



"TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI" MILLIY TADQIQOT
UNIVERSITETI



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

Предмет:

Гидрология

Тема

09

Кривые расхода воды



НАЗРАЛИЕВ ДИЛШОД
ВАЛИДЖАНОВИЧ



доцент кафедры гидрологии
и гидрогеологии

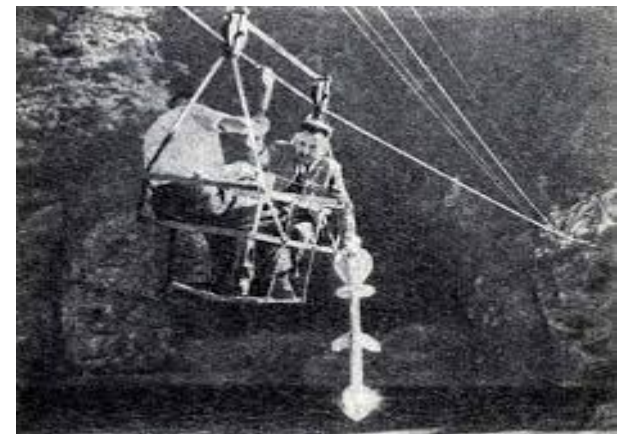
1

ПЛАН ТЕМЫ:

- ❑ Связь между расходами и уровнями воды ;
- ❑ Вычисление ежедневных расходов и стока воды

Связь между расходами и уровнями ВОДЫ

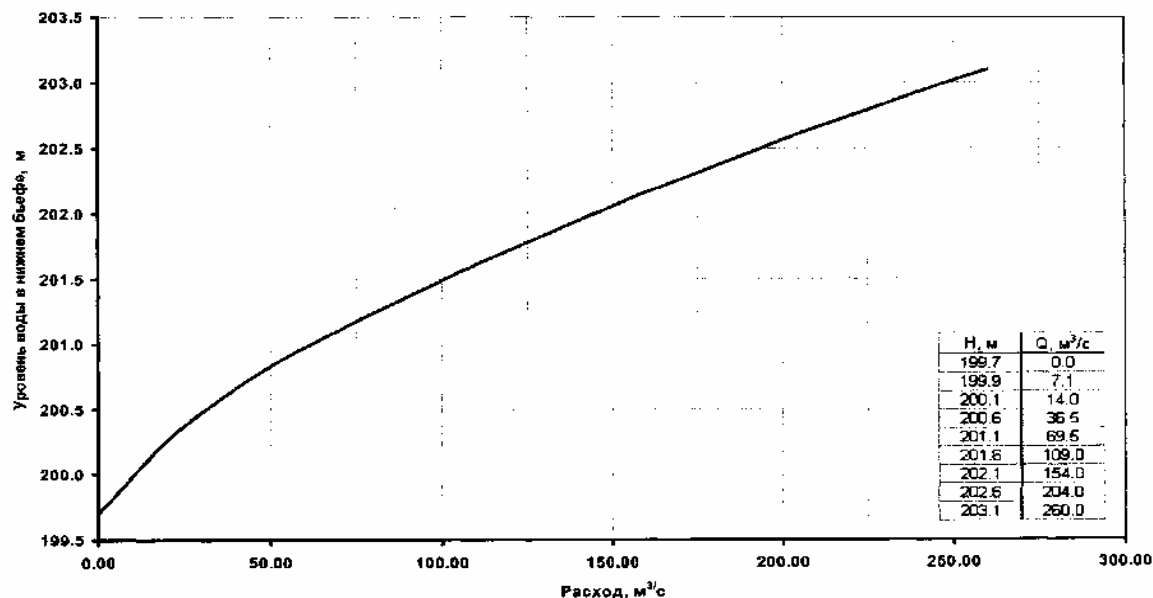
Измерение расходов воды весьма трудоемкое дело, поэтому их измеряют сравнительно редко. Значительно проще и чаще ведутся наблюдения за уровнями воды.



