

# ИЗМЕРЕНИЕ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ КРИВЫХ ТЕЧЕНИЯ В ИЗЛУЧИНЕ ДУНАЯ В ВИШЕГРАДЕ И НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕЛЕ

Л. КИШ ПАПП

Кафедра Фотограмметрии Института Геодезии, Будапештского Технического Университета  
(Поступило 1 июля 1976 г.)

## 1. Введение

В Будапештском Техническом Университете в Лаборатории Гидрохозяйственного и Гидротехнического Института уже много лет ведутся испытания на реке Дунае на участке *Вишеград-Кишмарош*, связанные с изготовлением исполнительных планов и программ строительства регулирующего гидротехнического сооружения и разделительной стенки на стрелке острова. Цель исследований: осуществление подходящего распределения воды между малыми, средними и большими водотоками, чтобы в обоих рукавах сохранить равновесие движения наносов при соответствующих пропорциях расходов воды и создать подходящие условия для ледохода.

Кафедра Фотограмметрии Будапештского Технического Университета проводила определение кривых течения на поверхности воды методом наземной фотограмметрии.

## 2. Определение вида поверхностного течения на Дунае

Для определения на местности картины течения *Дуная* на *Вишеградском* участке условия были подходящие. С Вишеградской крепости этот участок Дуная был хорошо виден и легко фотографировался. В подготовительный период работы была найдена точка стояния инструмента, а ее координаты были определены геодезическим способом.

Известно, что подобные испытания на Дунае проводились в 1953 г. [1], [2]. Опорные точки для определения кривых течения были обозначены тогда факелами. В настоящих испытаниях применялись светящиеся поплавки. Поплавки были отправлены от профиля на 1 694,5 км (рис. 1). Поплавки были сделаны из искусственного материала и были погружены до 9/10-ых в воду. Этим пытались уменьшить побочное влияние ветра и создать условия, похожие на условия движения ледохода. Число поплавков было 21 и они были установлены на место с быстроходной моторной лодки. Лодки были связаны между собой и с берегом с помощью радио, и этим было достигнуто, что в

момент отправления поправки располагались на одной линии на расстоянии 35—40 м друг от друга.

Снимки изготавливались фототеодолитом Цейсса. Для того, чтобы было бы можно обрабатывать ночные снимки, накануне были сделаны дневные снимки, на которые в последствии в период обработки были спроектированы ночные снимки с помощью освещенных опорных точек. Для определения скорости поплавок применялся следующий метод: в начале съемки крышка объектива камеры была удалена на определенное время, а потом объектив



Рис. 1

закрывался и открывался несколько раз на одну минуту. Таким образом на негативе движение поплавок было обозначено прерывистыми линиями, по которым можно было судить о длине пути, проделанного одним поплавком за одну минуту. Снимки были трансформированы до масштаба 1 : 2 000 на трансформаторе СЕГ-5 с помощью опорных точек. На рисунке 2 показывается карта, изготовленная по трансформированным снимкам, на которую были нанесены линии путей 8 поплавок. По кривым течения были определены условия скоростей в различных местах русла.

### 3. Измерение кривых течения на модели

#### 31. Изготовление модели

В лаборатории Гидрохозяйственного и Гидротехнического Института была изготовлена модель исследуемого участка Дуная. Горизонтальный масштаб модели был 1 : 2 000, а вертикальный — 1 : 40. До построения про-

филей была изготовлена карта с горизонталями и изобатами в масштабе 1 : 2 880 на основе топографической карты 1 : 10 000 м-ба. По этой карте были изготовлены профили на бумаге, по которым изготавливались позднее профили из фанеры, которые устанавливались на место спомощью нивелирования и измерения длин линий. Участки между профилями заполнялись песком и гравием. Только верхний слой толщиной в 5 см был из бетона. Неровность поверхности бетона была вычислена и в соответствии с этим был выбран раствор.

Установление пропорций было самой важной задачей до начала исследований. В результате этого был определен размер соответствия модели и действительности. Для определения пропорциональности модели основой служило уже известное количество воды, протекающее на участке *Сент-эндре—Вау*.

Определение кривых течения на поверхности воды велось с помощью наземной фотограмметрии.

### 32. Изготовление фотограмметрических снимков

Для изготовления снимков наземной фотограмметрии были сооружены подмости высотой 4,5 м, с которых открывался вид на воду модели без помех.

Положение кривых течения регистрировалось несколькими способами. В одном случае в русле устанавливались светящиеся поплавки и съемка велась в следующем порядке: 10 сек. — экспозиция, 5 сек. — закрытый объектив, 10 сек. — экспозиция, 5 сек. — закрытый объектив и т. д.

