

# ПОЛЕВЫЕ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Тусупбеков Жанболат Ашикович,  
email: [gggkiovr@mail.ru](mailto:gggkiovr@mail.ru)

## ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Комплекс работ, проводимых на водных объектах с целью измерения характеристик гидрологического режима.

**Основными видами гидрометрических работ являются:**

- наблюдения за уровнем воды и оборудование соответствующих устройств;
- измерение, расходов воды и насосов, учет стока на ГЭС с производством;
- тарировки турбин и водосливных отверстий;
- наблюдения за температурой воды и толщиной льда.

Кроме этого к гидрометрическим работам также относятся - комплекс полевых работ на реках, проводимых обычно во время паводков (половодий), связанный с измерением уклонов свободной поверхности потока, глубин, скоростей течения, расходов воды и наносов.

## ПОЛЕВЫЕ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ -

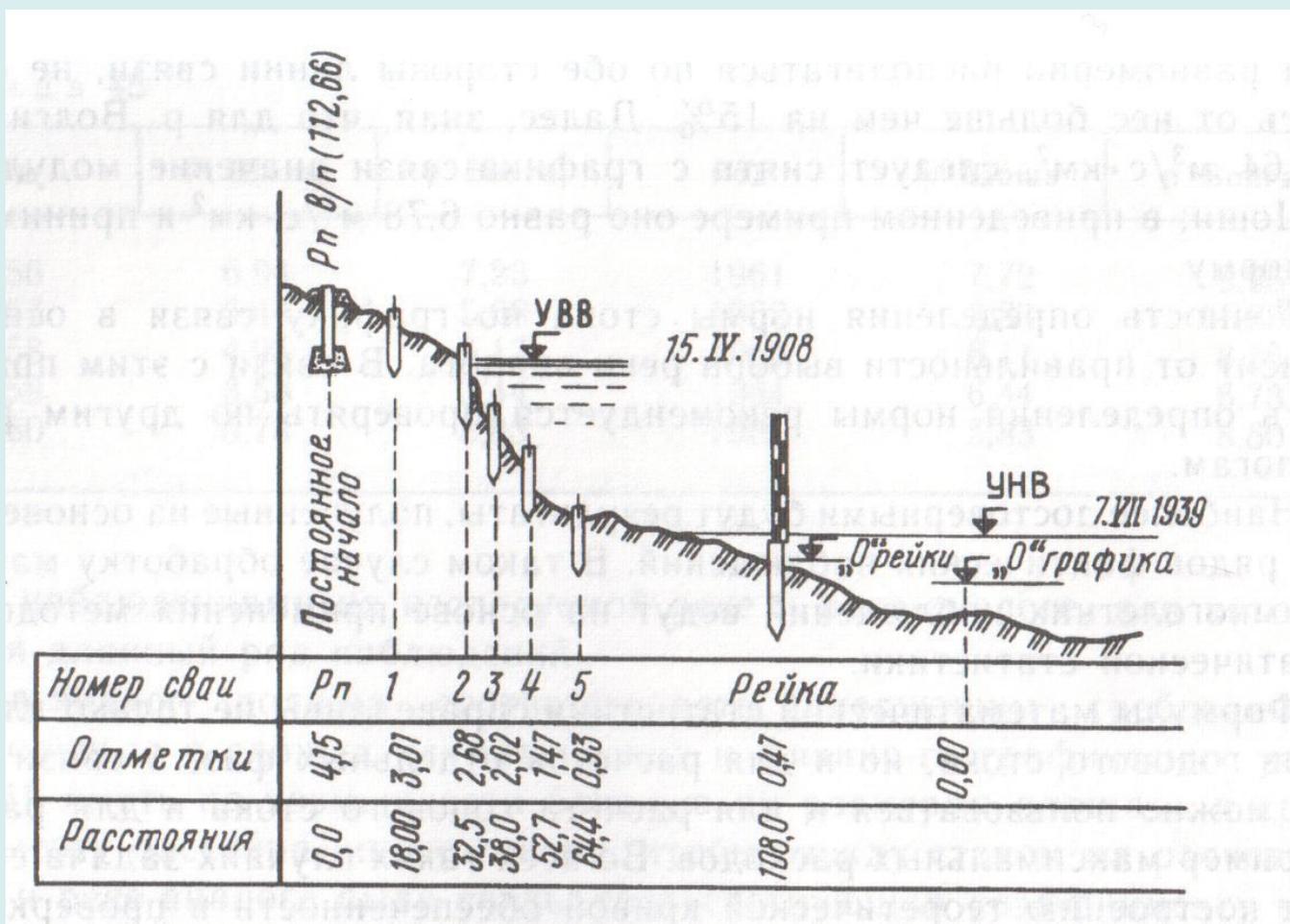
часть работ выполняемых при изысканиях и проектировании различных сооружений (освоение территорий, ГТС, гражданское или военное строительство, линий электропередач, продуктопроводы, транспортных путей, добыча полезных ископаемых и т.д.), которые проводятся непосредственно на местности (в поле).

К этим работам относятся: трассирование линии с составлением ее профиля, снятие поперечников и съемка планов в горизонталях, обход бассейнов со съемкой профилей тальвегов и сечений русел, гидрометрические работы на переходах через реки, геологические обследования со сбором образцов горных пород и бурением, изыскания и обследования источников водоснабжения, сбор метеорологических данных, сбор данных о местных строительных материалах, местной промышленности, местном населении и средствах транспорта, закрепление линии.