Между расходом воды и уровнем существует гидравлическая связь.

Имея ряд расходов воды, измеренных при различных уровнях, можно установить эту связь для соответствующего сечения водотока.

Кривая зависимости расходов от уровней воды в нижнем бьефе



Обычно она выражается графически в виде кривой $Q=f(H)$ и называется **кривой расходов воды**

В стандартную программу производства гидрометрических работ входит построение кривых $Q=f(H)$, для чего применяется формула Шези

Формула Шези — формула для определения средней скорости потока при установившемся равномерном турбулентном движении жидкости в области квадратичного сопротивления для случая безнапорного потока. Опубликована французским инженером-гидравликом А. Шези (Antoine de Chézy, 1718—1798) в 1769 году. Применяется для расчётов потоков в речных руслах и канализационных системах.

$$V = C \sqrt{R \cdot I},$$

V — средняя скорость потока, м/с;

C — коэффициент сопротивления трения по длине (коэффициент Шези), являющийся интегральной характеристикой сил сопротивления;

R — гидравлический радиус, м;

I — гидравлический уклон м/м.

Для чего русло реки

Делится на отсеки с одинаковым показателем шероховатости русла и поймы и одинаковым уклоном, и для каждого такого отсека строится кривая $Q=f(H)$.

Далее эти кривые суммируются, и строится общая кривая.

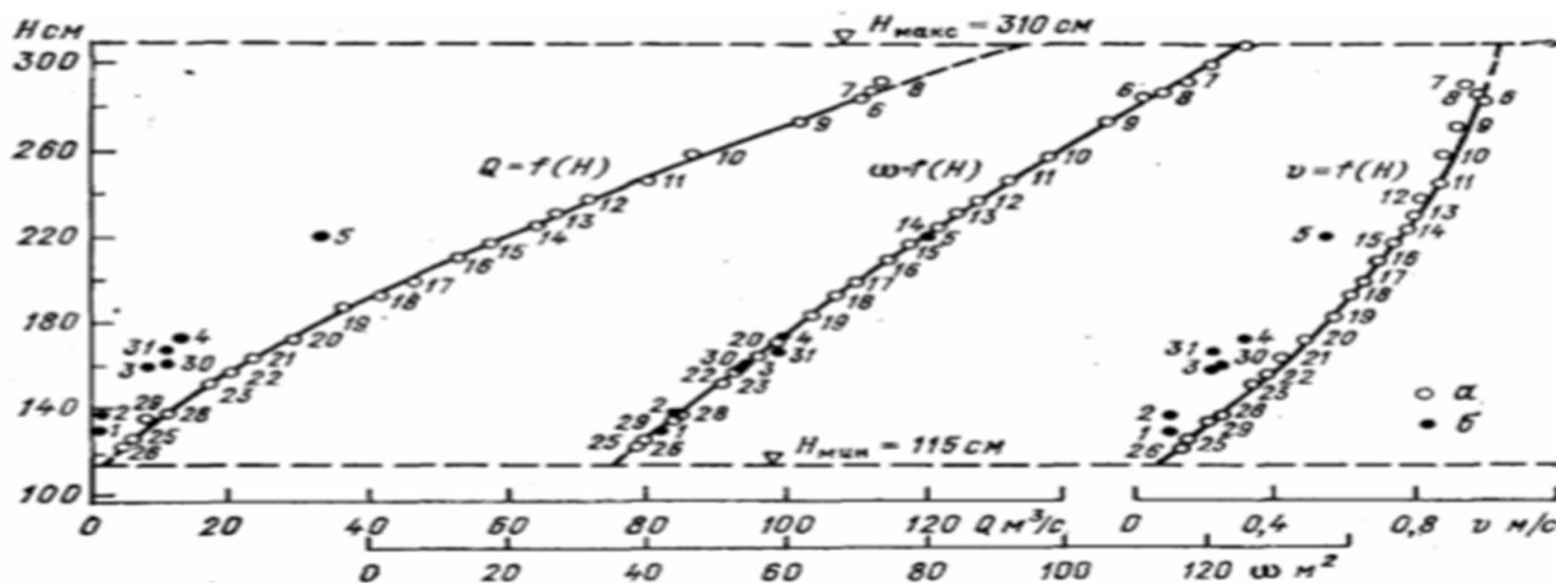


Рис. 6.5. Кривые расходов воды, площадей живого сечения и средних скоростей при установившемся движении воды.

