

## ЗАПОБІГАННЯ НАДМІРНИМ РОЗМИВАМ, ВИКЛИКАНИМ ПОВІНЮ

Белятинський А.О.  
Національний транспортний університет, Київ

Для запобігання надмірним розмивам, викликаними повінню, необхідно визначити ступінь покриття території снігом, для чого використовувалися дані космічної інформації. Гідрографи стоку розраховувалися для чотирьох річок: Тиса до п. Вилік  $F_1=9140\text{км}^2$ , Дністер до п. Галич  $F_2=14700\text{км}^2$ , Прут до п. Чернівці  $F_3=6890\text{км}^2$ , Стрий до п. В.Синьовидне  $F_4=2400\text{км}^2$ .

Розрахунок стоку з водозборів здійснювався за інтегралом Дюамеля:

$$y(t) = \int_0^t q(\tau)P(t-\tau)d\tau, \quad (1)$$

де  $q(t)$  — приток в руслову сітку;  $P(t-\tau)$  — крива добігання;  $t$  — час, кількість днів;  $\tau$  — перемінна інтегрування, що має розмірність часу. Розрахунки здійснювалися за допомогою комп'ютера. Подача води або вхідний параметр обчислювалась за формулою:

$$q = M_{\text{вас}} k, \quad (2)$$

де  $M_{\text{вас}}$  — водоподача на поверхню ґрунта;  $k$  — коефіцієнт стоку, середній за період повені.

Оскільки залісеність водозборів всіх річок значна (табл.1), то водоподача на поверхню ґрунту розраховувалася за формулою

$$M_{\text{вас}} = \frac{\bar{m}f_n S_n + \bar{m}\beta f_l S_l}{1-\alpha} + \bar{x}, \quad (3)$$

де  $\bar{m}$  — середня на водозборі неприведена інтенсивність сніготанення в полі;  $\alpha$  — водоутримувальна здатність снігу;  $\beta$  — коефіцієнт для розрахунку сніготанення під покривом лісу, який визначається за повнотою і складом насаджень;  $f_n, f_l$  — площі польових і лісових ділянок водозборів;  $S_n, S_l$  — ступінь покриття польових і лісових ділянок водозборів сніговим покривом;  $\bar{x}$  — опадн в період сніготанення.

Інтенсивність сніготанення на метеостанціях в кожному басейні розраховувалася за рівняннями теплового балансу П.П. Кузьміна [5]:

$$m = m(Q+q) + (m_{R,o} + \Delta) + m_a, \quad (4)$$

де складова  $m(Q+q)$  обумовлена попаданням в сніг тепла сонячної радіації;  $(m_{R,o} + \Delta)$  — тепловіддача снігового покриву ефективним випромінюванням;  $m_a$  — складова, що обумовлена турбулентним теплообміном з атмосферою і скритою теплою конденсації і випарювання.

Основні характеристики весняного стоку

Річка-пункт	Стік поверхневий $U_{пов}$ мм	Запас води в снігу на водозборі до початку танення, $E_0$ мм	Опади за період танення, мм	$E_0 + \bar{X}$	Коефіцієнт стоку $k$
Тиса ( $f_s = 0,67$ )	100	131	13	144	0,69
Дністер ( $f_s = 0,26$ )	76	154	14	168	0,45
Прут ( $f_s = 0,34$ )	51	114	14	128	0,40
Стрий ( $f_s = 0,36$ )	79	96	15	111	0,71

Інтенсивність сніготанення в районі кожної станції обчислювалась на комп'ютері, сніготанення в басейні визначалось як середнє арифметичне із розрахункових для всіх станцій, розташованих в межах водозборів.

В формулі (3) величина  $\alpha$  приймалась постійною для періоду танення снігу в полі і в лісі і рівною 0,15 в зв'язку з неможливістю диференціювання цієї характеристики в просторі і в часі через відсутність відомостей про фізичний стан снігового покриву.

Сніготанення під покривом лісу розраховувалося за сніготаненням в полі з врахуванням коефіцієнта  $\beta$ , який визначався за рекомендаціями [5] в залежності від повноти і складу лісу.

Добові суми опадів в період сніготанення обчислювались як середні із показань всіх станцій і постів, розташованих в межах водозборів рік.