Наблюдения за уровнями воды в реках и водоемах ведут на водомерных постах (в/п) и гидрологических станциях.

По продолжительности работы различают: постоянные и временные посты, устраиваемые изыскательскими организациями.

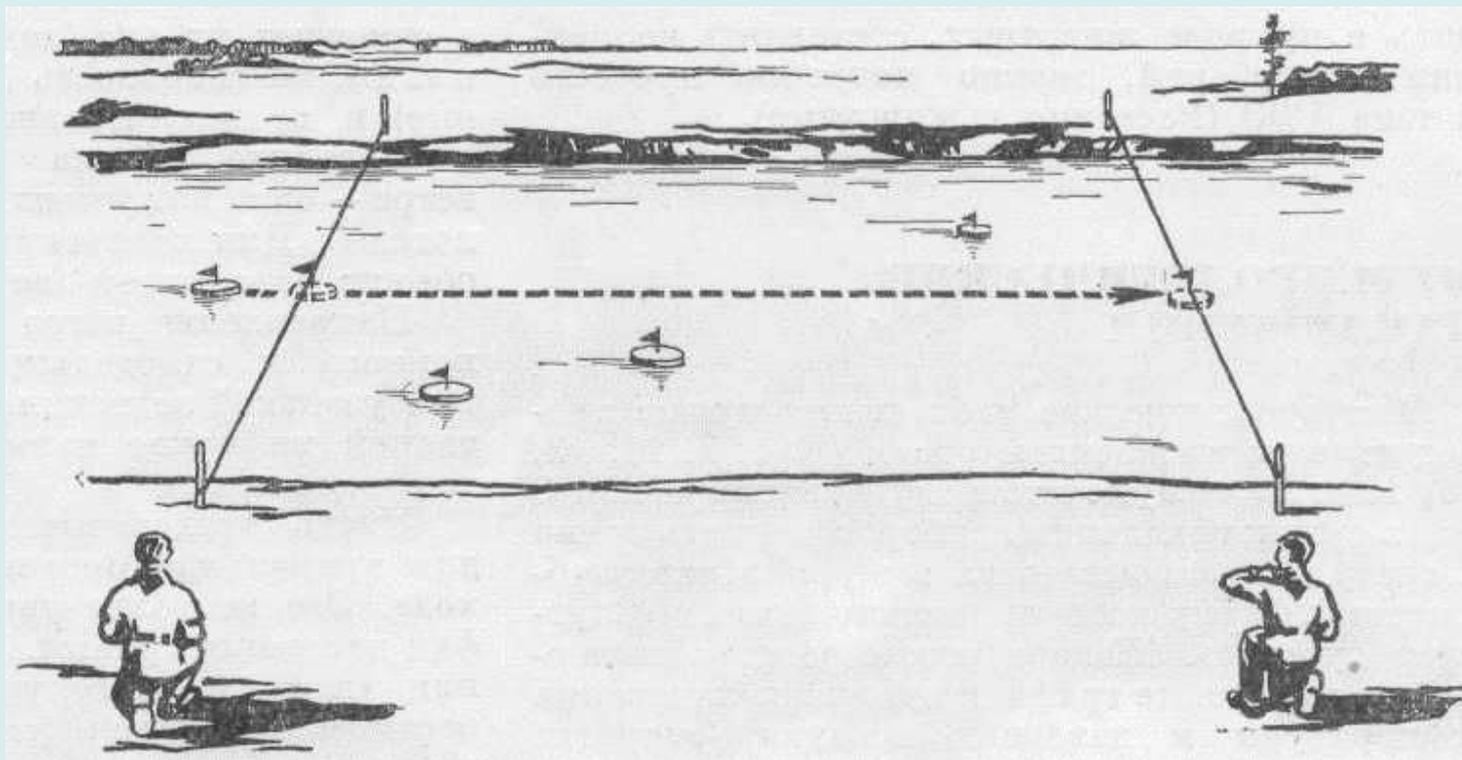
По устройству водомерные посты бывают речные, свайные, смешанные, автоматические.



# МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ И РАСХОДА

1. Поверхностными поплавками (самый простой, но и самый неточный)
2. Аналитический метод с использованием измерителей скорости (наиболее точен для рек)
3. Гидравлический метод (применяется, если нет возможности измерить скорости течения)
4. Измерение расхода водосливами (рекомендуется для измерения расходов ручьев)

# ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ПОВЕРХНОСТНЫМИ ПОПЛАВКАМИ

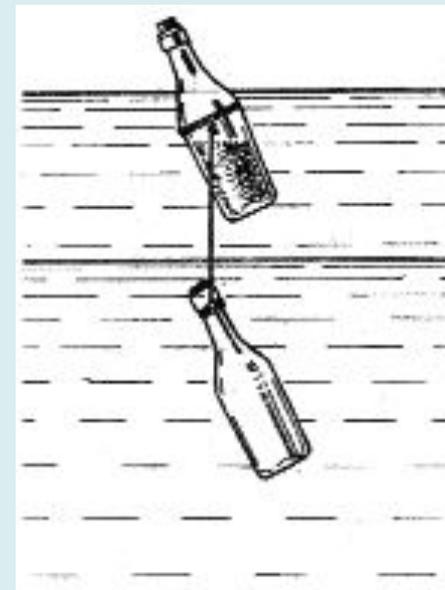
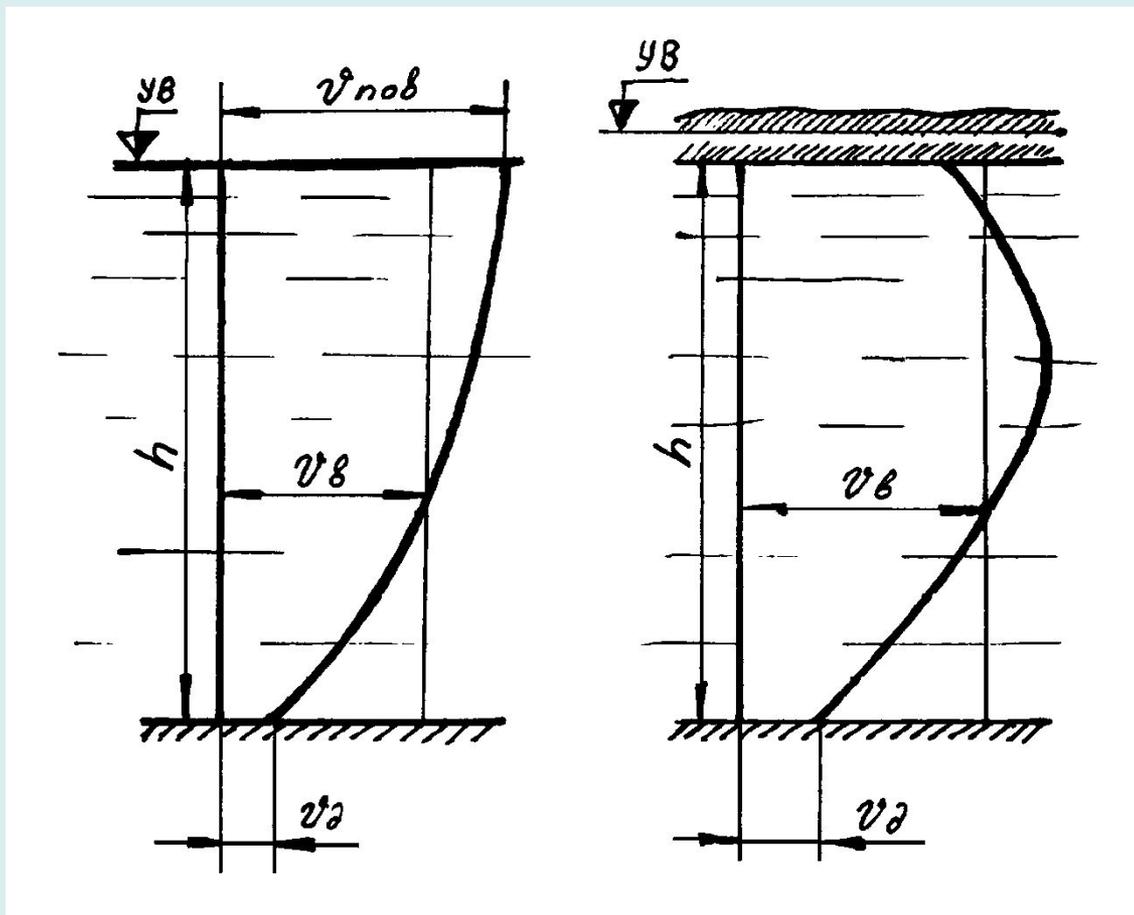


Для измерения поверхностных скоростей выбирают прямой участок длиной не менее  $L=50V_{\text{макс}}$

Поверхностная скорость  $V_{\text{п}}=L/t$ .

Средняя скорость  $V_{\text{ср}}=KV_{\text{п}}$ , где  $K$  – поправочный коэффициент от поверхностной скорости к средней, приближенно  $K=0,7...0,9$

# ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ПОВЕРХНОСТНЫМИ ПОПЛАВКАМИ



**Использование глубинных поплавков позволяет получить более достоверные результаты, в этом случае вводить поправочный коэффициент для расчета средней скорости не нужно**