Коэффициент шероховатости

Коэффициент шероховатости определяется в соответствии с таблицами, а уклон I берется по данным изысканий или как средний уклон лога.

В значительной части случаев коэффициент шероховатости и уклон остаются постоянными во всем диапазоне изменений уровня воды H .

В практике гидрометеорологической службы

Кривые расходов строятся по измеренным величинам:

- ежедневному уровню воды H и
- Ежедневному расходу воды Q .

Фактически определение зависимости между расходом и уровнем осуществляется на основе материалов наблюдений; таким путем получается коррелятивная зависимость.

В гидрометрии принято определять зависимость $Q = f(H)$, т. е. зависимость расходов от уровней, хотя физически независимым переменным является расход воды, а уровень — функцией.

Так принято потому, что :

- ❑ измерения уровней на гидрологических постах производятся каждый день в стандартные сроки;
- ❑ а измерения расходов вследствие большой трудоемкости осуществляются значительно реже.

Частота измерения расходов различна для разных сезонов года и неодинакова для рек с различными режимами.

Наиболее часто измеряют расходы в периоды наибольших их изменений — в половодья и паводки.

- В весеннее половодье делают 4—5 измерений на подъеме и 5—8 на спаде;
- В межень — одно измерение через 7—10 суток;
- при прохождении дождевых паводков — 1—2 измерения на подъеме и 2—3 на спаде.
- При устойчивом ледоставе и плавном изменении уровня расходы измеряют через 10 —20 суток.

Продолжительность периода, в течение которого сохраняется связь между H и Q , может быть равна году или несколькими годам.

Кривая расходов строится в прямоугольной системе координат

По оси абсцисс откладывают расходы, по оси ординат уровни.

Масштаб для Q , выбирают таким, чтобы хорда кривой составляла с осью около 45° .

Однозначная зависимость $Q = f(H)$ нарушается :

- при неустановившемся движении воды,
- при ледяных образованиях в русле,
- размывах русла и отложениях наносов,
- зарастаниях русла и
- переменном подпоре и становится неоднозначной.

Согласно теории неустановившегося движения жидкости

Уклоны поверхности воды на подъеме паводочной волны больше, чем на ее спаде.

Исходя из этого расходы во время половодья Q_p больше Q_c — расхода на спаде при одних и тех же уровнях.

Поэтому неоднозначная кривая расходов имеет петлеобразный вид с ветвями подъема и спада (на рисунке нанесена пунктиром) и называется паводочной петлей.

