

УДК 656.085.2:656.11

А. О. Бєлятинський, д-р. техн. наук, проф.

В. О. Большаков, д-р. техн. наук, проф.

ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА РІЧКАХ ЗАКАРПАТТЯ ПІД ЧАС СТИХІЙНИХ ЛИХ

НАУ, Інститут міського господарства, e-mail: gaa-nau@ukr.net

Розглянуто питання ефективного визначення появи повеней на річках Закарпаття на основі використання сучасних методів. Зроблено висновки та визначено напрями подальших досліджень.

In clause the questions of effective definition of occurrence of high waters on the rivers Transcarpatie are considered on the basis of use of modern methods. The conclusions are made and the directions of the further researches are determined.

Вступ

Методика прогнозування затоплення мостів передбачає установлення максимальної витрати води у верхів'ях річок, на водопостах та визначення цієї величини в районах мостових переходів з урахуванням часу добігання під час холодного і теплого періодів року. Повені, що спостерігаються на річках, формуються в будь-який час року і можуть бути зливого, снігового або снігодошового походження [1].

Постановка проблеми

Багаторічні спостереження за рівневим режимом і максимальним стоком у створах гідрологічних постів показують, що особливо значні і надзвичайно високі повені, наприклад, у басейні Тиси відзначились у 1913, 1927, 1933, 1941, 1947, 1948, 1955, 1957, 1968, 1970, 1980, 1992, 1993, 1995, 1998, 2001, 2006 роках, причому повені 1947, 1957, 1968, 1970, 1992, 1998 і 2001 років за характером формування і катастрофічними наслідками займають в цьому ряду особливе місце. За даними спостережень водомірних постів на теплий період року (травень – жовтень) припадає близько 65% загальної кількості повеней і тільки 35% – на холодний період (листопад – квітень). Однак за величиною максимальної витрати і об'єму зв'язаного стоку повені холодного періоду зазвичай перевищують повені теплового. У результаті нестійкого термічного режиму і частих переходів у зимовий час від мінусових до плюсових температур у басейнах річок Закарпаття спостерігаються відлиги, під час яких на річках формуються високі повені холодного періоду. Оскільки у період відлиг сніговий покрив частково або повністю сходить до весняної повені, яка найчастіше спостерігається у березні, запаси води у снігу малі і повині формується невисока [2]. Якщо в період останнього сходу снігу випадають дощі, весняна повині може виявитися досить високою, найбільшою у році, як це спостерігалось на

річках Тересва у 1962 р., Боржава, Латориця і Тур'я – у 1968 р. Проте на багатьох річках найбільші витрати у році за багаторіччя часто формуються у період відлиг під впливом змішаного стоку, який утворюється від талого снігу і рідких опадів. Рідкі опади у змішаному стоці зимових відлиг становлять 75 – 60%.

Вирішення завдання

Статистичну обробку максимальних витрат та об'ємів стоку повеней холодного періоду слід проводити за даними водомірних постів, якість спостережень за стоком на яких має бути задовільною. На переважній більшості водопостів ряди спостережень слід використовувати з 1946 р. Тривалість рядів у переважній більшості пунктів спостережень має перевищувати 30 років. Тривалість спостережень може бути таким, як за річками Тиса, Тересва, Ріка, Боржава, Латориця, Уж (більше ніж 50 років). Ряди спостережень за стоком за деякими гідрологічними постами в різні роки слід продовжувати до 1999 – 2007 рр. Для цього будують графічні зв'язки між витратами і об'ємами найближчих водомірних постів, що задовольняють вимоги басейнів-аналогів [3]. Крім того, в багатьох випадках будують криві витрат $Q = f(H)$, що дозволяє за максимальними рівнями, поданими (але офіційно не опублікованими) Департаментом гідрометерологічної служби і моніторингу визначити і включити в розрахунковий ряд спостережень максимальні витрати березневої повені 2001 р. та ін. [4].

Початок і кінець повені, визначають за гідрографами або за таблицями щоденного стоку, причому за розрахункові величини беруть об'єми одиночних повеней, що відповідають максимальним витратам. Емпіричну щорічну ймовірність перевищення визначають за формулою

$$P_m = \frac{m}{n+1} \cdot 100,$$

де m – порядковий номер членів спадного ряду

гідрологічної характеристики; n – кількість членів ряду.

