

**ПРЕДМЕТ:**

**ГИДРОМЕТРИЯ**

**ТЕМА**

**04**

**Промерные  
работы. Глубина воды**



Назаралиев Дилшод  
Валиджанович



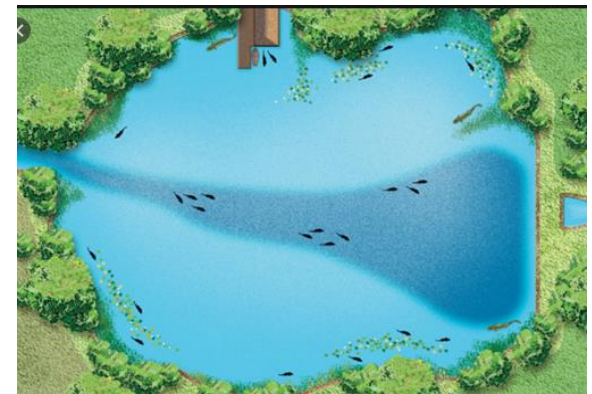
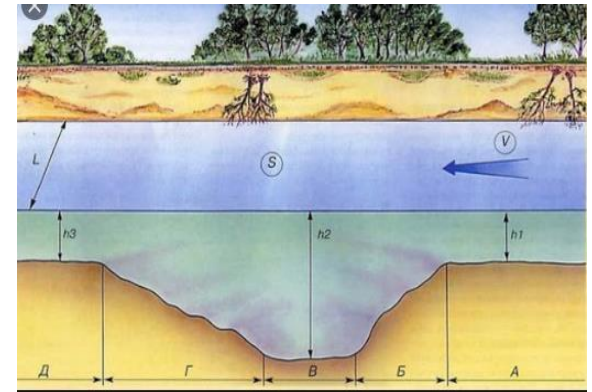
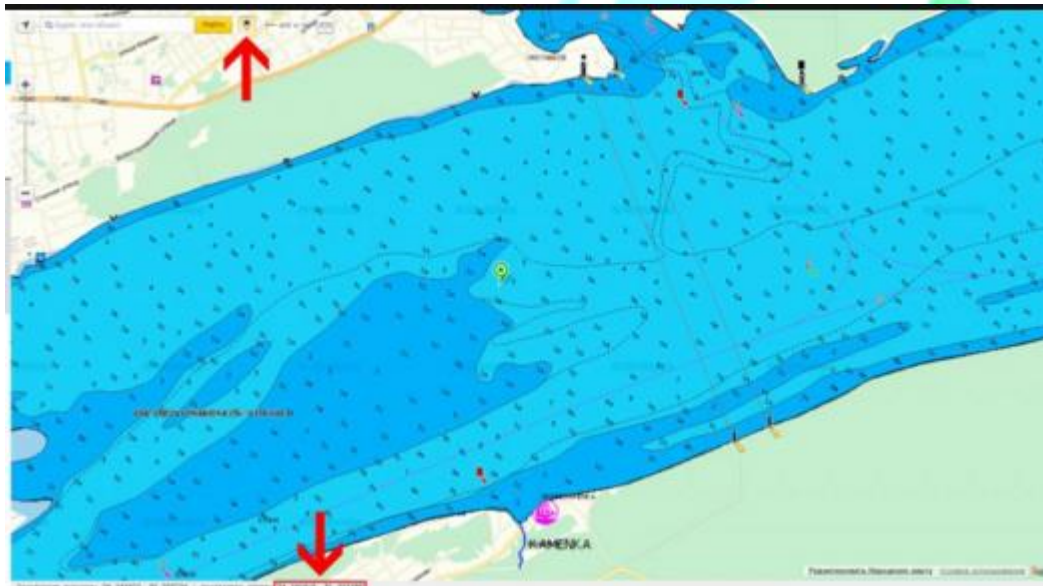
Доцент кафедры  
Гидрология и  
гидрогеология

# ПЛАН ТЕМЫ

- Содержание и задачи промерных работ.
- Приборы для измерения глубины воды. Обработка данных.
- Построение поперечного сечения реки (канала, озера) и расчет морфометрических параметров

# Цель измерения глубин

Цель — определить глубины и характер рельефа дна реки, озера, водохранилища.



# Результаты промерных работ

В результате промерных работ могут быть получены

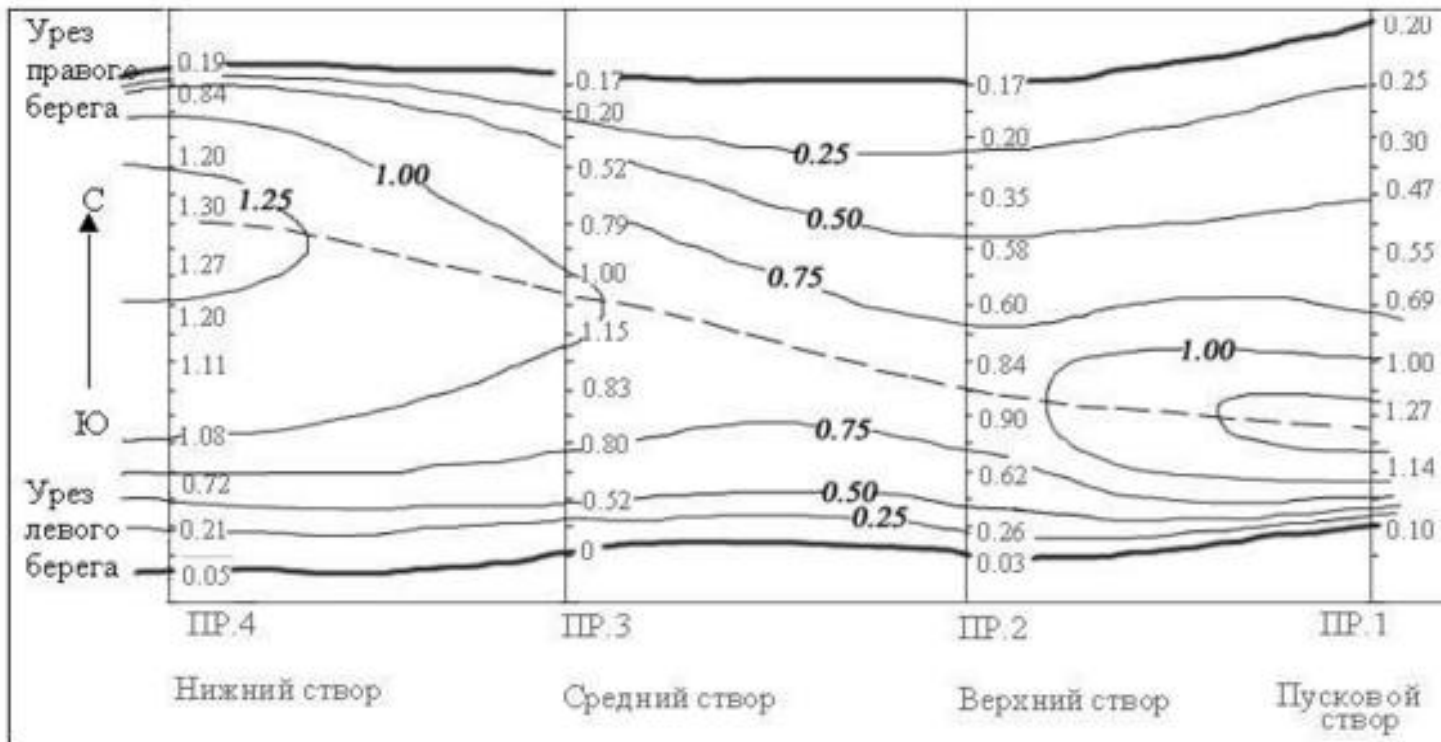
для озер и водохранилищ может быть вычислен объем содержащейся в них воды

план русла реки или ложа водоема в изобатах (линиях равных глубин) или горизонталях;

поперечные и продольные профили

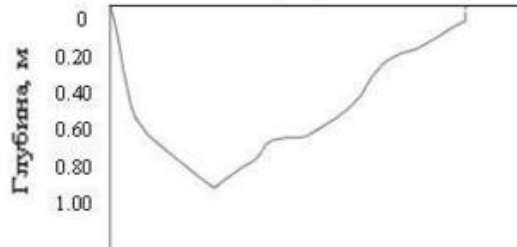
для рек по материалам промеров могут быть определены площади водных сечений