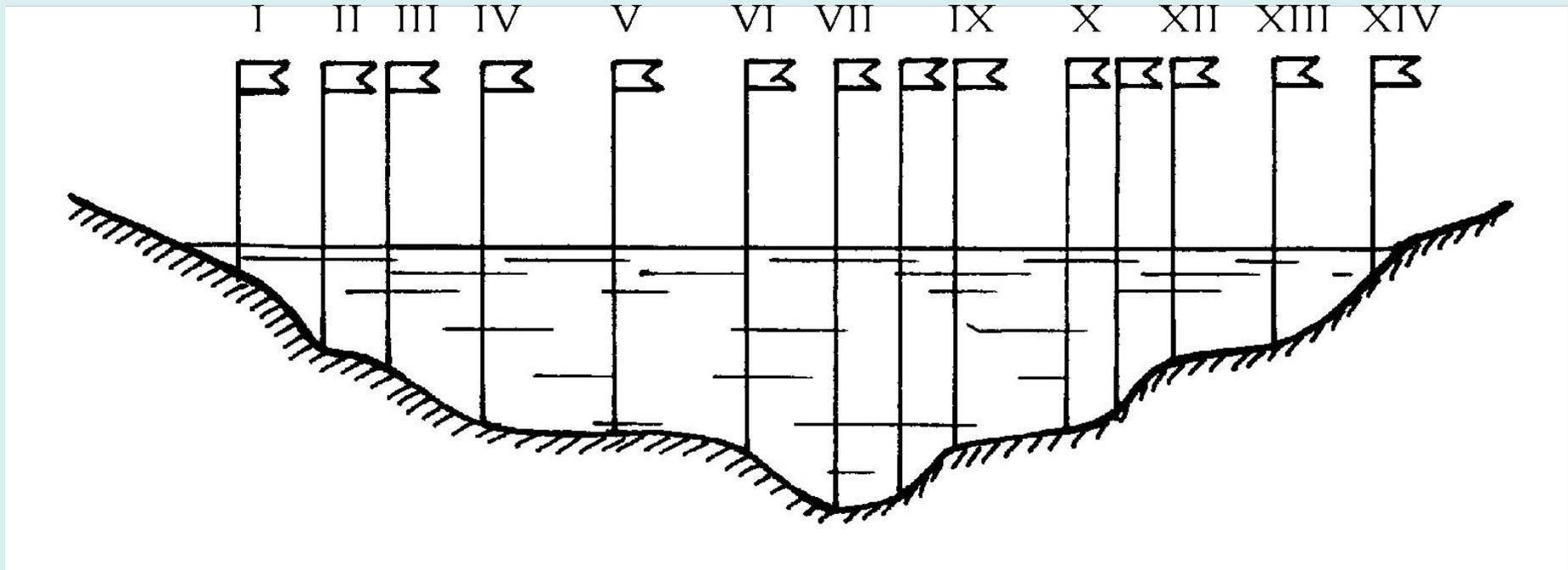
# ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ПОВЕРХНОСТНЫМИ ПОПЛАВКАМИ

**Поплавки применяют для измерения расхода воды в следующих случаях:**

- для измерения малых скоростей течения на вертикали, когда они меньше предельной скорости вертушки – 0,08 м/с, например, при заросшем русле (глубинные поплавки);
- при интенсивном ледоходе в качестве поплавков используют отдельные льдины (поверхностные поплавки);
- при повреждениях вертушки, плавсредства или переправы (поверхностные поплавки);
- для разовых приближенных определений расхода воды на необорудованных створах и при рекогносцировке (поверхностные поплавки);
- в период половодья и паводков на больших реках (аэрогидрометрическим способом).

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА

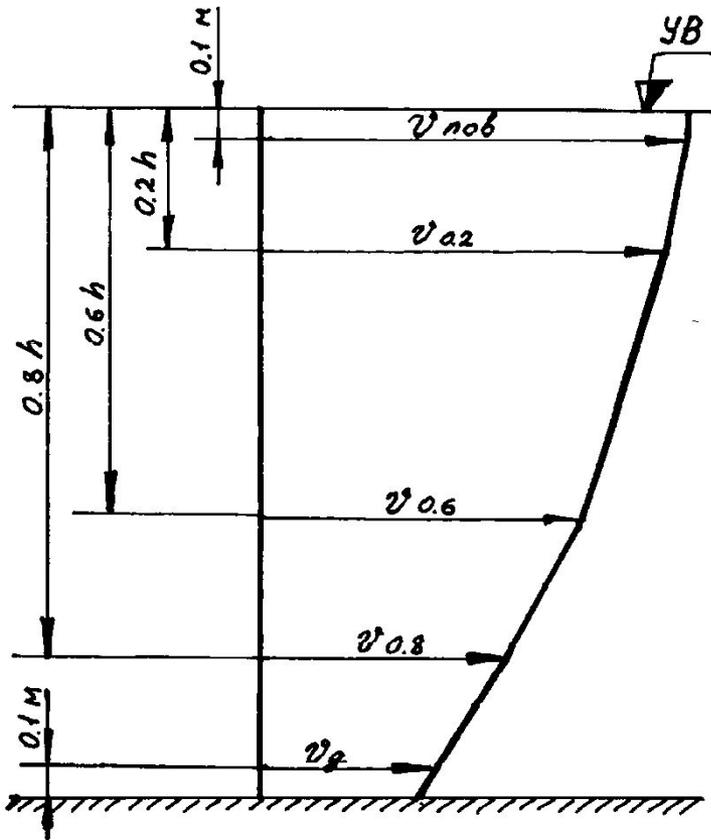
## Расположение скоростных вертикалей в гидрометрическом створе



На первом этапе работ производится разбивка промерных (скоростных) вертикалей. Число таких вертикалей определяется необходимой точностью, изменчивостью рельефа дна русла, шириной русла реки

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА

Расположение точек измерения скоростей  
на скоростной вертикали



$$V=0,1(V_{пов} +3V_{0,2h} +3V_{0,6h} +2V_{0,8h} +V_{д})$$

$$V=0,25(V_{0,2h} +2V_{0,6h} +V_{0,8h})$$

$$V=0,5(V_{0,2h} +V_{0,8h})$$

$$V=V_{0,6h}$$

В зависимости от необходимой точности, глубины реки выбирается метод измерения средней скорости на вертикали (одно-, двух-, трех- или пятиточечный).