В другом случае кривые течения отмечались конфетой и марганцево-кислым калием. Съемку производили ночью и при этом использовали негативы на стекле Геверт размером 6,5 × 9,0 см и чувствительностью 21 дин. Съемка велась стереокамерой Вильд Ц-4.

По обозначившимся на снимках линиям были найдены кривые течения воды и вычислены условия скоростей течения воды в различных местах русла (фото 1). Снимки делались при различной высоте воды в ситуации, соответствующей настоящему положению после постройки всех гидротехнических сооружений.

### 33. Определение опорных точек

Из-за того, что снимки изготавливались при наклонном положении оси камеры, для их трансформирования нужны были опорные точки. На модели были обозначены четыре опорные точки, в которых были поставлены карман-

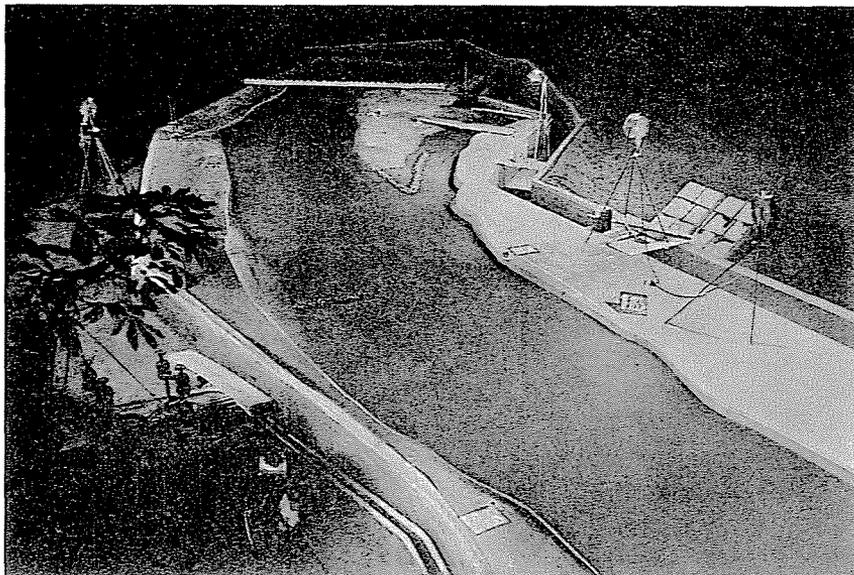


Рис. 2

ные фонари. Эти опорные точки каждый раз попадали на негатив. Координаты опорных точек были определены геодезическим методом.

### *34. Обработка снимков*

Перед обработкой снимки трансформировались в Картографическом предприятии на трансформаторе СЕГ 5, в результате чего была изготовлена фотокарта зеркала воды в масштабе 1 : 100. По негативам фотокарты и по контактными позитивам производили измерения в различных профилях русла с целью определения кривых и скоростей течения.

В период испытаний действие регулирующих гидротехнических сооружений исследовалось в нескольких вариациях. Отдельно испытывалось влияние защитной дамбы и разделительной стенки на стрелке острова. Затем испытывалось совместное влияние управляющего сооружения, расположенного на правом берегу, и поперечной плотины на распределение воды и на образование кривых течения.

Исследования в нескольких вариантах дали приблизительное решение проблемы, но по мнению специалистов потребуются новые испытания для определения судоходности реки, при которых будет опять применяться метод наземной фотограмметрии.