# План русла реки или ложа водоема в изобатах (линиях равных глубин) или горизонталях

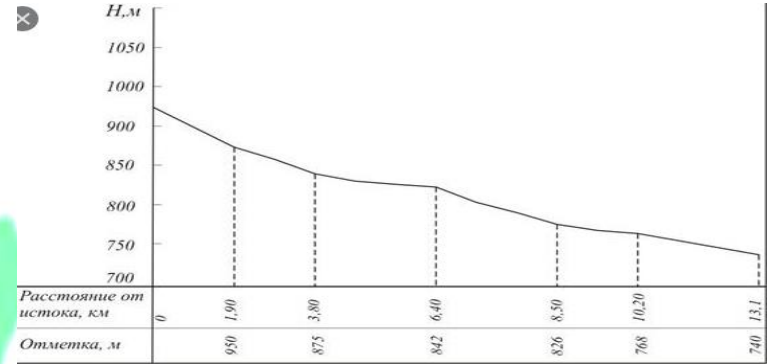


# Поперечные и продольные профили

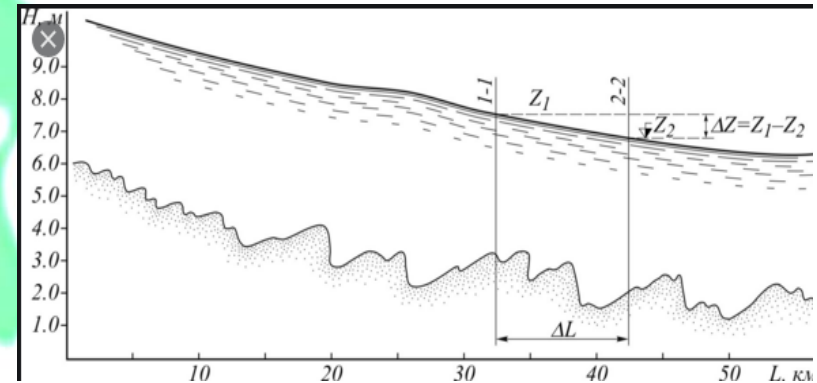
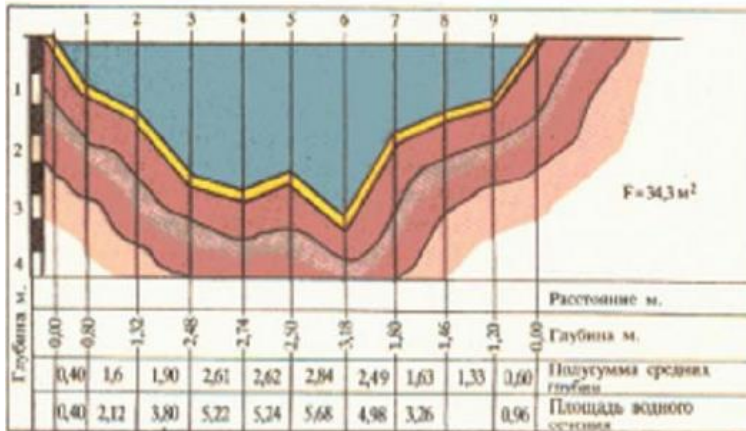
Профиль 2



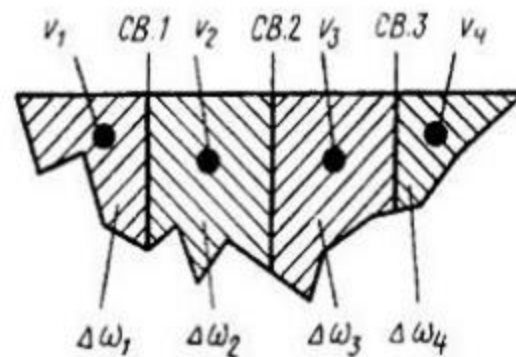
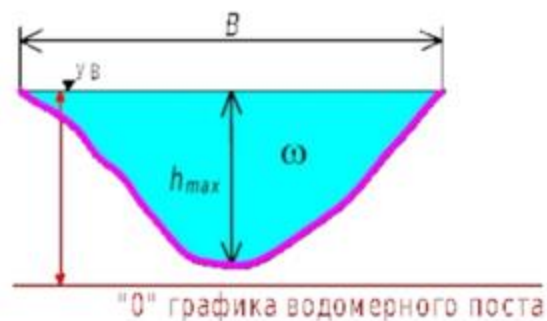
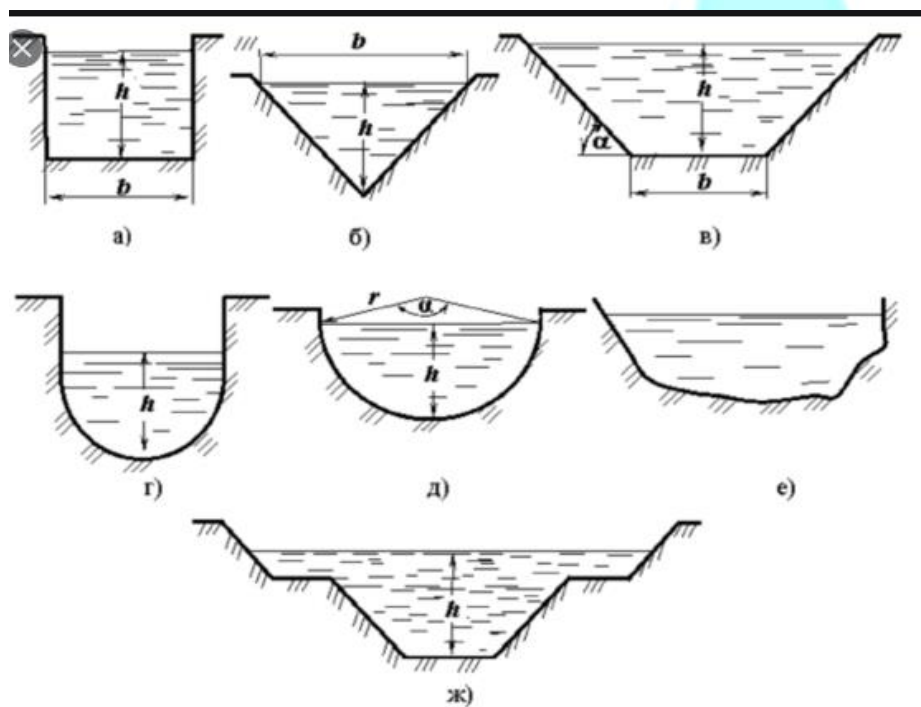
№ промерных точек	УЛБ	2	4	6	8	10	12	14	16	УЛБ
Расстояние промерных точек от пост. начала		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Принятая глубина		0	0.51	0.76	0.87	0.8	0.6	0.48	0.3	0.19



