



УДК 528.92

APPLICATION OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR FORECASTING THE OCCURRENCE OF FLOODING ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ ПАВОДКІВ

Kravets O.Ya. / Кравець О. Я.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-7861-0640

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano-Frankivsk, Karpatska 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

Івано-Франківськ, Карпатська 15, 76019

Анотація. В роботі розглянуто проблему прогнозування та моделювання процесу виникнення паводків. Розглянуто основні природні та антропогенні чинники виникнення паводків. Пропонується здійснювати аналіз можливості виникнення та моделювання ходу паводка із застосуванням геоінформаційних технологій. Виділено ключові параметри моделі прогнозування формування паводкового стоку, а також перелік задач, які необхідно розв'язати для реалізації запропонованого підходу. Зокрема, це створення великої бази даних щодо ключових характеристик моделі, а саме: параметри рельєфу (напрямок і крутизна схилу), властивості ґрунтів, рослинного покриву та підстилаючих поверхонь, кількість опадів. Запропонована модель може стати основою для створення спеціалізованого програмного забезпечення для прогнозування паводків. В статті наведено загальну схему роботи майбутньої програми.

Ключові слова: паводок, геоінформаційні технології, модель, ґрунти, вологоємність, крутизна схилів.

Вступ. Паводок – це фаза гідрологічного режиму ріки, яка характеризується швидким, відносно короткотривалим підвищенням рівня води в річищі під час сильних злив, тривалих дощів або інтенсивного танення снігу в період відлиги, на яке накладаються дощі. Сила паводків значною мірою залежить від інтенсивності і тривалості атмосферних опадів або запасу води у сніговому покриві та інтенсивності його танення [4].

Проблема оцінки та прогнозування ходу паводків є важливою та актуальною задачею для багатьох країн світу. Також актуальною є ця проблема і для території України та, зокрема, Прикарпаття. Аналіз даних гідрометеорологічних спостережень та літературних джерел свідчить, що в останні 100 років було зафіксовано понад 10 катастрофічних паводків на цій території.

Паводки в басейні Дністра виникають під дією складного комплексу взаємопов'язаних природних та антропогенних чинників. Основними природними чинниками паводків є кількість, інтенсивність, тривалість випадання атмосферних опадів, а також величина території, охопленої дощами, на якій спостерігається формування поверхневого стоку води, крутість схилів, стан рослинного покриву, властивості ґрунтів і гірських порід. Головними антропогенними чинниками виникнення паводків є зміна характеру рослинного покриву в наслідок вирубування лісів, розорюванням схилів з крутизною



більше 3°, надмірного випасання худоби, зміна стану річищ тощо.

Метою та завданням даного дослідження є розроблення прогностичної моделі процесу формування паводкових стоків для її подальшої практичної реалізації у вигляді спеціалізованого програмного забезпечення для прогнозування паводків.

Об'єктом дослідження є процес формування паводкових стоків, а предметом – прогностичне моделювання процесів формування паводкових стоків з використанням геоінформаційних технологій [1-4].

Основний текст. Аналізуючи питання моделювання та прогнозування паводкових стоків можна зробити наступні висновки.

1. Існуючі моделі приблизні, базуються або на статистичних даних, яких в даній галузі зібрано недостатньо, або на численних емпіричних допущеннях, що робить їх дуже локальними (прив'язаними до локальних територій).
2. Існуючі моделі не враховують інтенсивні антропогенні зміни в навколишньому середовищі.
3. Існуючі системи прогнозування паводкових явищ на основі вимірювальних пунктів та контролю кількості опадів можуть бути ефективні, але дають лише короткотерміновий прогноз по факту наближення безпосередньої загрози життю та майну людей, що є недостатнім.
4. Більш точний підхід з використанням геоінформаційних технологій дозволяє аналізувати різні можливі сценарії паводків, але навряд чи може напряму бути застосованим в якості інструменту прогностичного моделювання.

Разом з тим, сучасні інформаційні засоби дозволяють збирати, нагромаджувати та аналізувати значну кількість різної інформації. Пропонується розробити підходи до створення моделі даних предметної області для задачі прогнозування паводків шляхом найточнішого врахування всіх можливих параметрів.

Для цього необхідно:

- проаналізувати предметну область та вибрати ключові параметри;
- проаналізувати можливість одержання характеристик параметрів, можливість їх моніторингу та моделювання в умовах недостатньої кількості інформації;
- вдосконалити модель формування паводкового стоку на основі існуючих;
- розробити вимоги до програмного забезпечення інформаційної системи для реалізації запропонованого підходу до вирішення поставленої задачі.