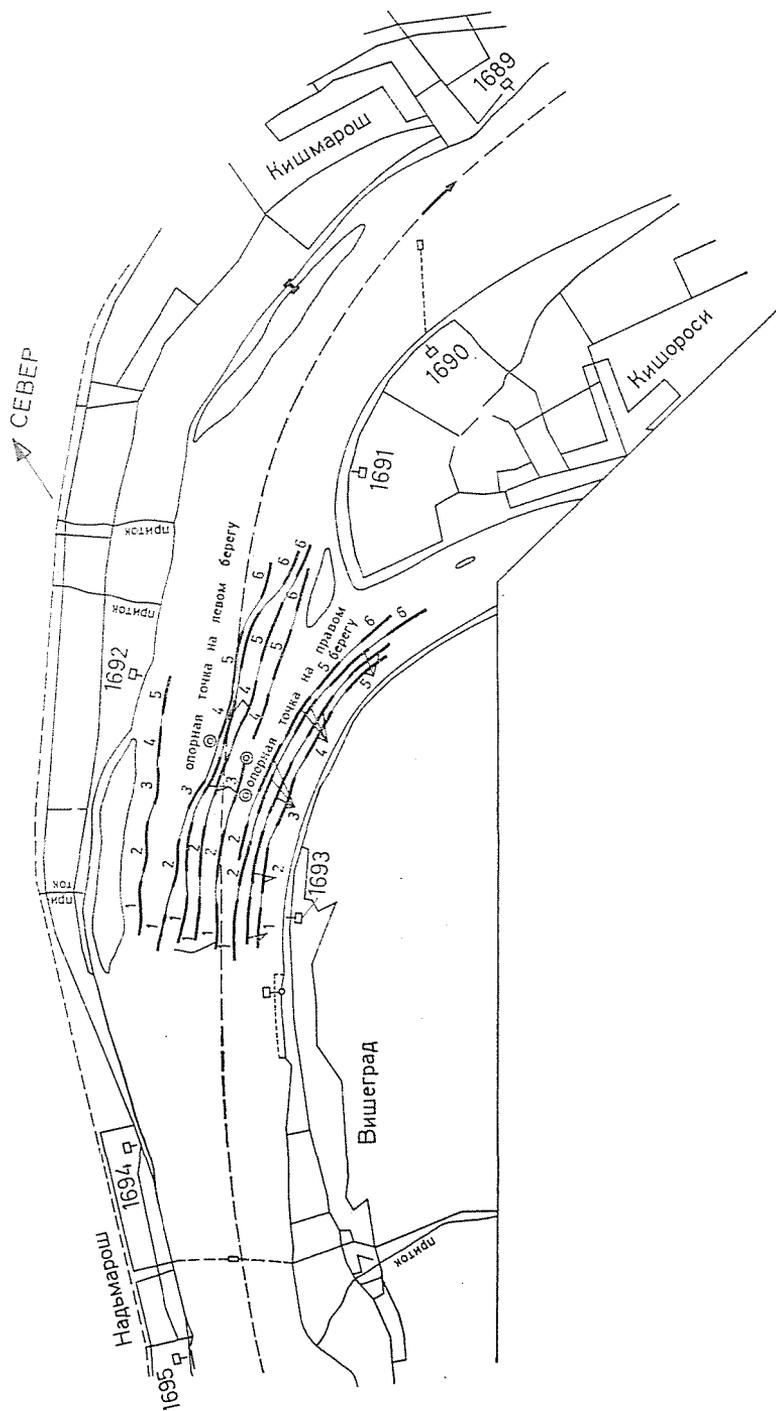


Рис. 3

## Резюме

В Будапештском Техническом Университете в Лаборатории Гидрохозяйственного и Гидротехнического Института уже много лет ведутся испытания на реке Дунае на участке *Вишеград—Кишмарош*, связанные с изготовлением программ и планов строительства регулирующего гидротехнического сооружения и разделительной стенки на стреле острова.

На первой стадии испытаний изготавливались фотограмметрические снимки на месте в ночных условиях с помощью светящихся поплавков для определения кривых течения. Снимки изготавливались фототеодолитом Цейсс.

На второй стадии испытания велись на модели масштаба 1 : 200, построенной в Лаборатории. Снимки изготавливались стереокамерой Вильд Ц—4 при различных отметках воды. Кривые течения отмечались светящимися поплавками. В русле реки были поставлены все гидротехнические сооружения, с помощью которых запланировано регулирование и распределение воды и условий течений в обоих рукавах Дуная. Трансформирование снимков велось на трансформаторе СЕГ 5, была изготовлена фотокарта масштаба 1 : 200, по которой изучались необходимые явления.

## Литература

1. Ханко, Г.: Определение линий течения Дуная с помощью фотограмметрии.\*
2. Ханко, Г.: Фотограмметрическая съёмка линий течения.\* Материалы фотограмметрического конгресса в Лиссабоне. 1964 г.
3. Ханко, Г.: Значение фотограмметрии в инженерной практике.\* Конспекты Института по повышению квалификации инженеров. 1955 г.
4. ADLER, E.: Universale Meßkammer für nichttopographische Anwendungen der Photogrammetrie. XI. Int. Photogrammetrischer Kongreß in Lausanne, 1968.
5. ADLER, E.: Anwendungsmöglichkeiten der Stereophotogrammetrie bei Untersuchungen von kinematischen Erscheinungen XI. Int. Photogrammetrischer Kongreß in Lausanne, 1968.

Доц. д-р Ласло Киш Папп, Н-1521 Будапешт

\* На венгерском языке.