Емпірична крива розподілу щорічних ймовірностей перевищення максимальних витрат води або об'ємів стоку будують на клітинках ймовірностей. Для згладжування та екстраполяції емпіричних кривих використовують логарифмічно-нормальний розподіл [2].

Оцінку статистичних параметрів аналітичних кривих забезпеченості виконують графоаналітичним методом за такими формулами:

$$S = \frac{Q_{5\%} + Q_{95\%} - 2Q_{50\%}}{Q_{5\%} - Q_{95\%}};$$

$$\sigma = \frac{Q_{5\%} - Q_{95\%}}{\Phi_{5\%} - \Phi_{95\%}};$$

$$\bar{Q} = Q_{50\%} - \Phi_{50\%}\sigma,$$

$$C_v = \frac{\sigma}{Q},$$

де S – коефіцієнт кривизни кривої забезпеченості; C_s – коефіцієнт асиметрії (визначається як функція коефіцієнта кривизни кривої забезпеченості за таблицею); $Q_{5\%}$, $Q_{50\%}$, $Q_{95\%}$ – ординати згладжування емпіричної кривої 5-, 50- та 95 %-вої забезпеченості; $\Phi_{5\%}$, $\Phi_{50\%}$, $\Phi_{95\%}$ – нормовані відхилення від середнього значення ординат логарифмічно-нормальної кривої забезпеченості відповідно до обчислених значень коефіцієнта кривизни кривої забезпеченості S ; σ – середнє квадратичне відхилення; \bar{Q} – середнє значення; C_v – коефіцієнт варіації.

Розрахункову величину максимальної витрати або об'єму стоку різної забезпеченості визначаються за формулою

$$Q_p = \bar{Q} + \sigma\Phi_p.$$

Під час експериментальних досліджень були отримані параметри кривих розподілу максимальних витрат води холодного періоду та величини витрат різної забезпеченості, а також параметри кривих розподілу об'ємів стоку повеней теплового періоду та величини об'ємів різної забезпеченості в створах опорних водомірних постів. Аналіз отриманих даних показує, що параметри (C_v і C_s) кривих розподілу максимальних витрат та об'ємів стоку повеней холодного періоду змінюються в значних межах. Коефіцієнти варіації максимальних витрат коливаються від 0,43 до 1,15, а співвідношення C_s і C_v у переважній більшості випадків змінюється від 4 до 6. Значення C_v об'ємів стоку більш сталі і коливаються від 0,41 до 0,72, а співвідношення C_v і C_s найчастіше змінюється від 2 до 4.

За географічним положенням і кліматичними умовами Закарпаття розміщено у зоні розвиненої зливної діяльності. Тут щорічно у тій чи іншій частині території спостерігається одноразове короткочасне випадання великої кількості опадів (100 мм і більше), що є причиною формування значних, часто катастрофічних дощових повеней на річках, тимчасових водотоках і на більш дрібній географічній мережі (балках, ярах).

Формування дощового стоку відбувається досить складно в результаті взаємодії метеорологічних факторів, що значно змінюються у часі та по території і обумовлюють характер зливи (інтенсивність, тривалість, площа зрошення), та ґрунтово-фізичних характеристик поверхні річкових водозборів, що визначають величину втрат на інфільтрацію, швидкість і час добігання води по схилах та руслу. Зливові опади як основний фактор формування дощових повеней розподіляються дуже нерівномірно і істотно відрізняються від розподілу річних сум опадів, що мають зональний характер і зменшуються у південному і південно-східному напрямках. Найбільш сприятливі умови формування дощових повеней у Закарпатті є результатом рясних опадів і сприятливих орографічних умов.

Більша частина дощових опадів випадає влітку (особливо у червні та липні) і за теплий період року сума їх становить близько 70 % від річної. За спостереженнями Закарпатської стокової станції (смт. Міжгір'я) опади літнього періоду (травень–жовтень) становлять приблизно 60 % річної суми, а в окремі роки 46–73 %.

