

# ОБСТЕЖЕННЯ АЕРОМЕТОДАМИ ПЕРЕХОДІВ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОМОБІЛІВ

А. О. Белягинський

Автомобільні дороги перетинають численні річки та інші водні перешкоди. Для подолання водної перешкоди будують систему споруд, яка і є переходом через водотік. Штучні споруди та підходи до переходу є основними транспортними спорудами переходу через водотік, оскільки на них відбувається рух автомобілів та інших транспортних засобів. Перехід через водотік є складовою частиною дороги, тому при його будівництві та експлуатації необхідно перш за все враховувати основну вимогу – найкраще і безперебійне обслуговування перевезень на дорозі. Після побудови споруд переходу, які стискають водотік, біля них розвиваються розмиви, в більшості випадків значно більш небезпечні, ніж природні руслові перетворення. Інколи виникають такі ситуації, коли штучна споруда може бути занесена наносами, які розподіляються на руслоформуючі і неруслові. Їх розрізняють за походженням. Неруслові наноси – дрібні часточки ґрунту – утворюються при поверхневому стіканні води зі схилів місцевості. Вони не приймають участі в формуванні русла. Руслоформуючі наноси утворюються головним чином під час руслового стоку за рахунок руйнування корінних порід у верхів'ях річки та її приток.

Кількість наносів, які може переносити потік в одиницю часу, називають транспортуючою здатністю. Фактична кількість наносів, яка переноситься потоком води в одиницю часу, називається витратою наносів. Витрата руслоформуючих наносів в річковому руслі, яке розмивається, пов'язана зі швидкістю водного потоку і обов'язково дорівнює його транспортуючій здатності.

Здатність потоку транспортувати руслоформуючі наноси може бути підрахована, якщо відома висота підкидання часточок під час руху наносів  $h$ , концентрація цих наносів у воді  $P_n$  і швидкість їх переміщення  $V_n$ . Тоді кількість руслоформуючих наносів, що переносяться потоком на одиницю його ширини, буде визначатися залежністю:

$$g^l = h P_n V_n \quad (1)$$

---

*Белягинський Андрій Олександрович* – канд. техн. наук, професор КНУКІМ

При застосуванні аерометодів для обстеження існуючих мостових переходів транспортуючу здатність водного потоку можна отримати по даним аерофотознімання [1]. Для цього слід визначити швидкість течії. Поверхневі швидкості визначають шляхом вимірювання зміщення деталей водної поверхні (спеціальних поплавків, що спущені на воду), які відображені на суміжних аерофотознімках, що перекриваються.

Поверхневі поплавки  $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ , що зафіксовані на планових аерофотознімках за інтервал часу  $\Delta t = t_2 - t_1$ , змістяться під дією течії на відстані  $\Delta l_1, \Delta l_2, \dots, \Delta l_n$ . Швидкість течії в цих точках отримаємо з виразів:

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{\Delta l_1}{\Delta t}; \\ V_2 &= \frac{\Delta l_2}{\Delta t}; \\ &\dots; \\ V_n &= \frac{\Delta l_n}{\Delta t}. \end{aligned} \quad (2)$$

Таким чином, для визначення значень швидкості течії необхідно зафіксувати моменти часу фотографування  $t_1$  і  $t_2$  і на основі вимірювання аерофотознімків отримати значення  $\Delta l$ .