Поперечный профиль реки

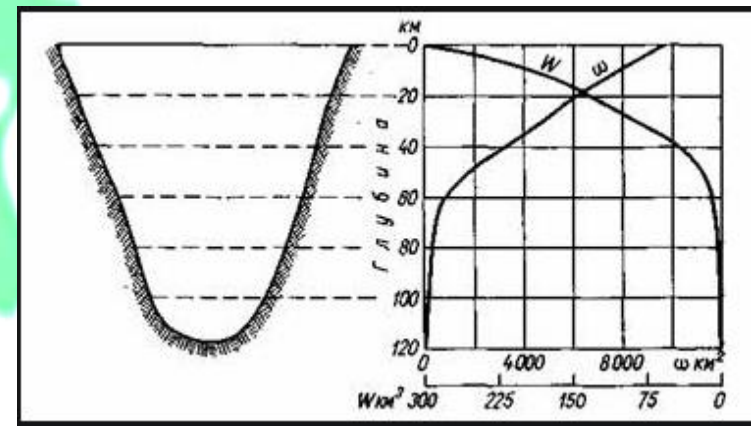
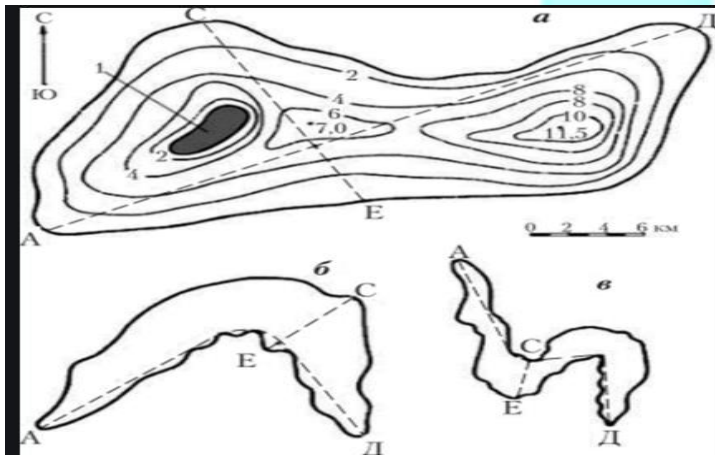
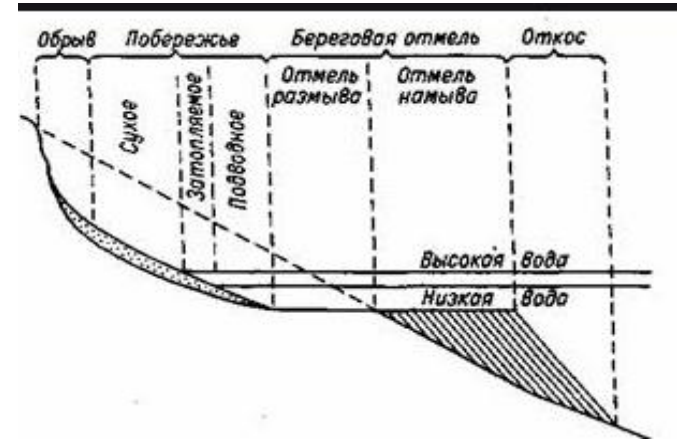


# Определение площади водных сечений



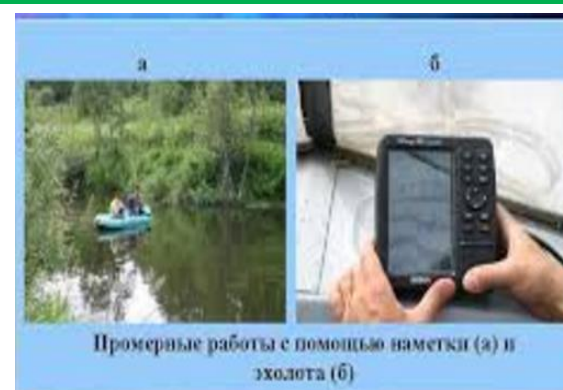


# Для озер и водохранилищ может быть вычислен объем содержащейся в них воды



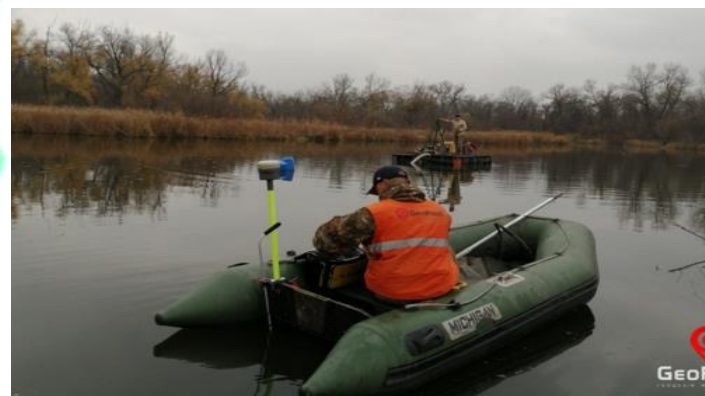


# Понятие промерные работы



Промерные работы с помощью наметки (а) и эхолота (б)

Промерные работы— это специфические способы съемки рельефа дна, когда измеряется глубина на галсах (линиях), расположенных на заданном расстоянии друг от друга.



# Задачи промерных работ



- исследования водных объектов в гидрографических целях;
- измерение глубин и профилей дна в связи с изучением режима перекатов, переформирования береговой зоны водохранилищ, размывов дна в нижних бьефах гидроузлов и пр.
- измерение глубин для гидрометрических работ (при измерении расходов воды и наносов и т. п.)
- определение глубин для нужд
- измерение глубин и профилей дна в связи с составлением проектов гидротехнических сооружений

# Проведение промерные работы



Промерные работы удобнее проводить при низких (меженных) уровнях



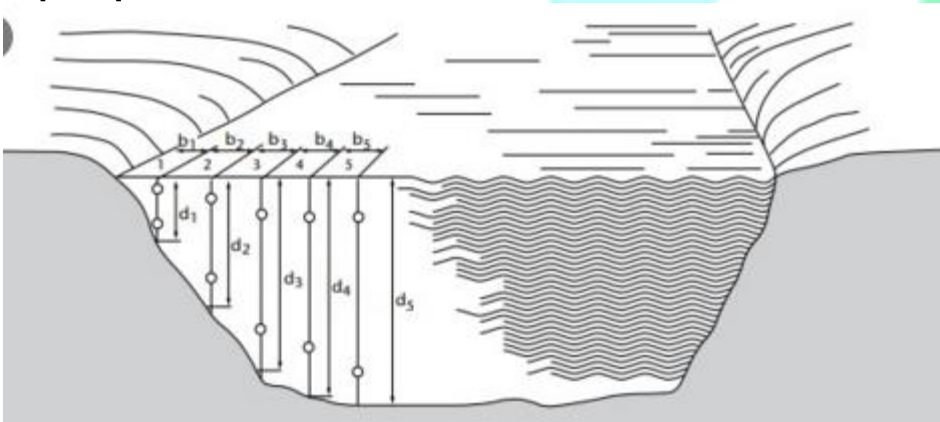
В этот период легче определить места с наименьшими глубинами, объем промерных работ существенно сокращается



# Пути промерных работ при измерении глубин

Промерные работы можно проводить путем измерения глубин:

- в отдельных точках;
- путем непрерывной записи профиля дна.