До формули (3) входять  $S_p$ ,  $S_n$ , що характеризують ступінь покриття відкритої і залісної території снігом, врахування цього дозволяє визначити добову приведену інтенсивність сніготанення. Звичайно щоденні значення ступеню покриття снігом обчислюються за кривою забезпеченості запасів води в сніговому покриві до початку танення, яка будується за заданим значенням коефіцієнта варіації при  $C_v = 2C_v$  або за типовою кривою забезпеченості.

Так, для визначення ступеню покриття снігом польових ділянок на водозборах зазначених рік використана теоретична крива забезпеченості, побудована за параметрами  $C_v = 0,45$  та  $C_v = 2C_v$ . Модульні коефіцієнти танення снігу обчислені як відношення інтегральних сум неприведених значень інтенсивності сніготанення в полі ( $S_m$ ) до запасу води в снігу на полях до початку сніготанення з врахуванням твердих опадів за період сніготанення ( $E_0 + \bar{X}_T$ ). Крім того, щоденні значення ступеню покриття снігом можна отримати шляхом застосування різного виду дистанційних знімачів. Найбільш простий вид зйомок, який застосовується на метеостанціях на протязі декількох десятиріч, — візуальна оцінка покритості снігом. Ці дані використовувалися як еталонні для порівняння з іншими даними аерофізичних значень і супутникових зйомок. Проте при використанні даних візуального визначення покритості при наземних спостереженнях величини  $S(M_{vis})$  отримували завищеними. Тому їх добові значення ( $S_p$ ) були приведені до значень водоподачі або до снігозапасів при спрямленні кривої забезпеченості на клітчатці імовірностей з асиметрією  $C_v = 2C_v$ , що найкращим чином відображує розподіл снігу на польових ділянках.

Другий вид дистанційного визначення ступеню покриття снігом польових ділянок — аерофізичні знімання. При підрахунку  $S(M_{fac})_{1,2,\dots,n}$  на водозборах зазначених другої, третьої і четвертої рік використовувалися фактичні дані аерофізичних зйомок. Значення  $S(M_{fac})_{1,2,\dots,n}$  збіглися зі значеннями снігозапасів до початку танення ( $E_0$ ) з точністю 5% і лише в окремих випадках величини  $S_p$  були відкореговані у відповідності з інтенсивністю сніготанення. Розрахунки з викорис-

станням формули (3) викликають труднощі. Тому в оперативній практиці розрахунки водоподачі і прогнозів стоку доцільно здійснювати за даними космічної інформації для визначення ступеня покриття водозборів снігом. Гідрографи стоку розраховувалися в чотирьох варіантах, в кожному з яких змінювалися лише значення покритості снігом польових ділянок, що визначалися різними способами: за наземними даними, за аеровізуальними знімками, за космічними даними і розрахунковим шляхом (з кривої забезпеченості при  $C_p = 0,45$ ). Час добігання і число характерних ділянок визначалося методом підбору. Число характерних ділянок ( $n$ ) прийнято рівним шести. При  $n = 5$  всі розрахункові значення максимальних витрат виявилися значно нижче фактичних. Найбільші відхилення розрахункових максимумів від фактичних отримано в басейні четвертої річки (18—27 %). По інших водозборах їх значення не перевищують 14%. Найкращий збіг максимумів повенів має місце при використанні даних про покриття снігом, отриманих за аеровізуальними зйомками. Найбільшу похибку (18%) отримано для басейну четвертої річки. Розрахунки максимальних витрат з залученням космічних даних про покритість водозборів снігом дали незначні похибки за винятком водозбору четвертої річки): 9% — басейн першої річки, 3% — басейн третьої річки.

Таким чином, можна зробити висновок про можливість і доцільність використання аерокосмічної інформації з метою побудови гідрографу повені.

### Література

1. Абрамов Л.Г. Новые формулы и номограммы для расчетов ливневой сети промпредприятий и населенных пунктов. М., Трансжелдориздат, 1969.— 205 с.
2. Алексеев Г.А. Динамика инфильтрации воды в почву.— Труды ГГИ, 1968, вып.6 (60).— С.43—72.
3. Большаков В.О., Белятинський А.О. Застосування космічної зйомки для аналізу стану мережі автомобільних доріг та мостових переходів. Автошляховик України.—2000.— №2.— С. 33—34.
4. Калинин Г.П. От аэрокосмических снимков к прогнозам и расчетам стока. Л., Гидрометеоздат, 1974.— 40с.
5. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова. Л: Гидрометеоздат, 1961.—344 с.