Статистична обробка максимальних витрат і об'ємів повеней теплового періоду проводиться для 39 водомірних постів. У більшості випадків ряди спостережень починаються з 1946–1947 рр. і охоплюють період до 2006 р. включно. Ряди спостережень мають різну тривалість – від 24 до 72 років, але в переважній більшості пунктів спостережень – понад 30 років.

Ряди спостережень над стоком за деякими гідрологічними постами в різні роки закритих або переведених в розряд рівневих подовжуються до 2006 р. включно за побудованими графіками зв'язку між витратами і об'ємами найближчих водомірних постів, що задовольняють вимоги басейнів-аналогів.

Початок і кінець повеней визначають за гідрографіями або за таблицями щоденного стоку. За розрахункові величини припускають об'єми одиначних паводків, що відповідають максимальним витратам. Статистична обробка рядів, визначення розрахункових параметрів аналітичних кривих та величин максимальних витрат води і об'ємів стоку повеней теплового періоду різної забезпеченості

виконують аналогічно максимальним витратам і об'ємам стоку повеней холодного періоду.

Аналіз отриманих даних показує, що коефіцієнт варіації максимальних витрат і об'ємів стоку паводків теплого періоду коливається в значних межах – 0,46 – 1,40. Співвідношення C_S і C_U максимальних витрат в більшості випадків змінюється від 4 до 6, а об'ємів – від 3 до 5 [5].

У зв'язку з тим, що на річках Закарпаття максимальні витрати води спостерігаються в різні сезони року, формуються за рахунок стоку різного походження і не пов'язані між собою, визначаються розрахункові (узагальнені) максимальні витрати води і об'єми стоку повеней різної забезпеченості [6].

Для цього на підставі кривих розподілу максимальних витрат і об'ємів стоку холодного і теплого періодів розраховують узагальнені криві розподілу за такою формулою:

$$P = (P_1 + P_2 - P_1 P_2) \cdot 100,$$

де P – імовірність перевищення розрахункових (узагальнених) максимальних витрат або об'ємів стоку, %; P_1 – імовірність перевищення максимальних витрат або об'ємів стоку повеней холодного періоду, %; P_2 – імовірність перевищення максимальних витрат або об'ємів стоку повеней теплого періоду, %.

Висновки

Аналіз інформації про водомірні пости дозволяє зробити такі висновки:

– найбільші витрати води в холодний період року формуються перш за все за рахунок дощової складової, а снігова складова не перевищує 20 % об'єму, тобто максимальні витрати води, і в цей період зумовлюються саме повенями, тому підпадають під дію тих самих законів, що властиві

повеням теплого періоду, хоч і за дещо інших умов їх формування;

– величини максимальних витрат води холодного періоду можуть дещо перевищувати максимумами теплого періоду, але для малих площ водозборів вони однозначно менші за теплі.

Ці висновки дають змогу обрати відповідні методи визначення характеристик максимального стоку в розрахункових створах, узгоджені з діючими нормативами та придатні для безлічі розрахунків на стадії схеми.

Література

1. *Проектування автомобільних доріг*: Підручник: У 2 ч. / О. А. Білятинський, В. Й. Заворицький, В. П. Старовойда, Я. В. Хом'як – К.: Вища шк., 1997. – Ч. 1. – 518 с.
2. *Белятинський А. О.* Наукові основи використання стереофотограмметрії в інженерній гідравліці: Монографія. – К.: ТОВ «ISTERPRESS-Україна». – 2001. – 152 с.
3. *Большаков В. О., Белятинський А. О.* Гідрологічні обстеження аерометадами автомобільних доріг та мостових переходів // Вестн. НТУ «ХПИ». – Х., 2001. – Вып.129. Ч.1. – С.284–287.
4. *Большаков В. О., Белятинський А. О.* Визначення витрат води під час повені фотограмметричним методом // Вісн. Трансп. акад. України та Укр. трансп. ун-ту. – 1998. – Вып.2. – С. 64–67.
5. *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.
6. *Большаков В. О., Белятинський А. О.* Застосування ресурсозберігаючих технологій в гідрологічних розвідуваннях при проектуванні мостових переходів // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Міжвід. наук.-техн. зб. – 2001. – Вып. 62. – С.7–10.

Стаття надійшла до редакції 21.11.06.