При глубинах менее 1 м рекомендуется измерять скорость течения в одной точке (на глубине 0,6h)

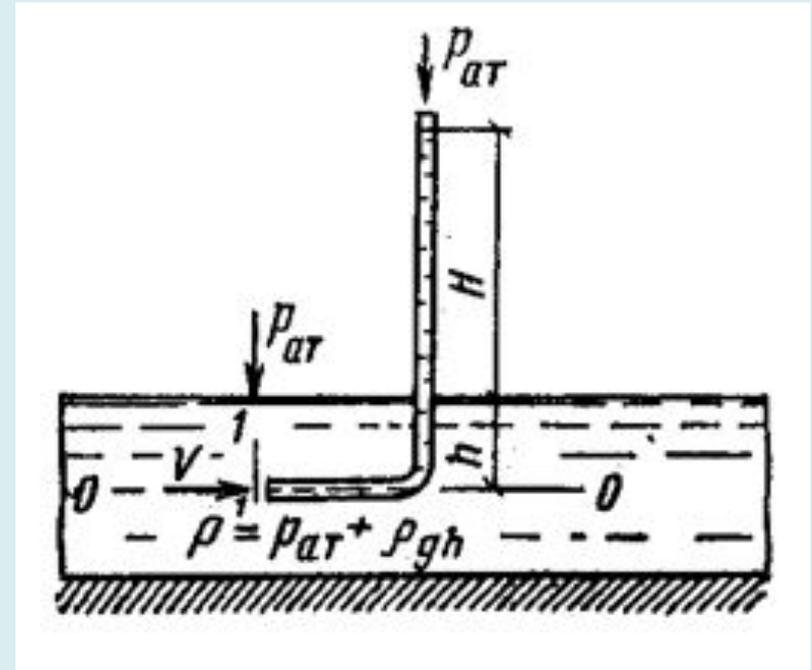
# АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА

Приборы для измерения скоростей течения

Гидрометрическая вертушка  
(электронный измеритель скорости)



Трубка Пито



$$V = \sqrt{2gH}$$

# ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА

$$Q = \omega c \sqrt{Ri}$$

Формула Шези

**Q** – расход, м<sup>3</sup>/с;

**ω** - площадь живого сечения, м<sup>2</sup>;

**R** – гидравлический радиус, м, **R=ω/χ**;

**χ** - смоченный периметр, м;

**c** – коэффициент Шези;

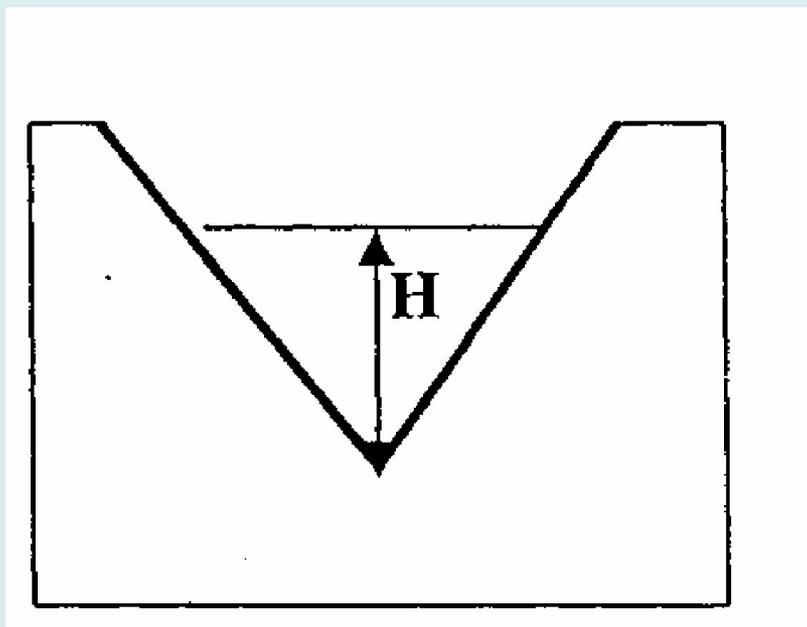
$$c = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

**n** – коэффициент шероховатости русла (принимается по справочникам в зависимости от состояния русла);

**i** – уклон свободной поверхности (для большинства равнинных рек 0,001...0,005)

# ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ВОДОСЛИВАМИ

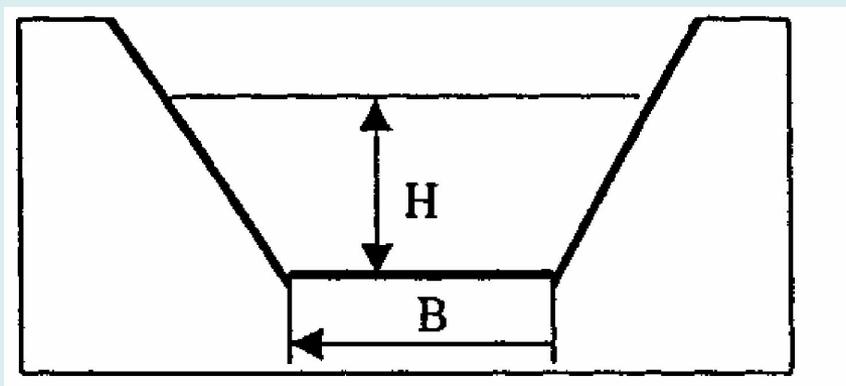
Треугольный водослив  
Томпсона



$$Q = 1,4H^{5/2}$$

$$\alpha=90^\circ$$

Трапецеидальный водослив  
Чиполетти



$$Q = 1,86BH^{3/2}$$

$$tq\alpha=0.25$$

# ПОЧЕМУ НЕОБХОДИМЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Выполнение гидрометрических работ является наиболее точным способом определения скоростей течения и расходов водных объектов, однако они дают результаты «здесь и сейчас» - именно в створе, где проведены измерения и именно в этот момент времени.