В якості ключових параметрів моделі прогнозування формування паводкового стоку обрано наступні параметри.

1. Максимальний кут нахилу поверхні землі та відповідний напрям формування можливого поверхневого стоку для виділеної частини території з однаковими характеристиками, які наведено нижче. Може бути визначений методами геодезичних вимірювань, за відповідними картами, з використанням даних цифрових моделей рельєфу. На рисунку



- 1 наведено 3D-модель рельєфу з візуалізованими напрямками можливого поверхневого стоку.
2. Водопроникність поверхневого шару ґрунту, а саме: здатність пропустити за певний проміжок часу максимальну кількість води так, щоб це не призводило до формування поверхневого стоку. Вона визначатиметься типом ґрунту, а також залежатиме від його вологості. На рисунку 2 наведено відповідну класифікацію ґрунтів.
3. Вологість ґрунту та наявного рослинного покриву.
4. Вологоємність ґрунту, а саме - здатність увібрати певний об'єм води за одиницю часу одиницею площі виділеної ділянки. Визначатиметься характеристиками та потужністю ґрунтового шару, типом підстилаючої поверхні (рілля, населені пункти, водні об'єкти), характером рослинності (ліси, чагарники, луки) тощо. На рисунку 3 наведено класифікацію типів поверхонь з точки зору вбирання ними води.
5. Кількість опадів. Визначається на метеостанціях з допомогою дощомірів вимірювачів рівня опадів [4,5].

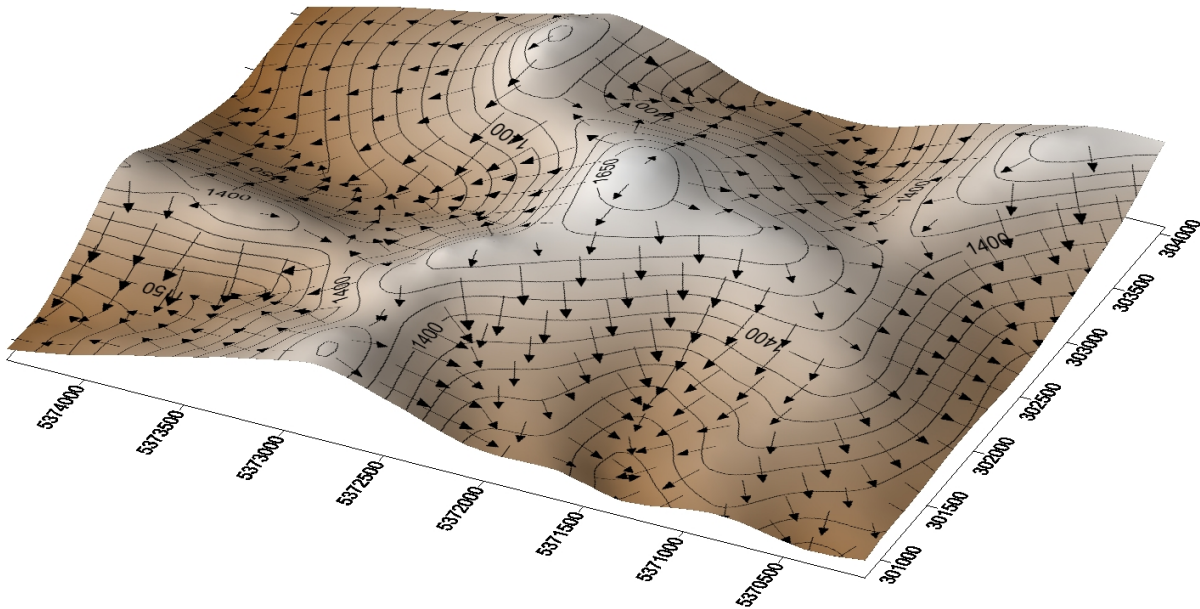


Рисунок 1 - 3D-модель рельєфу з візуалізованими напрямками можливого поверхневого стоку

Авторська розробка

Для моделювання паводкового стоку пропонується поділити площу водозбору на як завгодно малі (розмір обмежений лише наявними обчислювальними ресурсами) ділянки з однаковими (відхилення не більше 10 %) ключовими параметрами моделі. Розрахунки об'ємів паводкового стоку будуть виконуватись для цих окремих елементів водозбору [4,5]. Об'єм стоку в кожному елементі визначатиметься таким чином:

$$V_i = V_r + \sum V_{i+n} - V_s - V_p, \quad (1)$$

де V_i – об'єм стоку з поверхні i -го елемента;

V_r – об'єм опадів;

V_{i+n} – об'єм стоку з поверхні сусідніх елементів;



V_s – об’єм води, що поглинається ґрунтом;

V_p – об’єм води, що поглинається рослинним покривом.