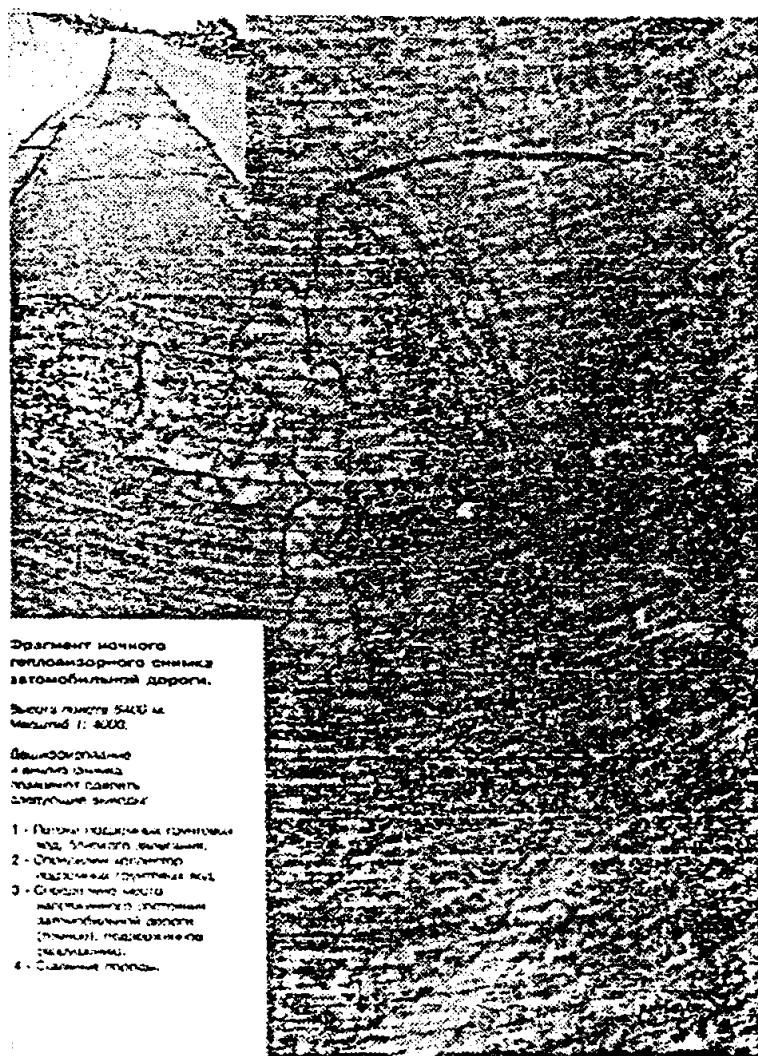
Різниці відстаней  $x_1' - x_1, x_2' - x_2, \dots, x_n' - x_n$  на лівому і правому знімках представляють собою зміщення точок поверхні води в масштабі фотографування. Для отримання швидкості течії на цих ділянках необхідно знати масштаб аерофотознімків, тоді швидкості течії можна знайти з виразу:

$$V_i = \frac{(x_i' - x_i)H}{\Delta t \cdot f_k}, \quad (3)$$

де  $H$  – висота польоту, м;  $f_k$  – головна фокусна відстань аерофотоапарата, мм;  $\Delta t$  – інтервал часу між моментами знімання, с;

Зміщення точок на аерофотознімках під дією течії аналогічні різницям поздовжніх паралаксів  $\Delta P$  при відміні поверхні фотографування від площини. Таким чином, при побудові стереоскопічної мо-

делі за такою парою аерофотознімків перетин променів, які проєкту-  
ють зміщені точки, відбудеться в залежності від напрямку знімання  
вище або нижче від дійсної поверхні води. Тому при стереоскопічно-  
му розгляді пари знімків поверхня води буде здаватися опуклою або  
увігнутою тим більше, чим більше швидкість течії. Користуючись  
цим явищем, зміщення точок під дією течії можна виміряти стерео-  
фотограмметричним способом з точністю  $\pm 0,03-0,05$  мм в масштабі  
аерознімків (мал. 1).



Мал.1. Фрагмент нічної тепловізорної зйомки автомобільної дороги  
за матеріалами Українського аеро-космічного агентства "Магеллан"

У цьому випадку різниці поздовжніх паралаксів  $\Delta P_n$ , вимірянних вздовж течії, відповідають величинам  $\Delta l$ . Таким чином, при стереофотограмметричному методі вимірювань формула для визначення значень швидкості течії може бути представлена у вигляді:

$$V_i = \frac{\Delta PH}{\Delta t \cdot f_k} \quad (4)$$

Транспортуюча здатність водного потоку визначиться такою формулою:

$$g^i = n \cdot \rho_o \frac{\Delta PH}{\Delta t \cdot f_k} \quad (5)$$

Користуючись отриманою залежністю, можна під час обстеження переходу з літака встановити можливість занесення наносами пилучної споруди, а отже скласти уяву і про безпечне функціонування цього переходу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Белятинський А. О. Застосування методів фотограмметрії для обстеження заплавних насипів з метою оцінки безпеки руху на них // Безпека дорожнього руху України: Наук.-техн. вісник. – К., 2000. – № 3(8). – С. 45 – 47.