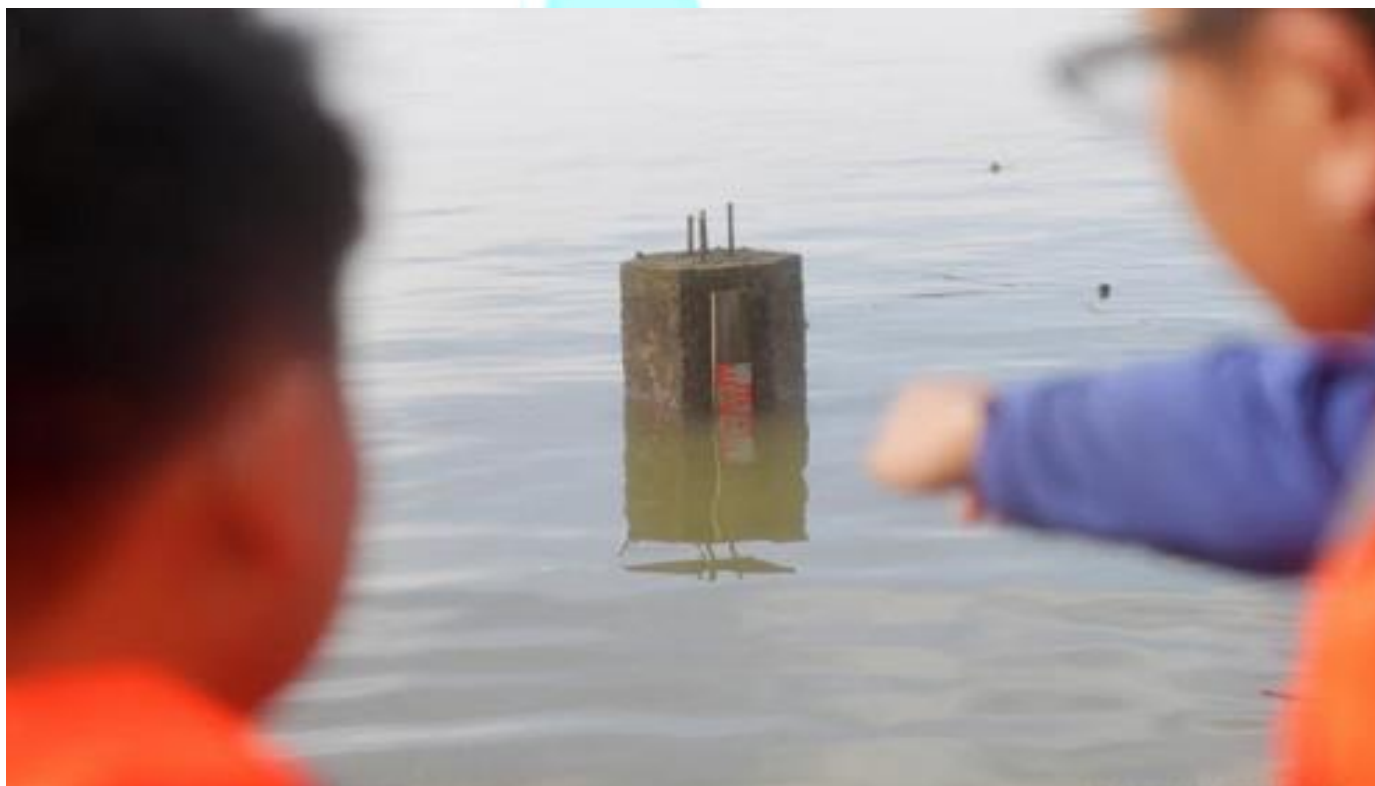


В первом случае определяются глубины в отдельных точках, отстоящих одна от другой на определенных расстояниях в зависимости от требуемой точности промеров.



Непрерывная запись профиля дна производится с помощью автоматических промерных приборов.

# Наблюдения за уровнем воды



**При промерах необходимо вести наблюдения за уровнем воды**

# Методы и приборы для измерения глубин и профилей дна





# Простейшие приспособления

Простейшие  
приспособления

```
graph LR; A([Простейшие приспособления]) --- B([Наметка]); A --- C([Лот ручной]); A --- D([Гидрометрическая штанга]);
```

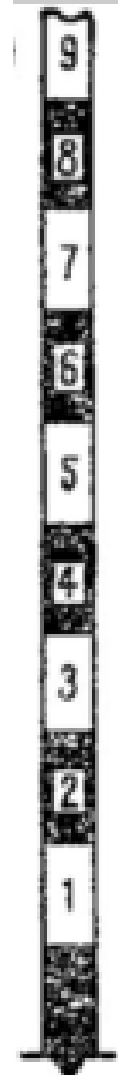
Наметка

Лот ручной

Гидрометрическая  
штанга

# Наметка

**Наметка** представляет собой деревянный шест круглого сечения диаметром 4—5 см, длиной до 5—7 м. Отсчеты глубин делают с точностью до 2—5 см. Точность измерения глубин наметкой зависит от скорости течения, волнения и грунтов дна.



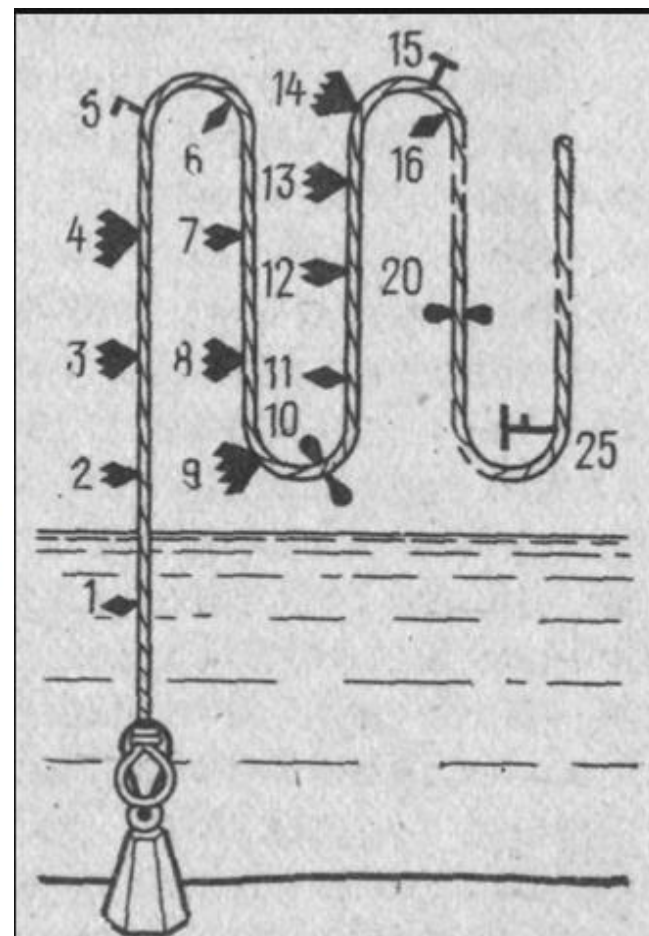
# Лот ручной

**Лот ручной** представляет собой металлический груз весом от 2 до 5 кг. Размечают марками на метры и дециметры.

Стандартный промерный ручной лот имеет вес 4,5 кг, диаметр 56 мм и длину 355 мм; он рассчитан на измерение глубин в реках до 25 м, а в водоемах без течения — до 100 м.



Рис. 1. Лот для определения водных глубин

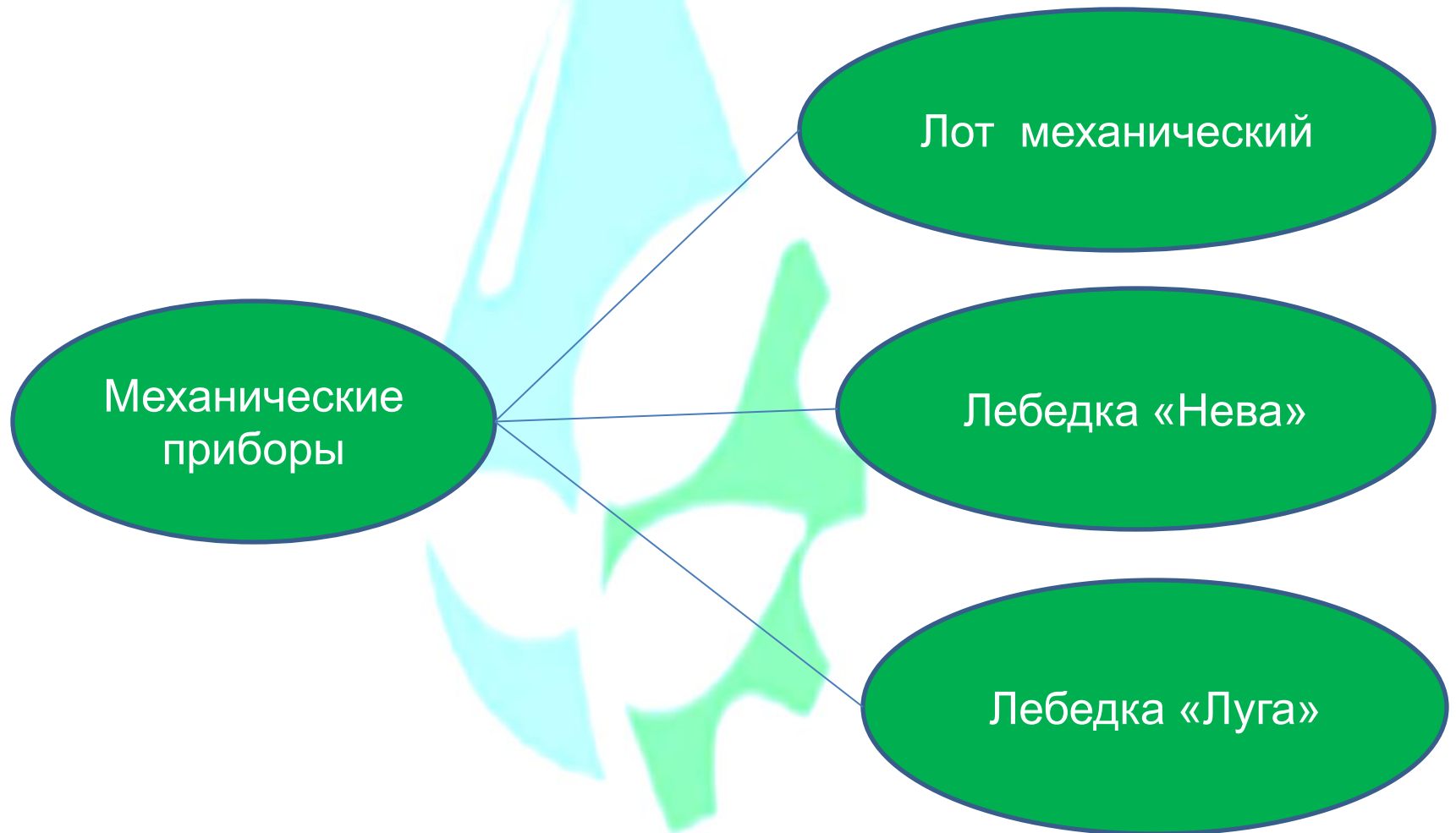


# Гидрометрическая штанга



**Гидрометрическая штанга** - многозначная штриховая мера, предназначенная для измерения глубины воды в открытом русле и для крепления к ней гидрометрических вертушек и батометрических бутылок