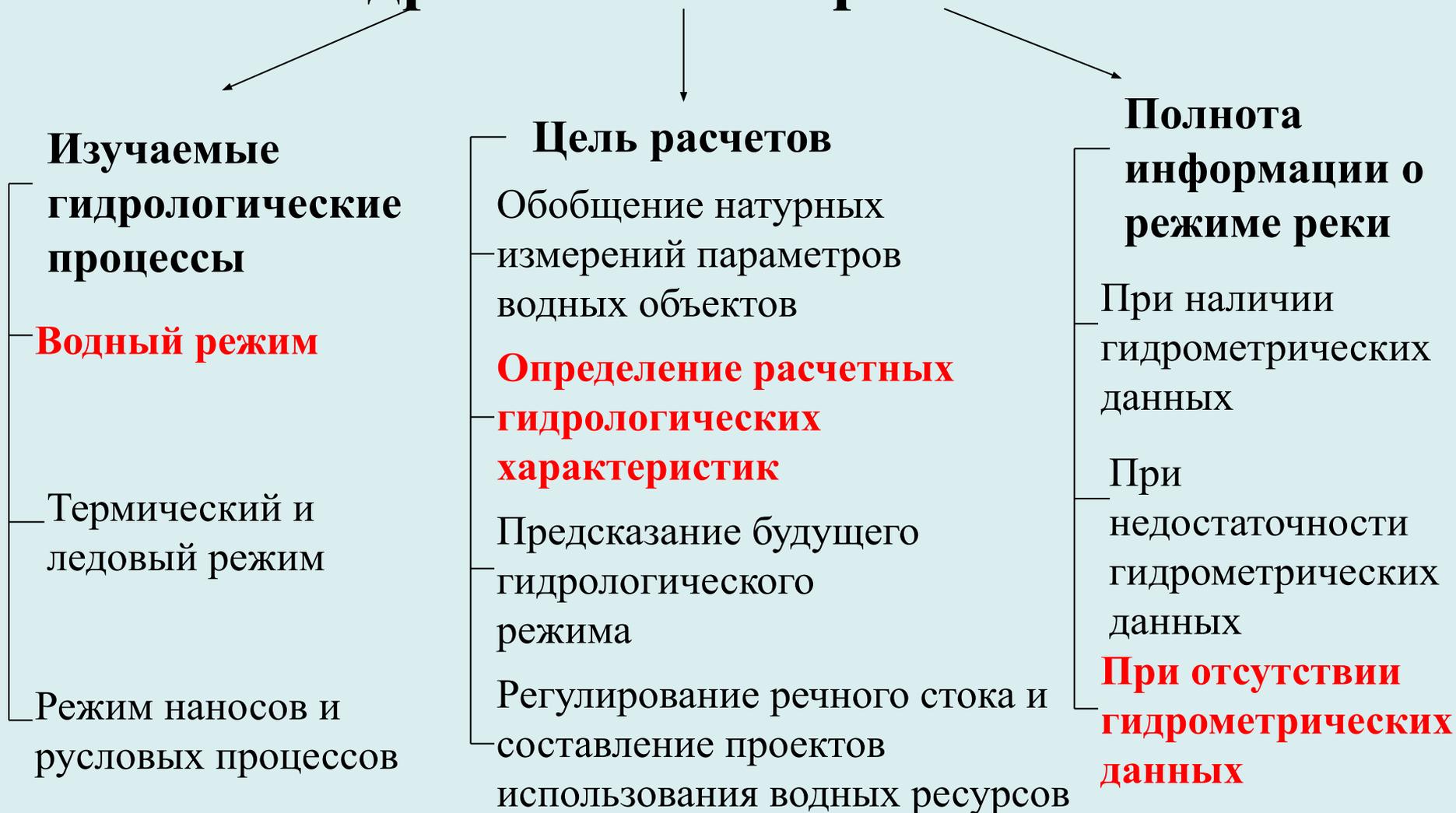
Для получения репрезентативной картины о характере изменения расходов рек по их длине и в разные фазы гидрологического режима выполняют гидрологические расчеты. На следующем слайде представлена их классификация, **красным выделен наиболее типичный случай.**

Последующие слайды показывают этапы работы по расчету гидрологических характеристик ( на примере реки Малая Кокшага)

Полная информация о выполнении гидрологических расчетов имеется, например, в издании: **Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984 год.** В приложениях к справочнику представлен картографический материал, необходимый для выполнения расчетов.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

## Гидрологические расчеты



# РАСЧЕТНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## Реки

Расход воды  $Q$ , м<sup>3</sup>/с

Объем стока воды  $W$ , м<sup>3</sup>

Модуль стока воды  $q$ , л/(с км<sup>2</sup>)

Слой стока воды  $h$ , мм

Уровень воды  $H$ , м

Гидрографическая длина водотока  $L$ , км

Средневзвешенный уклон водотока

## Водосбора

Площадь водосбора  $F$ , км<sup>2</sup>

Средняя высота водосбора над уровнем моря

Относительная лесистость водосбора  $f_{л}$ , %

Относительная заболоченность  $f_{б}$ , %

Относительная озерность  $f_{оз}$ , %

Средневзвешенная озерность  $f_{оз}$ , %

Закарстованность водосбора  $f_{к}$ , %

Относительная распаханность водосбора  $f_{п}$ , %

# РАСХОДЫ РЕК РАСЧЕТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

**Максимальный**

**Весеннего  
половодья**

**Летне – осеннего  
дождевого паводка**

$$Q_{P\%} = \frac{K_0 h_{P\%} \mu \delta \delta_1 \delta_2 \delta_3 F}{(F + b)^n} \quad Q_{P\%} = q_{200} \left( \frac{200}{F} \right)^n \delta \delta_2 \delta_3 \lambda_p F$$

