

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ФОТОГРАМЕТРІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ВОДИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ

У місцях перехрещення автомобільних доріг з річками та іншими водотоками проектується комплекси інженерних споруд, серед яких найчастіше зустрічаються мостові переходи. Споруди мостових переходів взаємодіють з водним потоком, що пов'язано з небезпекою затоплення, підмиву і розмиву їх текучою водою. Щоб споруди були запроектовані правильно, тобто щоб вони були стійкі і їх можна було експлуатувати упродовж всього строку служби, необхідно ґрунтовно підійти до складання точного прогнозу витрати води під час повені.

Визначення витрати води під час повені — складна, трудомістка і в деякій мірі небезпечна робота, яка вимагає застосування різноманітних приладів та значної кількості виконавців. Для того щоб полегшити цю роботу, зменшити її вартість і підвищити точність та надійність отриманої інформації, пропонується використати фотограмметричний метод, який полягає у застосуванні стереоскопічної моделі мостового переходу в районі його майбутнього будівництва. Даний метод може також широко використовуватися і при вивченні витрати води на існуючому мостовому переході — для його обстеження з метою реконструкції.

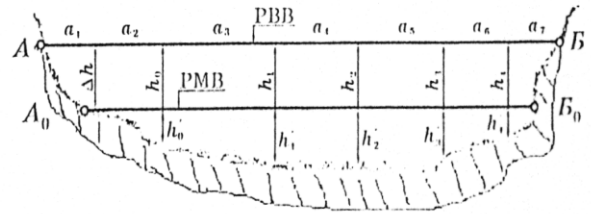
Для отримання стереоскопічної моделі автор використав аерофотознімання мостового переходу через річку Південний Буг біля с. Березівка (Кіровоградська область) з мотодельтаплану [1,2]. Аерофотознімання здійснювалось тричі, а саме: до початку повені (при найнижчому рівні води); під час повені; після проходження повені. За стереоскопічною моделлю мостового переходу побудовано живий переріз водотоку до, під час і після повені (див. малюнок) і встановлено площу живого перерізу за формулою

$$\omega = 0,5 \sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1} + h_i), \quad (1)$$

де величини a_i — це відстані між характерними точками; $h_0, h_1, h_2 \dots h_n$ визначаються так: $h_0 = h_0' + \Delta h$, $h_1 = h_1' + \Delta h$ і так далі, а величини $h_0', h_1', h_2' \dots h_n'$ визначаються під час знімання за формулою

$$h_i' = \frac{H \Delta p}{FP} = \frac{H \Delta p}{P} i, \quad (2)$$

де i залежить від відстані точки, яка розглядається, від центра знімка; H — висота польоту дельтаплану над початковою поверхнею і над точкою A_0 ; Δp — різниця поздовжніх паралаксів точок, що знаходяться на відстані h одна від одної по вертикалі; P — поздовжній паралакс точки, глибина якої визначається.



Мал. 1. Переріз водотоку під час межені (PMB), до проходження повені та під час повені (PBB).

Величину Δh визначаємо за формулою

$$\Delta h = \frac{H \Delta p}{b + \Delta p}, \quad (3)$$

де Δp — різниця поздовжніх паралаксів точок A_0, A ; b — базис фотографування; H — висота польоту над точкою A .

Величини a_i визначаємо з стереомоделі за такою залежністю:

$$a_i = \frac{B_\phi}{P_{i+1} P_i} \sqrt{(x_{i+1} P_i - x_i P_{i+1})^2 + f_s^2 (P_i - P_{i+1})^2}, \quad (4)$$

де B_ϕ — базис фотографування; x_i, P_i — абсциса і поздовжній паралакс початкової i -ї точки, виміряні на лівому знімку; x_{i+1}, P_{i+1} — абсциса і поздовжній паралакс кінцевої точки B . Площу живого перерізу водного потоку на мостовому переході з стереомоделі під час повені визначасмо за допомогою залежності:

$$\omega = 0,5 \sum_{i=1}^n \frac{B_\phi}{P_{i+1} P_i} \sqrt{(x_{i+1} P_i - x_i P_{i+1})^2 + f_s^2 (P_i - P_{i+1})^2} \cdot (h_{i-1} + h_i). \quad (5)$$

Тоді витрату води під час повені визначимо із залежності $Q = \omega V$, де V — поверхнева швидкість течії (м/с), яка з стереомоделі може бути визначена за формулою

$$V = \frac{H}{f \cdot t} \sqrt{\Delta p^2 + \Delta q^2}, \quad (6)$$

де $\Delta p, \Delta q$ — зміщення маркуючого предмета (МП) між позиціями, які визначаються фотограмметричним способом на фотограмметричному приладі «Стереонаграф-6»; t — інтервал часу між експозиціями аерознімків, які відповідають даним положенням МП (береться з реєстраційного фільму). Тоді витрату води під час повені зі стереоскопічної моделі можна визначити з кінцевої залежності

$$Q = 0,5 \sum_{i=1}^n \frac{B_\phi}{P_{i+1} P_i} \sqrt{(x_{i+1} P_i - x_i P_{i+1})^2 + f_s^2 (P_i - P_{i+1})^2} \cdot (h_{i-1} + h_i) \times \frac{H}{f \cdot t} \sqrt{\Delta p^2 + \Delta q^2}. \quad (7)$$

але при незбігу рівнів води до і після проходження повені слід враховувати коливання рівнів через амплітуду рівнів A_M . Якщо рівень води після проходження повені більший за рівень до її проходження на величину A_M , то слід визначити площу розмиву за формулою

$$\omega = 0,5 \left[\sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1} - 2A_M + h_i) - \sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1} + h_i) \right]. \quad (8)$$

Якщо рівень води після проходження повені менший за рівень до її проходження на величину A_M , площу розмиву визначимо з такої залежності:

$$\omega = 0,5 \left[\sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1} + 2A_M + h_i) - \sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1} + h_i) \right]. \quad (9)$$

А. А. Белятинский

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФОТОГРАММЕТРИИ ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ ПРИ ПРОЕКТИ-
РОВАНИИ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Резюме

Предложен способ применения методов стереофотограмметрии для определения расхода воды при проектировании мостовых переходов на фотограмметрическом приборе «Стереонаграф-6». Рассмотрены случаи живого сечения водотока от периода межени до периода весеннего паводка.

Український транспортний університет

Запропонованим методом можна визначити й інші характеристики водного потоку, які важливі при проектуванні мостових переходів, а саме: гідравлічний радіус, швидкість течії та похил водного потоку.

Література

1. Белятинський А. О. Дослідження місцевого розмиву біля опор мостів при їх реконструкції: Автореф. ... дис. канд. техн. наук/Укр. трансп. ун-т. — К., 1996. — 16 с.
2. Белятинський А. О. Визначення напрямків і швидкості течії річок з мотодельтаплана//Автомоб. комплекс України в сучасних умовах: проблеми і шляхи розвитку: Зб. наук. праць. — Укр. трансп. ун-т. — К., 1998. — С. 274–276.

A. O. Byeliatynsky

APPLICATION OF PHOTOGRAMMETRIC METHODS FOR
DEFINITION OF THE AMOUNT OF THE WATER DIS-
CHARGE DURING THE DESIGNING OF BRIDGE

Summary

The way of application of photogrammetric methods for definition of the water discharge with designing of bridge on the photogrammetric device «Stereoanagraf-6» is presented in the article. The cases of effective cross-section in low-flow period, before pass of a high water and during a spring high water are considered.

Надійшла 18.12. 98