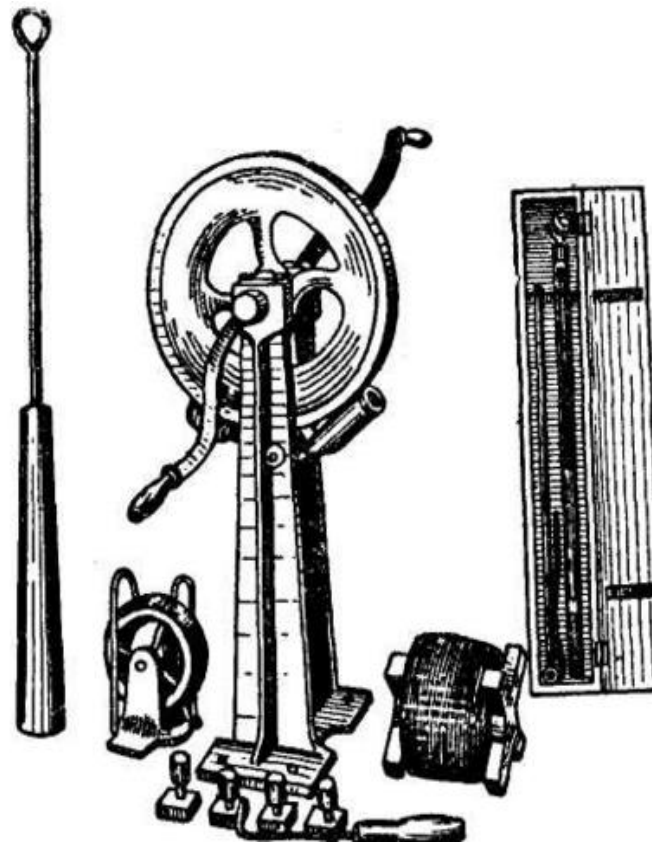
# Механические приборы



# Лот механический

Лот механический состоит из трех основных частей:

- лебедки со счетчиком, служащей для опускания и подъема груза (лота) при измерении глубин;
- троса, на котором опускается груз;
- груза обтекаемой формы.





# Лебедка «Нева»

Для измерения глубин и других гидрометрических работ чаще всего применяют лебедки «Нева» и «Луга»



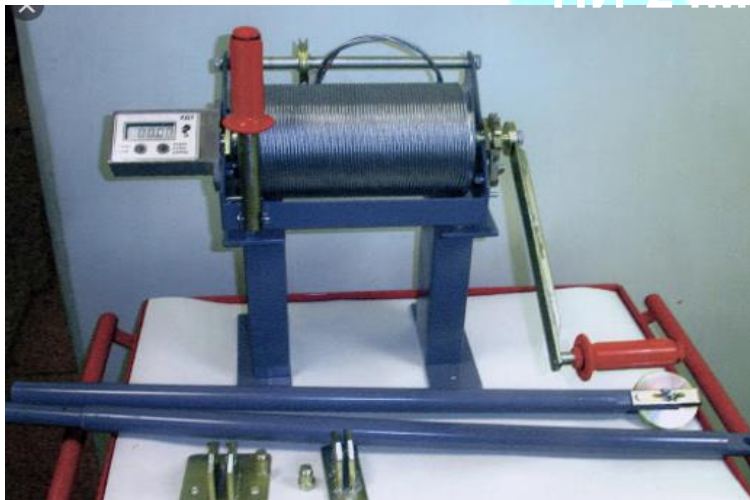
ПИ-23(Нева)

Лебедка гидрометрическая ПИ-23 («Нева») является вспомогательным оборудованием при гидрологических наблюдениях и служит для опускания в воду на заданную глубину подвешенных на стальном канате гидрологических приборов.

# Лебедка «Луга»

Гидрометрические лебедки ПИ-24М и ПИ-24 являются вспомогательным оборудованием при гидрологических наблюдениях и служат для погружения в воду на заданную глубину подвешенного на стальном тросе с токопроводящей жилой гидрологического прибора — вертушки, батометра, рамы или оправы с термометром и т.д.

ПИ-24





# Действие эхолота

Действие эхолота основано на посылке ультразвуковых импульсов от вибратора-излучателя в водную среду и приеме отраженных от дна импульсов (эха) вибратором-приемником.

Промежуток времени, за который ультразвуковой импульс проходит путь от излучателя до дна и обратно до приемника, пропорционален глубине.

Скорость распространения ультразвука в воде зависит от ее температуры и солености (при температуре  $+14^{\circ}\text{C}$  в пресной воде скорость ультразвука равна 1462 м/с).

Портативный эхолот «Язь»:



- 1 — эхолот:
- 2 — излучатель:
- 3 — блок питания

# Способы выполнения промерных работ

Для каждой промерной точки при проведении промеров необходимо измерить глубину воды, определить плановые координаты и отметку уровня воды. Глубина измеряется одним из рассмотренных выше приборов.



# Способы определения координаты промерных точек





# Отметки уровня воды в месте работ

Отметки уровня воды в месте работ определяются по показаниям водомерных постов — одного или более в зависимости от длины участка реки.



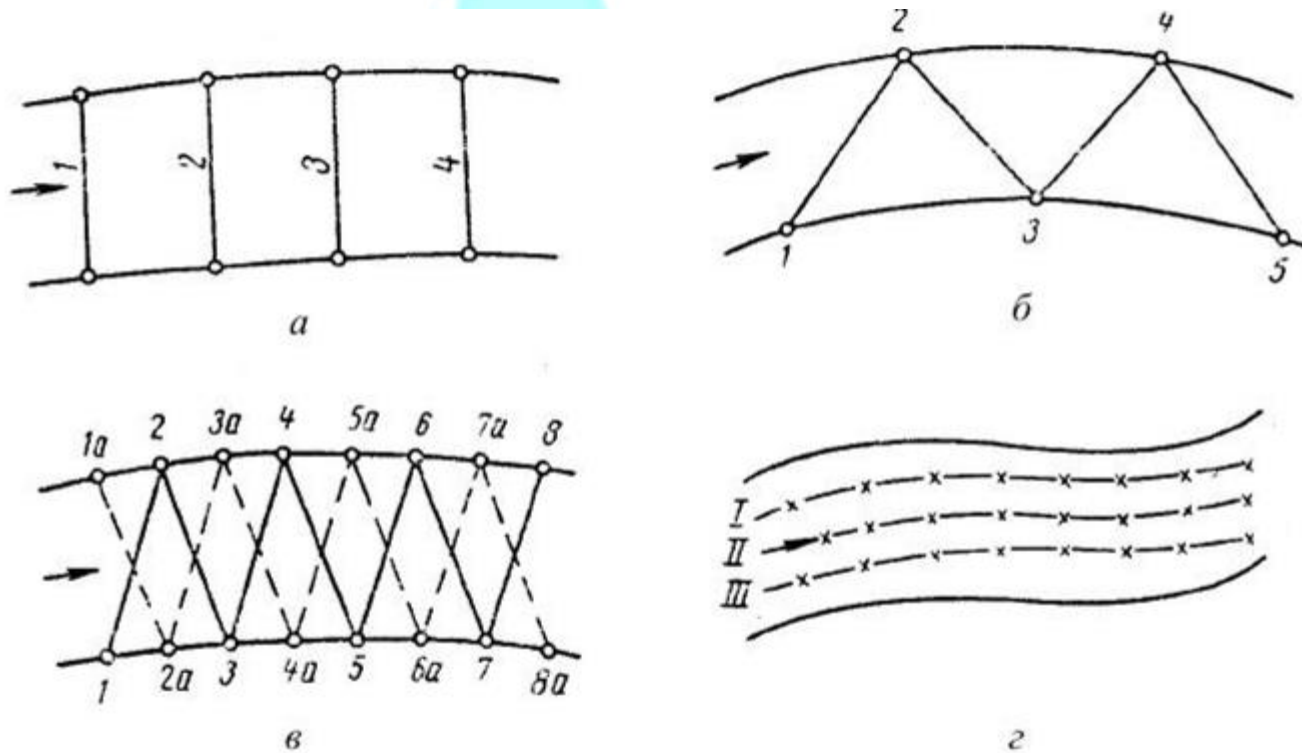
На время промеров, выполняемых на длинных участках рек или на озерах и водохранилищах, устанавливают в дополнение к имеющимся временные водомерные посты. В начале и конце каждого промерного хода (поперечника, галса) определяют отметки уровня воды на посту.