**Обеспеченность до 25 – 50%**

**Минимальный**

$$Q_{P\%} = 10^{-3} \lambda_{p\%} a (F + f_0)^n$$

**Зимние**

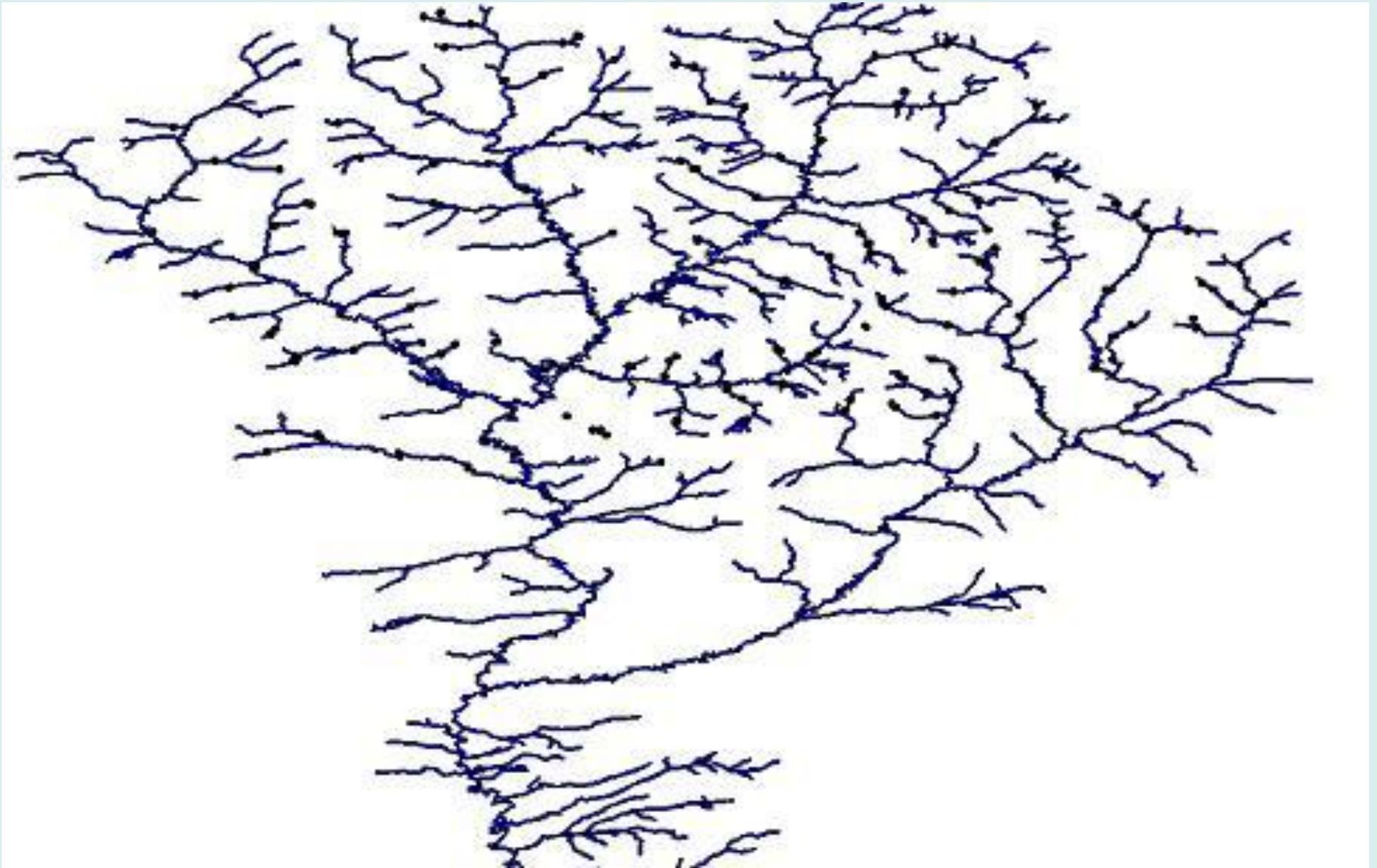
**Летние**

**30 - суточные**

**Среднесуточные**

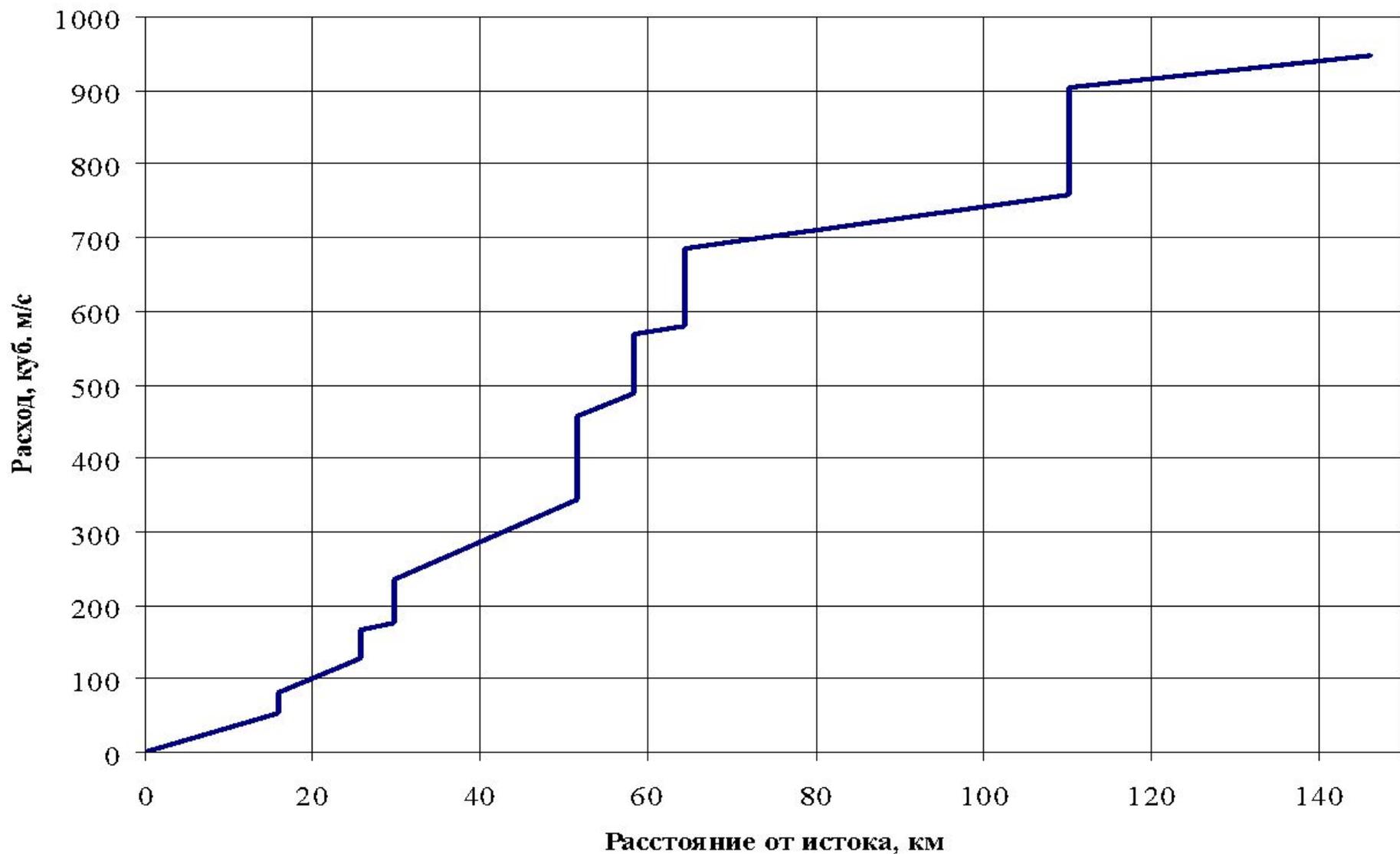
**Обеспеченность свыше 50%**

# ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ СЕТЬ РЕКИ МАЛАЯ КОКШАГА





# ГРАФИК НАРАСТАНИЯ РАСХОДА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РАСЧЕТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ р. МАЛАЯ КОКШАГА



# Что такое аналог (формализация)?

**Понятие гидрологической аналогии в СП 33-101-2003 неоднозначно и практически не формализовано.**

**п.4.10 сказано:** «При выборе рек-аналогов необходимо учитывать следующие условия:

- однотипность стока реки-аналога и исследуемой реки;
- географическую близость расположения водосборов;

- однородность условий формирования стока, сходство климатических условий, однотипность почв (грунтов) и гидрогеологических условий, близкую степень озерности, залесенности, заболоченности и распаханности водосборов;

- средние высоты водосборов не должны существенно отличаться, для горных и полугорных районов следует учитывать экспозицию склона и гипсометрию;

