стоку має бути відсутнім.

Аналіз досліджень показав, що багатьох даних агротехнологія не має. Робимо висновок, що розробка моделі підказує які експериментальні дані треба ще дістати для більш повного і достовірного відображення процесу поглинання ґрунтом води. У разі, якщо ці дані будуть отримані, то формалізована геометрична модель має можливість їх імплементувати у алгоритм.

Із сказаного стає зрозумілим, що при певній інтенсивності опадів шар стоку може бути відсутнім зовсім. На геометричній схемі (рис. 3) у (3) цій ситуації буде відповідати від'ємний знак для Δ^C .

Висновки. У даній роботі розглянута можливість побудови параметричних поверхонь для визначення шару опадів та здатності поглинання води ґрунтом. Наведені точкові рівняння цих поверхонь. Запропонована формалізована геометрична модель встановлення впливу інтенсивності та тривалості опадів на формування шару стоку. У подальшому, врахування додаткових факторів водної ерозії дозволить створити цілісну, відкриту систему по визначенню схильності земельної ділянки до еродованості.

Література:

1. *Найдиш В.М.* Дискретна інтерполяція / В.М. Найдиш – Мелітополь: Люкс, 2007. – 250с.
2. *Найдыш А.В.* Геометрическое моделирование – основа автоматизированного проектирования противоэрозионных мероприятий / А.В. Найдыш, В.П. Голубцов // Всесоюзная практическая конференция. Почвозащитное земледелие с контурно-мелиоративной организацией территории в степной зоне. – Т.1. – Луганск, 1991. – С.26-28.
3. *Найдиш В.М.* Дискретна апроксимація зигзагоподібних ДПК / В.М. Найдиш, А.В. Найдиш // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т.28 – Мелітополь: ТДАТА, 2004. – С. 3-9.
4. *Найдыш В.М.* Алгебра БН-исчисления / В.М. Найдыш, И.Г. Балюба, В.М. Верещага // Прикладна геометрія та інженерна графіка: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 90. – К.:КНУБА, 2012. – С.210-215.
5. *Балюба И.Г.* Точечное исчисление геометрических форм и его место в ряду других существующих исчислений / И.Г. Балюба, Б.Ф. Горягин, Т.П. Малютина, И.П. Давыденко, Е.В. Конопацкий // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: міжвузівський збірник. – Вип. 6. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – С. 24-29.

6. *Конопацький Є.В.* Конструювання однопараметричної множини ліній в n -вимірному просторі / Є.В. Конопацький, А.І. Бумага // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 36 – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С.106-111.
7. *Бумага А.І.* Геометричне моделювання фізико-механічних властивостей дьогтебетону / А.І. Бумага // Будівництво та техногенна безпека: збірник наукових праць. Вип. 48. Доповіді десятої міжнародної кримської науково-практичної конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн». – Сімферополь: НАПКС, 2013. – С.24-28.
8. *Мирицхулава Ц.Е.* Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии / Ц.Е. Мирицхулава. – М.: Колос, 1970. – 239 с.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЛОЯ СТОКА ПО ИНТЕНСИВНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОСАДКОВ

С.Ю. Радев, А.В. Найдыш, В.М. Верещага, Е.В. Конопацкий

Аннотация – за счет построения формализованной геометрической модели путем моделирования соответствующих поверхностей отклика типа «лупа», в статье решается задача установления влияния интенсивности и продолжительности осадков на формирование слоя стока.

GEOMETRIC MODEL DETERMINING LAYER FLOW INTENSITY AND DURATION PRECIPITATION

S. Radev, A. Naydysh, V. Vereschaga, E. Konopatsky

Summary

We constructed formalizing geometric models by modeling appropriate surfaces such as lupa, the problem is solved in the establishment the influence of the intensity and duration of precipitation on the formation of a layer flow.