# Расположение промерных ходов

В зависимости от целей, желаемой точности и подробности промерных работ, а также от местных условий промерные ходы располагаются



# Промерные створы



а-поперечные; б-косые; в-перекрещивающиеся; г-продольные

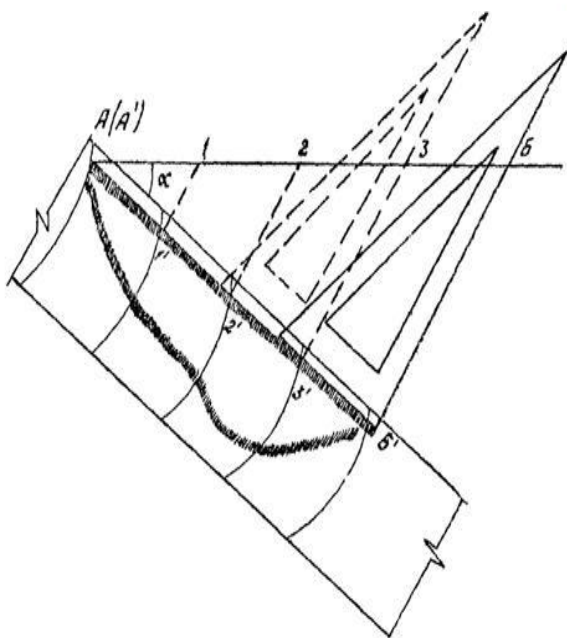
# Обработка материалов промерных работ

Результаты промеров записывают в книжку для записи промеров глубин стандартного образца.

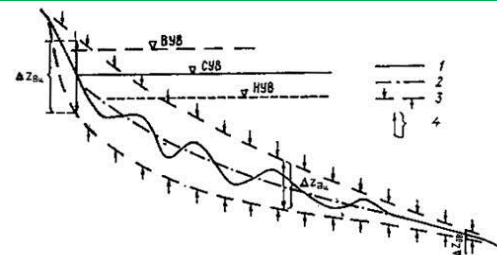


# Сведения для каждого профиля

В записях для каждого профиля приводят следующие сведения:



- местоположение профиля по отношению к магистрали,
- способ определения координат промерных точек,
- наименование прибора, которым измеряли глубины,
- время начала и конца промера,
- отсчет уровня воды на ближайшем водомерном посту,
- отметка уровня воды на профиле.



Дополнительно к указанному отмечают состояние погоды и реки в период промера.

# Обработка результатов промеров

Обработка результатов промеров заключается в следующем

- производится сличение и проверка количества и нумерации промерных точек по данным журнала и засечкам ;
- при промерах по поперечным профилям с засечками угломерными инструментами для каждой промерной точки устанавливается расстояние от постоянного начала;
- вычисляется средняя глубина, если промер велся в два хода;



# Обработка результатов(продолжение)

- вводятся поправки в измеренную глубину и вычисляется исправленная глубина;
- устанавливается отметка уровня воды в начале и конце промера;
- для всех промерных точек вычисляют отметки дна;
- проверяют записи, характеризующие грунт дна

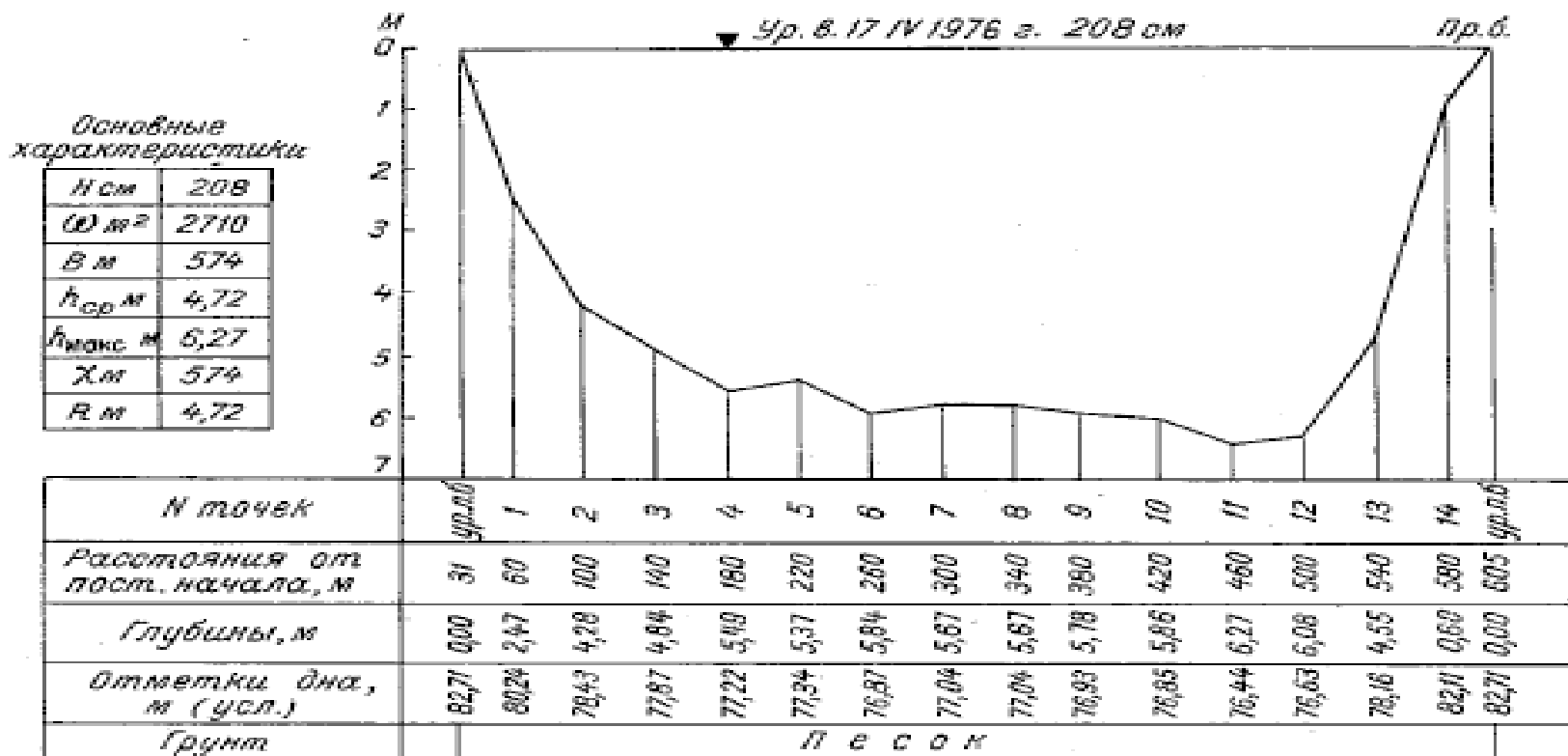
# Использование данные промеров в дальнейшем

**Данные промеров используют в дальнейшем для:**

- построения поперечных профилей и вычисления морфометрических характеристик русла;
- построения плана русла реки или ложа озера, водохранилища в горизонталях или изобатах;
- составления продольного профиля участка реки;
- вычисления морфометрических характеристик озера, водохранилища.

