

ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА РІЧКАХ ЗАКАРПАТСЬКОЇ, ЛЬВІВСЬКОЇ І ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ

Подано метод установалення динаміки зростання витрат води на річці під час катастрофічних повеней, який ґрунтується на прогнозуванні розповсюдження максимальної витрати вздовж річки.

Вступ. Повені, що спостерігаються на річках Закарпатської, Львівської і Івано-Франківської областей, формуються в будь-який час року і можуть бути зливового, снігового або сніго-дощового походження. Багаторічні спостереження за рівневим режимом і максимальним стоком в створах водпостів показують, що особливо значні і надзвичайно високі повені, наприклад, в басейні Тиси відмічались в 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 по характеру формування і катастрофічним наслідкам займають в цьому ряду особливе місце.

За даними спостережень водомірних постів на теплий період року (травень-жовтень) приходить біля 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, як правило, перевищують повені теплового. В результаті нестійкого термічного режиму і частих переходів у зимовий час від від'ємних 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 невеликі і повінь формується невисока. Якщо в період останнього сходу снігу випадають дощі, весняна повінь 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%.

Постановка задачі. Статистичну обробку максимальних витрат та об'ємів стоку повеней холодного періоду слід проводити за даними водомірних постів, якість спостережень за стоком на яких повинна бути задовільною. На переважній більшості водпостів ряди спостережень слід використовувати з 1946 року. Тривалість рядів у переважній більшості пунктів спостережень повинна перевищувати 30 років. Тривалість спостережень може бути, як це має місце на річках Тиса, Тересва, Ріка, Боржава, Латориця, Уж (більше ніж 50 років).

Ряди спостережень над стоком по деяким водпостам, в різні роки слід продовжувати до 1999-2007 років. Для цього будують графічні зв'язки між витратами і об'ємами найближчих водомірних постів, що задовольняють вимоги басейнів-аналогів. Крім того, в багатьох випадках будують криві витрат $Q = f(H)$, що дозволяє за максимальними рівнями, представленими (але офіційно не опублікованими) Департаментом гідрометерологічної служби і моніторингу, визначити і включити в розрахунковий ряд спостережень максимальні витрати березневої повені 2001 року та інші.

Початок і кінець повені, визначають по гідрографах або по таблицях щоденного стоку, причому за розрахункові величини приймають об'єми одиночних повеней, що відповідають максимальним витратам.

Емпіричну щорічну ймовірність перевищення визначають за формулою:

$$P_m = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

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 будується на кліточках ймовірностей. Для згладжування та екстраполяції емпіричних кривих приймають логарифмічно-нормальний розподіл.

Оцінку статистичних параметрів аналітичних кривих забезпеченості виконують графоаналітичним методом, для чого необхідно використовувати наступні формули:

$$S = \frac{Q_{5\%} + Q_{95\%} - 2Q_{50\%}}{Q_{5\%} - Q_{95\%}}, \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{Q_{5\%} - Q_{95\%}}{\Phi_{5\%} - \Phi_{95\%}}, \quad (3)$$

$$\bar{Q} = Q_{50\%} - \Phi_{50\%} \sigma, \quad (4)$$

$$C_v = \frac{\sigma}{Q}, \quad (5)$$

де S – коефіцієнт скошеності кривої забезпеченості; C_s – коефіцієнт асиметрії (визначається як функція коефіцієнта скошеності по таблиці); $Q_{5\%}$, $Q_{50\%}$, $Q_{95\%}$ – 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 коефіцієнту скошеності S ;

σ – середнє квадратичне відхилення;

\bar{Q} – середнє значення;

C_v – коефіцієнт варіації.

Розрахункова величина максимальної витрати або об'єму стоку різної забезпеченості значаються за формулою:

$$Q_p = \bar{Q} + \sigma \Phi_p. \quad (6)$$

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

Формування дощового стоку відбувається досить складно в результаті взаємодії геологічних факторів, що значно змінюються у часі та по території і обумовлюють характер річки (інтенсивність, тривалість, площа зрошення), та ґрунтово-фізичних характеристик верхніх річкових водозборів, що визначають величину втрат на інфільтрацію, швидкість і час зливання води по схилах і 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 напрямку. Більш сприятливі умови формування дощових повеней у Закарпатті є результатом випадання рясних опадів і сприятливих орографічних умов.

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

Вирішення проблеми. Статистична обробка максимальних витрат і об'ємів повеней теплового періоду проводиться для 39 водомірних постів. В більшості випадків ряд спостережень починаються з 1946-1947 років і охоплюють період до 2007р. включно. Ряд спостережень мають різну тривалість - від 24 до 72 років, але в переважній більшості пункт спостережень переважають 30 років.

Ряди спостережень над стоком по деяких водпостах, в різні роки закритих або переведених в розряд рівневих, подовжуються до 2007р. включно за побудованими графіками зв'язку між витратами і об'ємами найближчих водомірних постів, що задовольняють вимогам басейнів-аналогів

Початок і кінець повені визначаються по гідрографах або по таблицях щоденного стоку. За розрахункові величини приймаються об'єми одиночних паводків, що відповідають максимальним витратам.

Статистична обробка рядів, визначення розрахункових параметрів аналітичних кривих і величин максимальних витрат води і об'ємів стоку повеней теплового періоду різної забезпеченості виконуються аналогічно максимальним витратам і об'ємам стоку повеней холодного періоду.