Авторська розробка

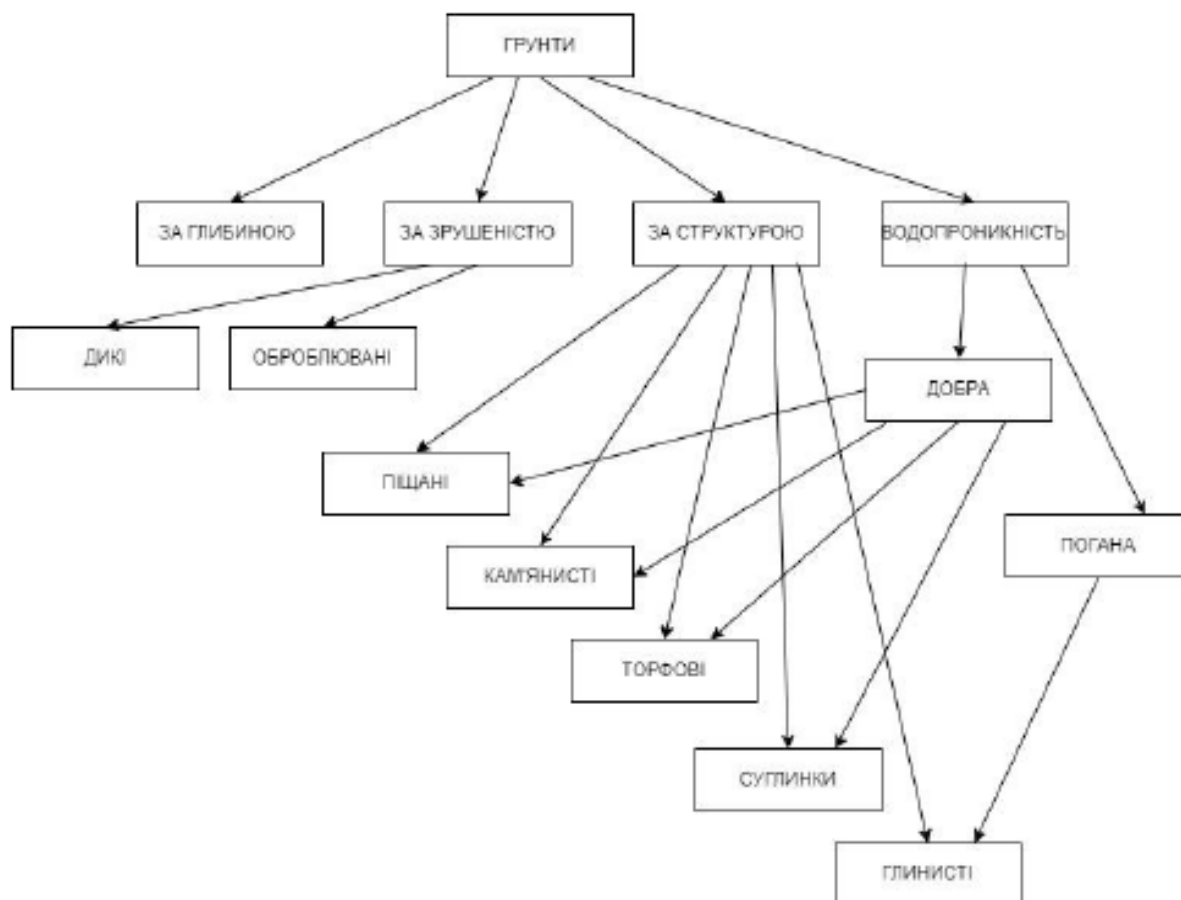


Рисунок 2 – Класифікація ґрунтів

Авторська розробка

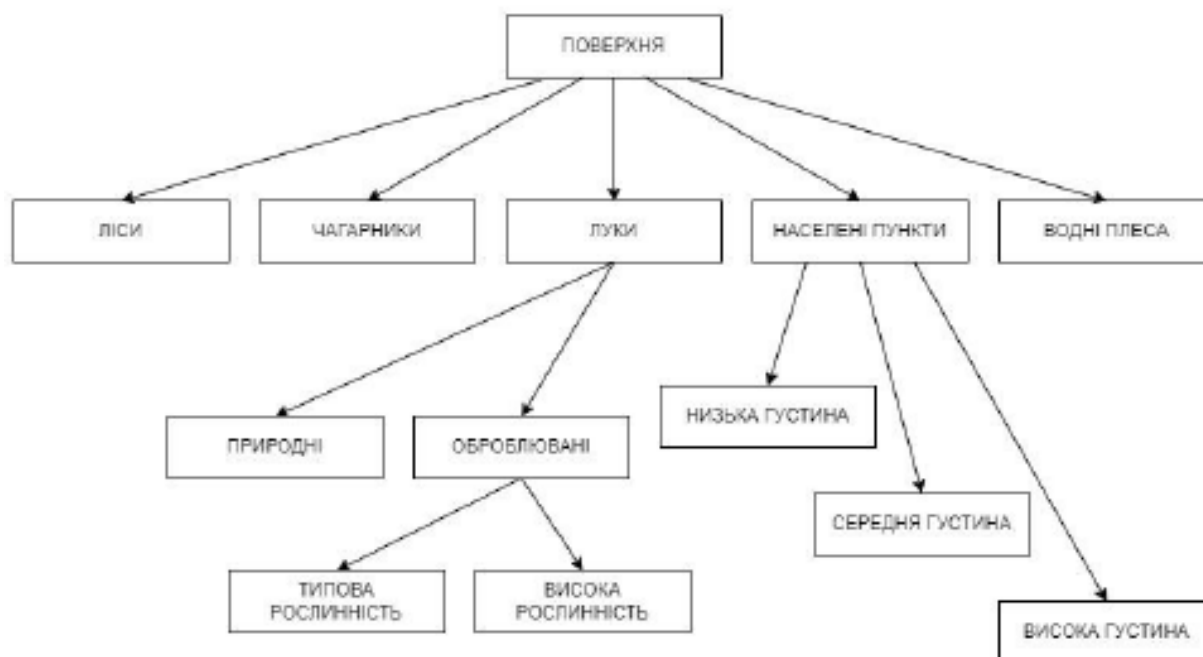


Рисунок 3 – Класифікація типів поверхонь

Авторська розробка



Це дозволить аналізувати ймовірність формування паводкового стоку на основі моніторингу кількості опадів, а також здійснювати прогнозування для різних типів територій. Фіксація кількості опадів буде одним з найважливіших факторів, що впливатиме на точність прогнозу. При відсутності достатньої кількості даних вимірювань за наявності передумов (значні опади на всій площі водозбору) для встановлення кількісних характеристик опадів можуть бути використані методи двомірної апроксимації по наявних даних.

Таким чином, ключовими характеристиками, які необхідно визначати є вологоємність рослинного покриву, вологоємність підстилаючих ґрунтів, кількість опадів та поточна вологість [4].

На рисунку 4 наведено загальна структурну схему роботи запропонованої моделі.

Реалізація запропонованої моделі передбачає розв'язання наступних задач:

- вибір методів та засобів оцінки параметрів ґрунтів, їх поточної вологості;
- вибір методів та підходів до оцінки параметрів рослинності;
- вибір методів оцінки опадів;
- вибір методу приблизної оцінки характеристик опадів для кожного виділеного елемента на основі наявних даних;
- створення інформаційної системи в складі основних елементів – програмного, технічного та інших забезпечень [4].

Висновки. Отже, в основі запропонованого підходу лежить припущення, що паводковий стік – це надлишок рідких опадів, який не може бути увібраний ґрунтами та лісовим покривом. Його реалізація базується на використанні геоінформаційних технологій та акумуляції і моніторингу значної кількості даних про будову земної поверхні, рослинний покрив та кількість опадів. Тобто, для реалізації запропонованої системи прогнозування необхідно створити базу даних, яка міститиме масив інформації щодо ключових характеристик моделі. Запропонована модель може стати основою для створення спеціалізованого програмного забезпечення для прогнозування паводків [4].