- отсутствие факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование стока, сбросы воды, изъятие стока на орошение и другие нужды)».

**Если рассматривать определение аналога в разделе 6 СП** для определения гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений, то главным формализованным показателем аналога является значение коэффициента корреляции, которое не должно быть меньше  $R=0.7$  и характеризует синхронность колебаний для рассматриваемой реки и реки-аналога.

**Еще одним условием аналогии** для максимального стока является примерное равенство следующих

гидрографических факторов (п.7.25 СП 33-101-2003):

$$L/A^{0,56} \approx L_a/A_a^{0,56},$$

$$J \cdot A^{0,50} \approx J_a \cdot A_a^{0,50},$$

где  $L$  и  $L_a$  - соответственно длина исследуемой реки и реки-аналога, км;  $J$  и  $J_a$  - уклон водной поверхности исследуемой реки и реки-аналога, промилле,  $A$  и  $A_a$  - площади водосборов исследуемой реки и реки-аналога, км<sup>2</sup>.

# Инженер-гидролог

Результаты  
изысканий

Данные  
сетевых  
наблюдений

Дополни-  
тельная  
информа-  
ция

Инженерные  
изыскания

Приборы

Методы и  
модели

Вычислитель-  
ные  
технологии

Пояснительная записка  
Отчеты  
Проектная  
документация