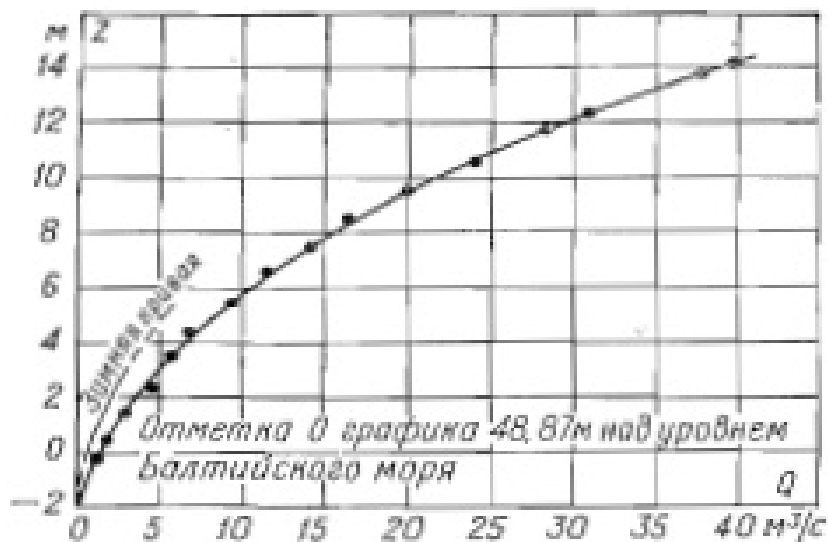


Рис. 4-2. Кривая расходов

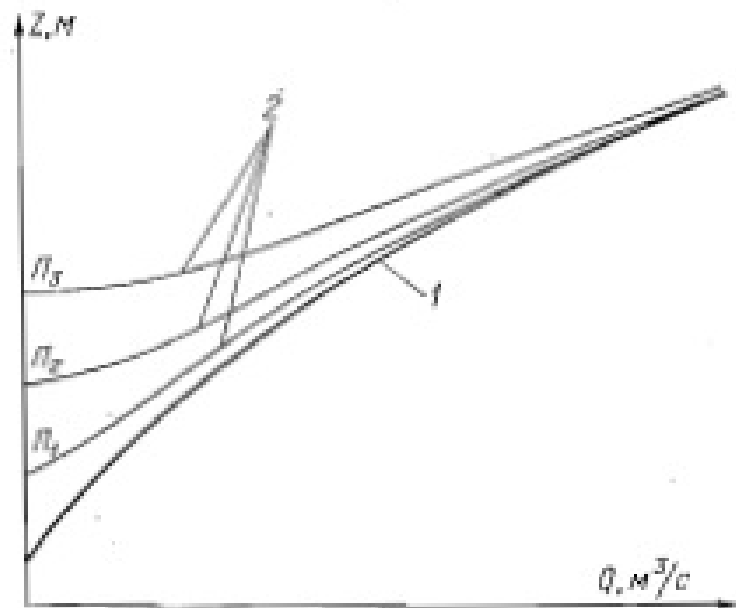


Рис. 4-3. Кривые расходов

1 — в естественных условиях; 2 — при наличии подпора — абак при отметках подпорных уровней в нижерасположенном створе P_1, P_2, P_3 ; Z и Q — уровни и расходы воды в данном створе

Наиболее четко паводочные петли выражены на больших равнинных реках.

Кривую расходов $Q = f(H)$ строим в прямоугольной системе координат совместно:

