

*А. А. Белятынский*  
УТУ, г. Киев

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФОТОГРАММЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Определение расхода воды во время наводнения – это сложная, трудоемкая и, в некоторой мере, опасная работа, которая требует применения разнообразных приборов и значительного количества исполнителей. Для того, чтобы облегчить эту работу, уменьшить ее стоимость и повысить точность и надежность полученной информации, предлагается использовать фотограмметрический метод, который состоит в применении стереоскопической модели мостового перехода в районе его будущего строительства. Метод может также широко использоваться и при изучении расхода воды на существующем мостовом переходе во время его обследования с целью реконструкции. Таким образом, например, для получения стереоскопической модели была использована аэрофотосъемка мостового перехода через реку Южный Буг возле с. Березовка с мотодельтаплана.

Аэрофотосъемка осуществлялась трижды, а именно: в период межени, когда имеет место самый низкий уровень воды; во время и после прохождения паводка. Пользуясь стереоскопической моделью мостового перехода, строится живое сечение водотока и устанавливается его площадь до, во время и после прохождения паводка по формуле

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

где величины  $a$  – расстояния между характерными точками;  $h_1, h_2, h_3$  определяются следующим образом:  $h_1 = h'_1 + \Delta h$ ,  $h_2 = h'_2 + \Delta h$  и так далее, а величины  $h'_1, h'_2, h'_3$  находятся во время съемки по формуле

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

где  $i$  зависит от расстояния между точкой, которая рассматривается, и центром снимка;  $H$  – высота полета дельтаплана над начальной поверхностью и над точкой  $A_0$ ;  $\Delta p$  – разность продольных параллаксов точек  $A_0, A$ , которые находятся на расстоянии  $h$  одна от другой по вертикали;  $P$  – продольный параллакс точки, глубина которой определяется.

Величина  $\Delta h$  находится по формуле

$$\Delta h = H\Delta p/b + \Delta p, \quad (3)$$

где  $b$  – базис фотографирования.

Величины  $a_i$  определяются на стереомодели по зависимости

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

где  $B_\phi$  – базис фотографирования;  $x_i, P_i$  – абсцисса и продольный параллакс начальной  $n$ -ой точки, измеренные на левом снимке;  $x_{i-1}, P_{i-1}$  – абсцисса и продольный параллакс конечной точки. Площадь живого сечения водного потока на мостовом переходе во время наводнения находится по зависимости

$$\omega = 0,5 \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{P_{i-1}P_i} \sqrt{(x_{i-1}P_i - x_iP_{i+1})^2 + f^2k(P_i - P_{i-1})^2} \times (h_{i-1} + h_i). \quad (5)$$

Тогда расход воды во время наводнения определится зависимостью  $Q = \omega V$ , где  $V$  – поверхностная скорость течения в м/с, которая по стереомодели может быть определена по формуле

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

где  $\Delta p, \Delta q$  – смещение маркируемого предмета (МП) между позициями, которые определяются фотограмметрическим путем на фотограмметрической станции “Стереонаграф-6”;  $t$  – интервал времени между экспозициями аэроснимков, которые отвечают данным положениям МП (берется с регистрационного фильма).

Если уровень воды после наводнения больше, чем до его прохождения на величину  $A_m$ , то надлежит определить площадь размыва по формуле

$$\omega = 0,5 \left[ \sum_{i=1}^n a_i (h''_{i-1} - 2A_m + h''_i) - \sum_{i=1}^n a_i (h'_{i-1} + h'_i) \right]. \quad (7)$$

Предложенный метод позволяет определять и иные характеристики водного потока, которые необходимы при проектировании мостовых переходов: гидравлический радиус, скорость течения и уклон водного потока.