В зв'язку з тим, що на річках Закарпаття максимальні витрати води спостерігаються в різних сезонах 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. Для цього, на підставі кривих розподілу максимальних витрат і об'ємів стоку холодного і теплового періодів, розраховуються узагальнені криві розподілу за такою формулою:

$$P = (P_1 + P_2 - P_1 P_2) \cdot 100, \quad (7)$$

де P - ймовірність перевищення розрахункових (узагальнених) максимальних витрат або об'ємів стоку, %;

P_1 - ймовірність перевищення максимальних витрат або об'ємів стоку повеней холодного періоду, %;

P_2 - ймовірність перевищення максимальних витрат або об'ємів стоку повеней теплового періоду, %.

Величини максимального стоку в басейні Тиси, про що свідчать дані таблиць, коливаються в значних межах. Найбільш високі модулі та шари стоку спостерігаються в басейнах річок Тересви, Терєблї, Рїкї і Латорицї. Низькі їх значення, внаслідок орографїчних особливостей і характеру зрощення опадами, властиві рїчкам басейну Боржави та Ужа, де в значний мїрї позначається також вплив висоти водозбору.

Наведені вище характеристики максимального стоку в створах водпостів використовуються як основа при визначенні максимальних витрат і об'ємів повеней у розрахункових створах за відсутності там гідрометричних спостережень.

Висновки. Аналіз інформації по водпостах приводить до таких висновків:

- 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 практично тих самих законів, що властиві повеням теплового періоду, хоч і за децю інших умов їх формування;

- величини максимальних витрат води холодного періоду можуть децю перевищувати максимуми теплового періоду, але для малих площ водозборів вони однозначно менші за теплі.

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

Враховуючи насиченість території стоковими водпостами в діапазоні водозборів від 25 до 10000 км², стає можливим застосування найбільш надійного методу аналогії за такою редуційною формулою:

$$Q_{P\%} = q_{1\%} \left(\frac{A_q}{A} \right)^n \lambda_{P\%} A, \quad (8)$$

де $Q_{P\%}$ - максимальна витрата води розрахункової забезпеченості, м³/с;

$q_{1\%}$ - модуль максимальної витрати 1%-ної забезпеченості, м³/с км²;

A_a – площа водозбору ріки-аналога, км²;
 A – площа водозбору у розрахунковому створі, км²;
 $\lambda_{p\%}$ – коефіцієнт переходу від максимальної витрати 1%-ної забезпеченості до витрат p -ної забезпеченості;

n – коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати залежно від площі водозбору.

Очевидним є те, що основним інструментом вказаної формули є саме коефіцієнт редукції n , зважаючи на суттєве збільшення (на 20-50%) модулів максимальних витрат річок арпаття, після врахування видатних повеней 1998 і 2001 рр., видається необхідним і дільним визначитись, як з величиною коефіцієнта редукції n , так і з областю застосування укладеної формули.

З цією метою досліджені залежності $Q_{1\%}=f(A)$ в логарифмічних координатах. Дослідження базувалося на:

- форма залежності практично однакова для повеней холодного і теплого періодів, а також гальнених максимумів;

- залежність різко змінюється в районі 60-100 км², визначаючи саме тут верхній ліміт застосування редукційної формули;

- коефіцієнт редукції від зазначеного ліміту і в бік більших площ є практично закономірним для повеней різного походження, а також узагальнених величин, і коливається в діапазоні $\pm 5-6\%$ і є близьким до $n=0,40$.

Таким чином, область застосування і основний інструмент редукційної формули дістали своє підтвердження, а сама формула – право на застосування на більшості території арпатської, Львівської і Івано-Франківської областей у визначеному діапазоні. Очевидним є те, що в діапазоні площ водозборів, менших за 60-100км², краще застосовувати формули типу меншої інтенсивності стоку, але значні зміни в уявленнях про величини максимальних витрат води, шару максимального стоку, максимальних опадів та їх редукції у часі обумовлюють необхідність перевірок і відповідно коригування основних параметрів формули граничної інтенсивності, наведених у діючих нормативах.

Слід використати безпосередньо графічну залежність модулів максимальних витрат води від площ водозборів, менших за 100км², що є практично унікальною можливістю для такого діапазону площ і гарантією від суттєвих помилок. Крім того, для малих водозборів, висота яких не перевищує 150-500 м над рівнем моря, слід застосовувати понижуючий коефіцієнт 0,815, що обумовлює різницю в редукції опадів на Закарпатській низовині та в горах згідно з діючим нормативом. Таким чином, такий спосіб отримана можливість визначення максимальних витрат води дуже малих річок.

Література

1. *Большаков В.О., Белятинський А.О.* Визначення витрат води під час повеней программетричним методом. // Вісник Транспортної академії України та Укр. трансп. ун-ту. – 1998. – т.2. – С. 64-67.

2. *Белятинський А.О., Поліщук М.М.* Прибережні захисні смуги на меандрівних річках. // Вісник наук. праць Луганського нац. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки (Будівництво). – Луганськ, ЛАУ, 2006. – № 67 (90). – С.36-39.

3. *Byelyatynskyy Andriy* Application of cosmic survey for analysis of network automobile roads condition and bridge passage // 8th International Road Conference. Budapest, Roads and Bridges in Europe. – Budapest (Hungary). – 2001. – НІД 13.