- с кривой площадей живых сечений $w = f(H)$ и
- средних скоростей $v = f(H)$,

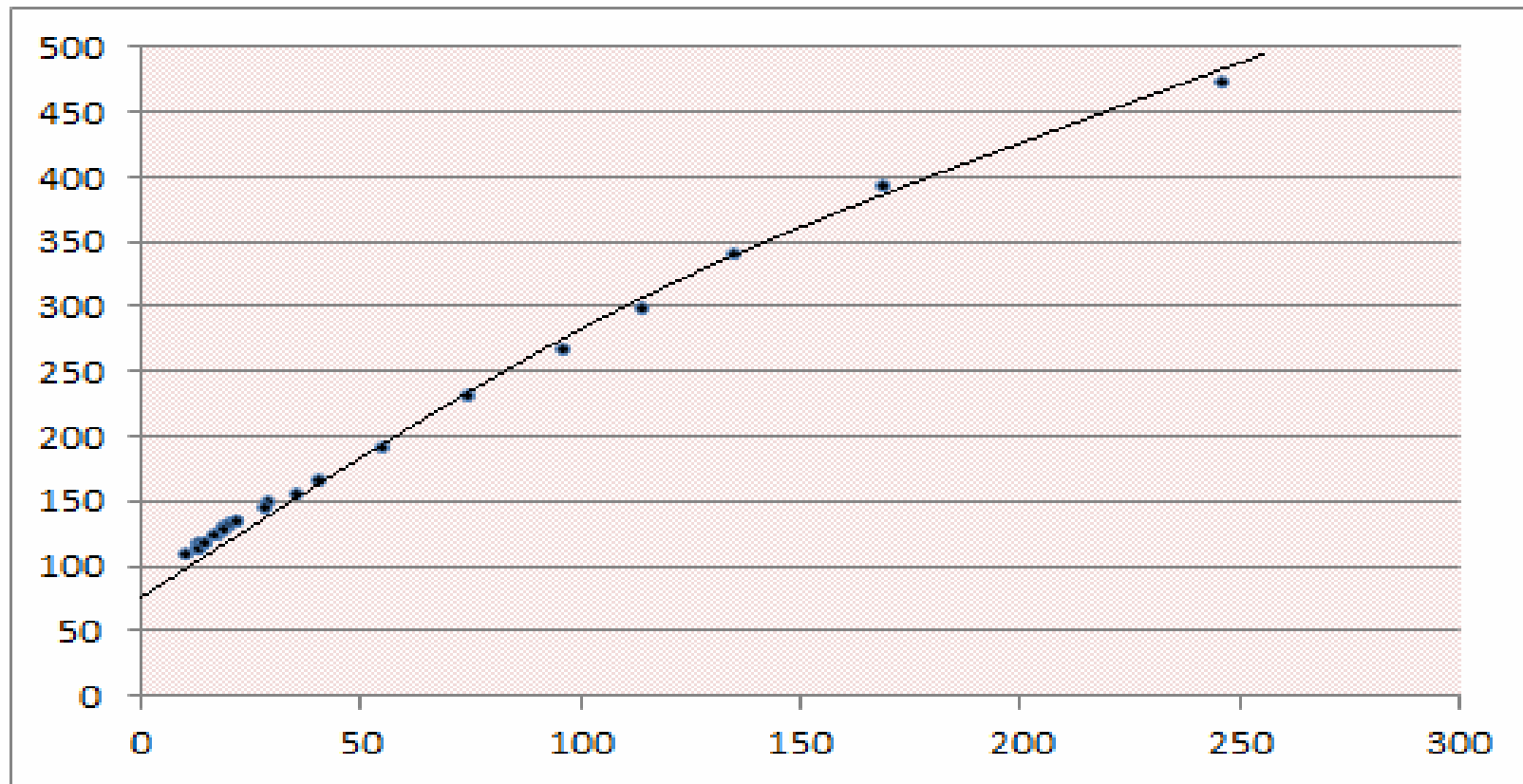
Так как расход при равномерном движении равен произведению площади живого сечения на среднюю скорость.

Кривые площадей и средних скоростей нужны для анализа надежности измеренных расходов.