# Построение поперечных профилей

Если целью промеров было определение формы и размеров водного сечения, то профиль строится так, как показано на рисунке



# Вычисленные морфометрические характеристики

Для каждого профиля могут быть вычислены следующие морфометрические характеристики

площадь водного сечения,  $\omega$   
 $\text{м}^2$

ширина реки  $B$ , м.

длина смоченного периметра  
 $\chi$ , м.

наибольшая глубина  $h_{\text{maks.}}$ , м.

средняя глубина  $h_{\text{ср}}$ , м.

гидравлический радиус  $R$ , м.

Эти характеристики используются при вычислении расходов воды, построении зависимостей  $Q = f(H)$ ,  $\omega = f(H)$

# Площадь водного сечения

Площадь водного сечения может быть определена

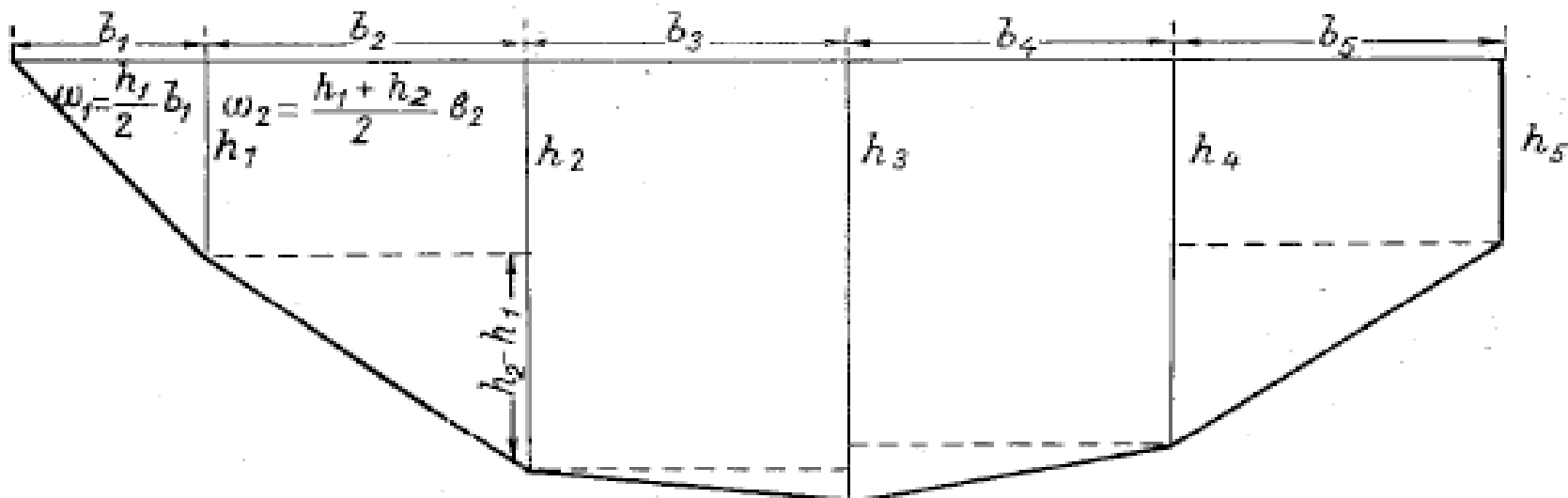
планиметрированием

или

аналитически



# Схема вычисления площади водного сечения

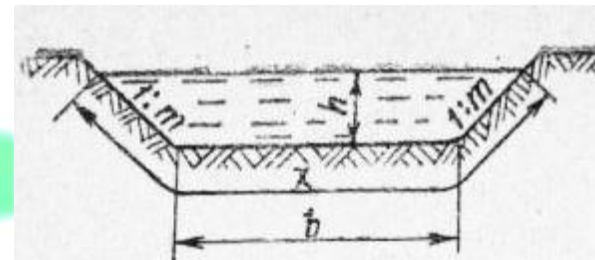
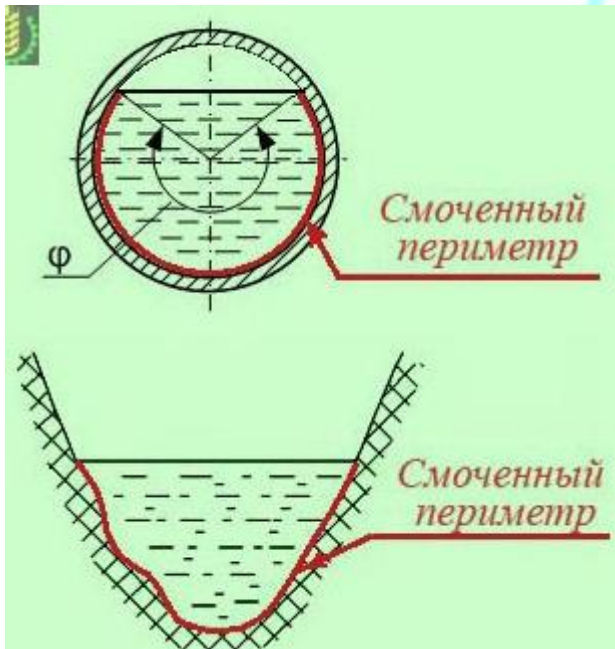
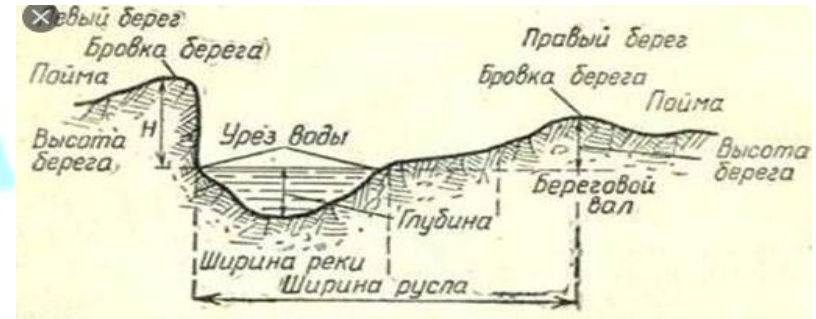


Промерные вертикали разбивают водное сечение на ряд трапеций, и только береговые участки его могут иметь форму прямоугольного треугольника, если глубина на урезе воды равна нулю.

Аналитически общая площадь водного сечения получается как сумма частных площадей.

# Смоченный периметр

Смоченный периметр  $\chi$  - длина линии дна реки на профиле, заключенная между урезами воды.



$$\chi = \sqrt{b_1^2 + h_1^2} + \sqrt{b_2^2 + (h_2 - h_1)^2} + \dots + \sqrt{b_n^2 + h_n^2}$$

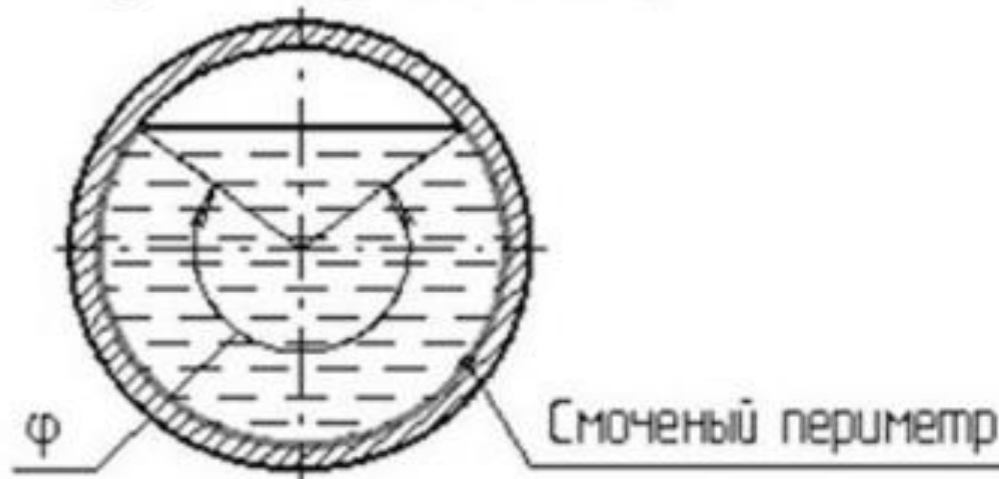
# Смоченный периметр круглой трубы

## Смоченный периметр

Для круглой трубы если угол в радианах,

$$\chi = \pi D \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{D\varphi}{2}$$