Література:

1. Garorte L., Bras R.-L. A distributed model for real-time flood forecasting using digital elevation models. *Journal of Hydrology*. 1995. P.279-306.
2. Glenser M., Klein U., Fritsch D., Strunz G. Complex analyses methods in hybrid GIS using uncertain data. *GIS*, 2, 2000 – P. 22-30.
3. Кравець О. Я. Алгоритм прогнозування паводкового стоку. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. № 1. Київ. 2005. С. 33-36.
4. Кравець О. Я., Незамай Б. С. Моделювання процесу формування паводкового стоку. // *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Стан, проблеми та перспективи розвитку науки, освіти та технологій»*. – 20 лютого 2024 р., м. Ізмаїл, Україна. С. 63-64.
5. Кравець О. Я., Незамай І. С. Ідентифікація параметрів моделі прогнозування паводків та аналіз можливості їх оцінювання. // *Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів*



«Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості». – 12 жовтня 2023 р., м. Івано-Франківськ. С. 191-192.

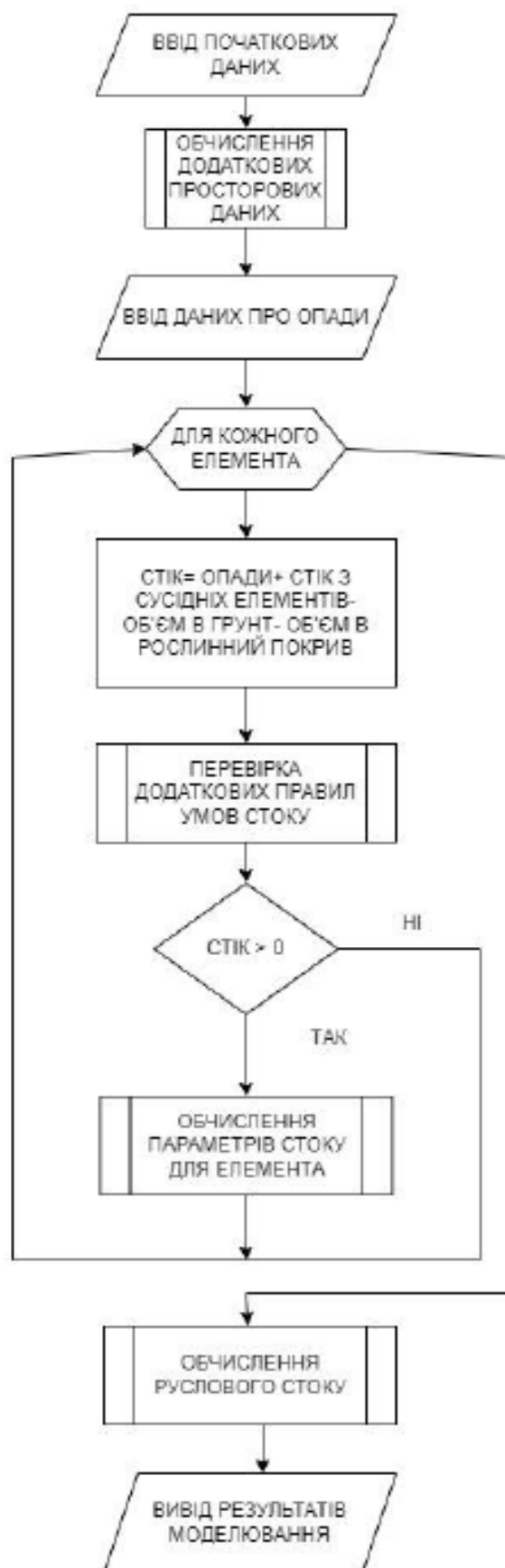


Рисунок 4 – Загальна структурна схема роботи програми

Авторська розробка



Abstract. *This study considers the problem of forecasting and modeling the process of flood occurrence. The main natural and anthropogenic factors of floods are considered. It is proposed to carry out an analysis of the possibility of the occurrence and modeling of the course of the flood using geoinformation technologies. The key parameters of the model for predicting the formation of flood flow are highlighted, as well as the list of problems that must be solved for the implementation of the proposed approach. In particular, it is the creation of a large database on the key characteristics of the model, namely: relief parameters (direction and steepness of the slope), properties of soils, vegetation and underlying surfaces, rainfall. The proposed model can become the basis for creating specialized software for flood forecasting. The article provides a general scheme of the future program.*

Key words: *flood, geoinformation technologies, model, soils, moisture content, steepness of slopes.*

Стаття відправлена: 13.03.2024р.

© Кравець О.Я.