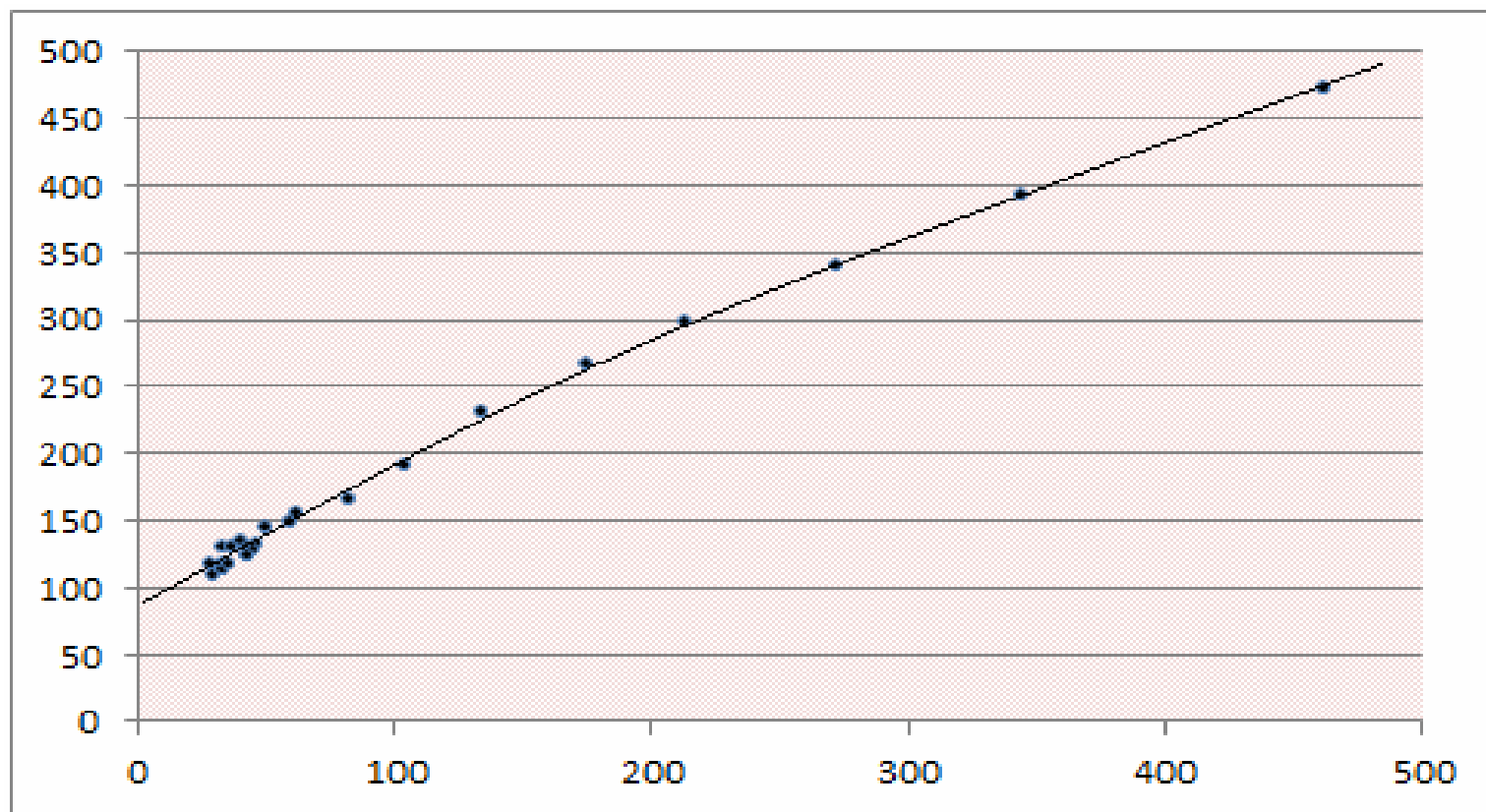
Масштаб для построения кривых выбираем таким образом, что бы:

- ❑ хорда, соединяющая концы кривой $Q = f(H)$, была расположена примерно под углом 45° к оси абсцисс,
- ❑ а для кривых $W = f(H)$ и $V = f(H)$ – под углом 60° .

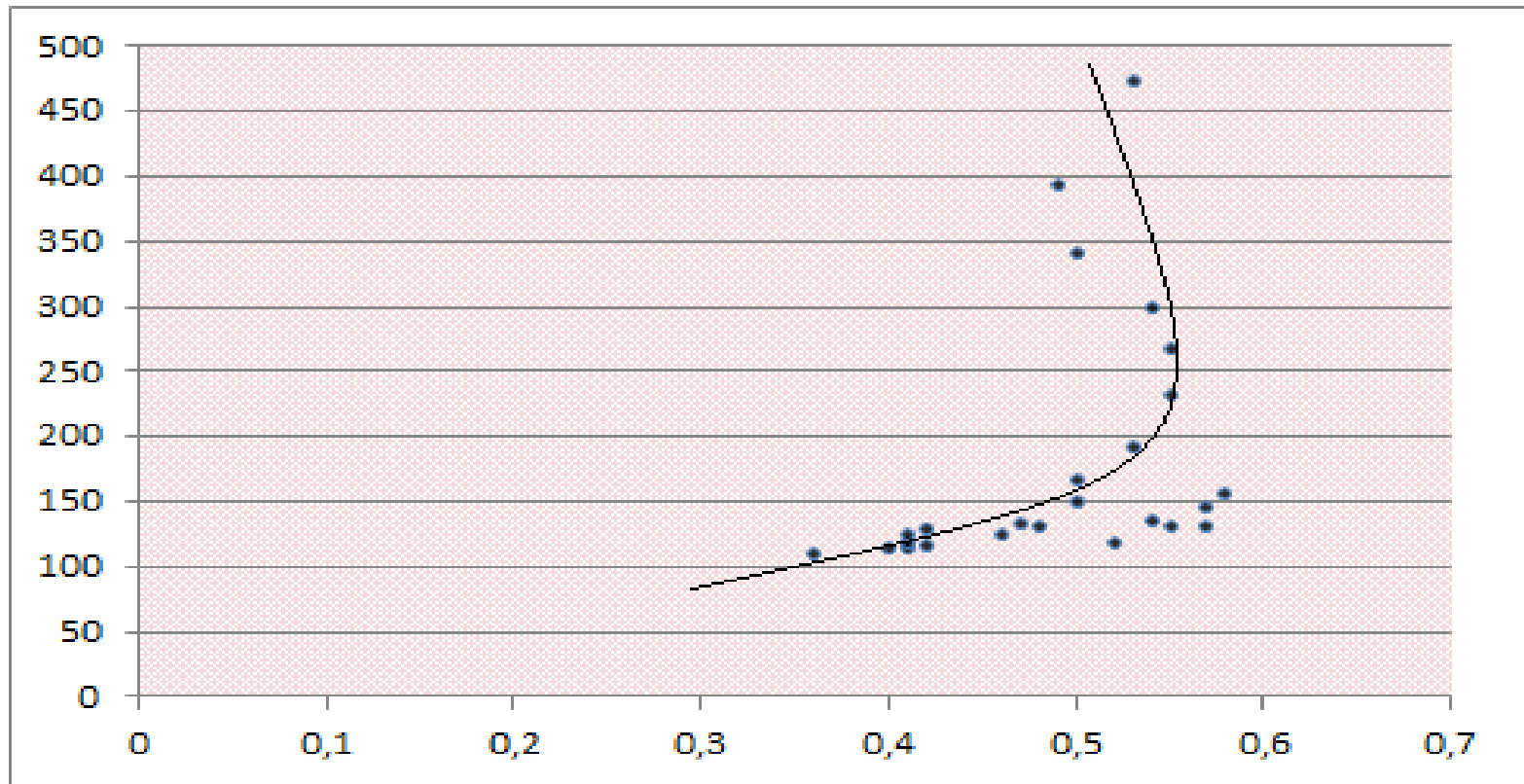
Кривая зависимости расхода от уровня воды $Q = f(H)$



Кривая зависимости площади от уровня

$$W = f(H)$$


Кривая зависимости скоростей от уровня

$$V = f(H)$$


Построение кривой расходов

Кривая $Q=f(H)$ строится в прямоугольной системе координат, причем по оси ординат откладывают уровни воды H , а по оси абсцисс – значения измеренных расходов воды Q . На этом же чертеже строят также кривые площадей живого сечения $\omega=f(H)$ и средних скоростей $v=f(H)$. Масштаб для построения кривой $Q=f(H)$ следует выбирать так, чтобы хорда, соединяющая концы кривой, была расположена под углом примерно $40-45^\circ$ к оси абсцисс, а для кривых $\omega=f(H)$ и $v=f(H)$ – под углом 60° . Около нанесенных точек проставляются цифры, соответствующие порядковым номерам расходов по ведомости измеренных расходов воды.

Увязка кривых

Увязка построенных кривых. Кривые $Q=f(H)$, $\omega=f(H)$ и $v=f(H)$ связаны между собой равенством:

$$Q = \omega \cdot v, \quad (6.13)$$

поэтому расход, снятый с кривой расходов воды для какого-нибудь уровня, должен быть равен произведению соответствующих данному же уровню значений площади и средней скорости, снятых с кривой площадей и скоростей. Увязка производится в табл. 6.3, в которую помещаются значения ω , v и Q , снятые с кривых через равные интервалы уровней (10, 20, 50, 100 см и т.д.); число увязываемых точек не должно быть менее 10. Если расхождения превышают 1%, то следует проверить кривые в рассматриваемом интервале уровня и исправить их.

Таблица 6.3

Увязка кривых $Q=f(H)$, $\omega=f(H)$ и $v=f(H)$

H , см	ω с кривой, м ²	v с кривой, м/с	Q с кривой, м ³ /с	$Q=\omega v$, м ³ /с	% расхождения

После увязки кривые закрепляют окончательно. В тех случаях, когда при помощи кривой расходов воды приходится определять большое количество значений расходов, целесообразно составить расчетную таблицу. При этом с кривой снимаются значения расходов воды через интервалы уровня от 5 до 20 см, а промежуточные значения расходов (через 1 см) определяются прямолинейной интерполяцией между расходами, снятыми с кривой для установленных интервалов. При необходимости определить расход за пределами значений измеренных расходов производят экстраполяцию кривой $Q=f(H)$.

Вычисление ежедневных расходов и стока воды

- Ежедневные (среднесуточные) расходы воды определяют по среднесуточным уровням. Для устойчивого свободного ото льда и растительности русла, периодов межени и паводка ежедневные расходы воды определяют непосредственно по кривой расходов или по расчетной таблице.
- Вычисление расходов при ледовых явлениях может быть произведено способом зимних переходных коэффициентов. Вычисленные ежедневные расходы выписываются в таблицу «Ежедневные расходы воды» (ЕРВ).
- Таблицы ЕРВ публикуются в гидрологических ежегодниках. В них помещают значения расходов воды за весь год и, кроме того, указывают значения наименьших и наибольших срочных расходов за месяцы и год.
- Данные таблицы ЕРВ служат основой для определения стока воды

Определение стока воды

Стоком называют суммарное количество воды, стекающей с водосбора за какой-либо период времени.

Суточный сток равен:

$$W_c = 86400Q_c, \quad (6.14)$$

где Q_c – среднесуточный расход воды; 86 400 – число секунд в сутках.

Сток за месяц:

$$W_{\text{мес}} = \sum_1^N W_c, \quad (6.15)$$

где N – число суток в месяце.

Аналогично можно подсчитать объем стока за год:

$$W_{\text{год}} = \sum_1^{12} W_{\text{мес}}. \quad (6.16)$$

Контрольные вопросы

- 1. Что представляет собой модель расхода?
- 2. Как определить направление гидрометрического створа?
- 3. Назовите устройства, которыми оборудуются гидрометрические створы.
- 4. Какие существуют способы измерения расходов воды с помощью гидрометрической вертушки?
- 5. В чем заключается аналитический способ вычисления расхода воды, в чем сущность графического способа вычисления?
- 6. Что такое изотахи?
- 7. Как определить расход с помощью поверхностных поплавков?
- 8. В чем заключается и когда применяется способ измерения расхода воды по уклону свободной поверхности воды и площади живого сечения?
- 9. В чем сущность способа измерения расхода воды способом смешения?
- 10. Что называют кривой расходов воды и каково ее назначение?
- 11. Какие кривые строят одновременно с кривой расходов и с какой целью?
- 12. В чем заключается увязка кривых?
- 13. Как вычислить сток воды за сутки и в любой другой период времени?