или

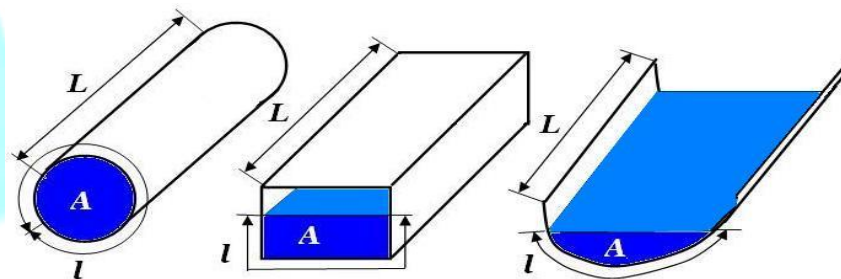


$$\chi = \pi D \frac{\varphi}{360^\circ}, \text{ если угол } \varphi \text{ в градусах.}$$

# Гидравлический радиус

Гидравлический радиус потока  $R$  - отношение живого сечения к смоченному периметру

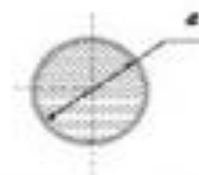
$$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ (М)}$$



$L$  длина канала  
 $l$  смоченный периметр  
 $A$  площадь потока

$R$  гидравлический радиус  
 $R = \frac{A}{l}$

При напорном движении в трубе круглого сечения гидравлический радиус будет равен:



$$R = \frac{S}{\chi} = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\pi d} = \frac{d}{4}$$

Для безнапорного потока прямоугольного сечения с размерами  $a \times b$  гидравлический радиус можно вычислить по формуле:

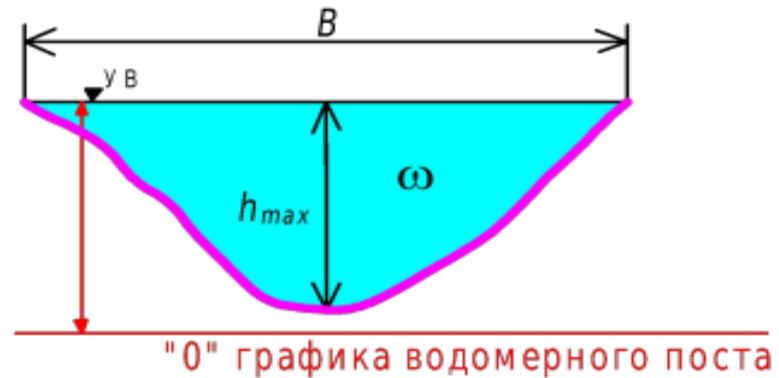


$$R = \frac{S}{\chi} = \frac{ab}{2a + b}$$

# Средняя глубина ( $h_{ср}$ )

Средняя глубина  $h_{ср}$  - частное от деления площади водного сечения на ширину реки

$$h_{ср} = \omega / B.$$



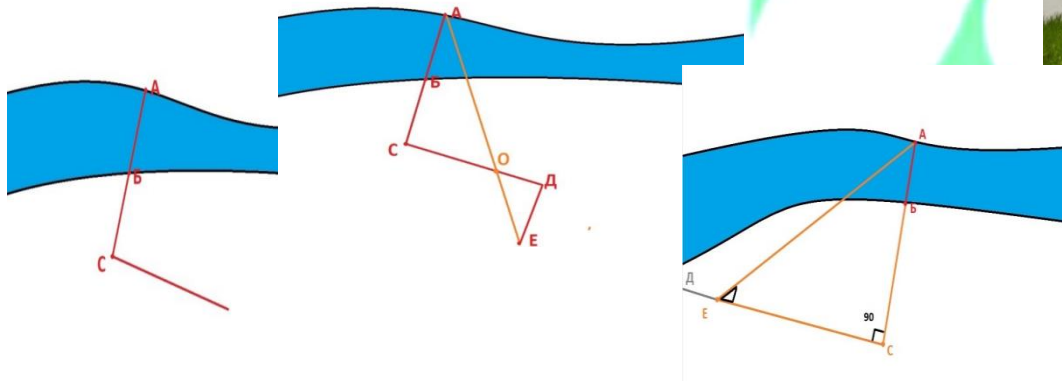
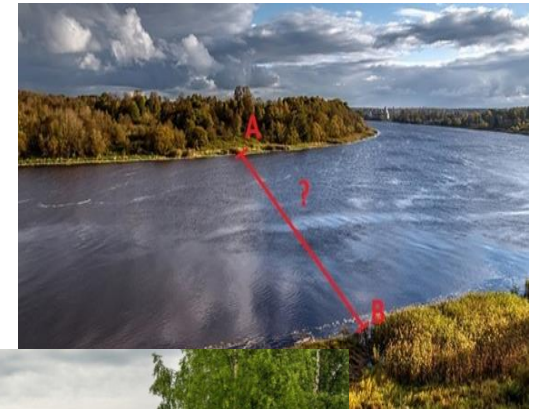
Для равнинных рек при сравнительно небольшой глубине и значительной ширине русла значение гидравлического радиуса близко к средней глубине

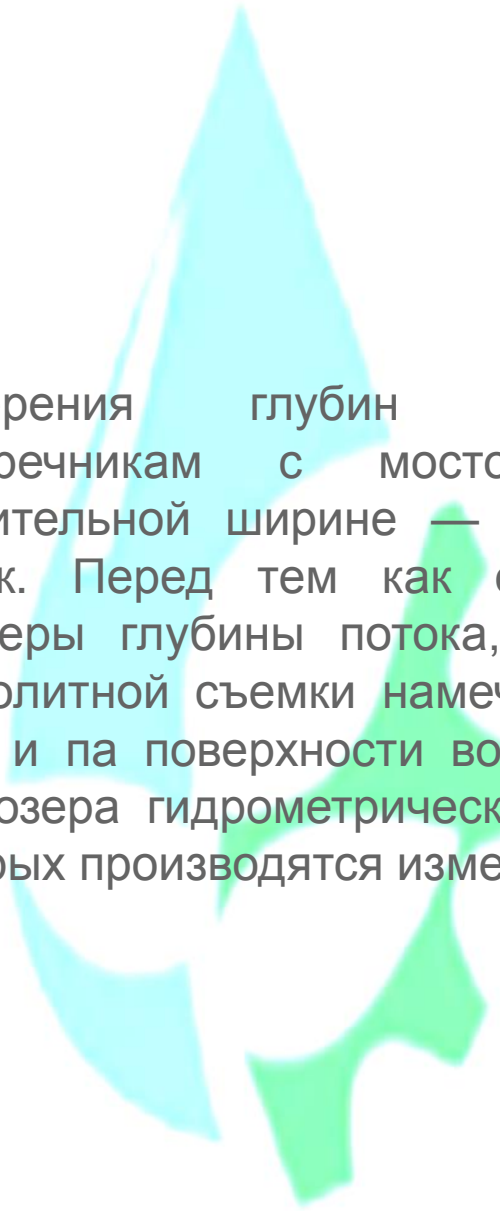


# Ширина реки $B$ , м.

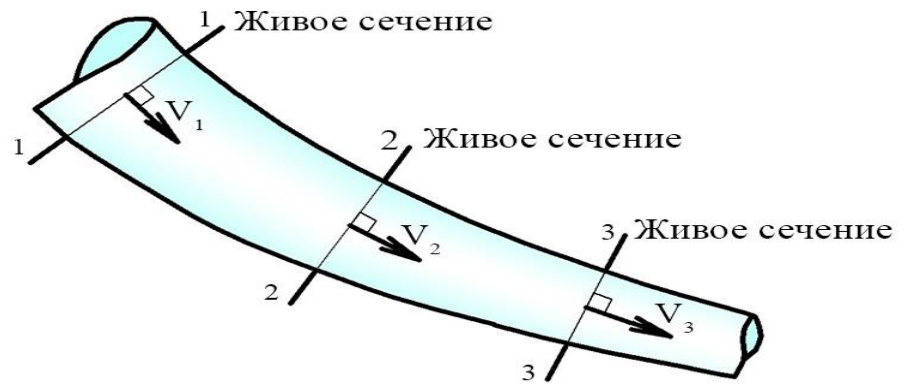
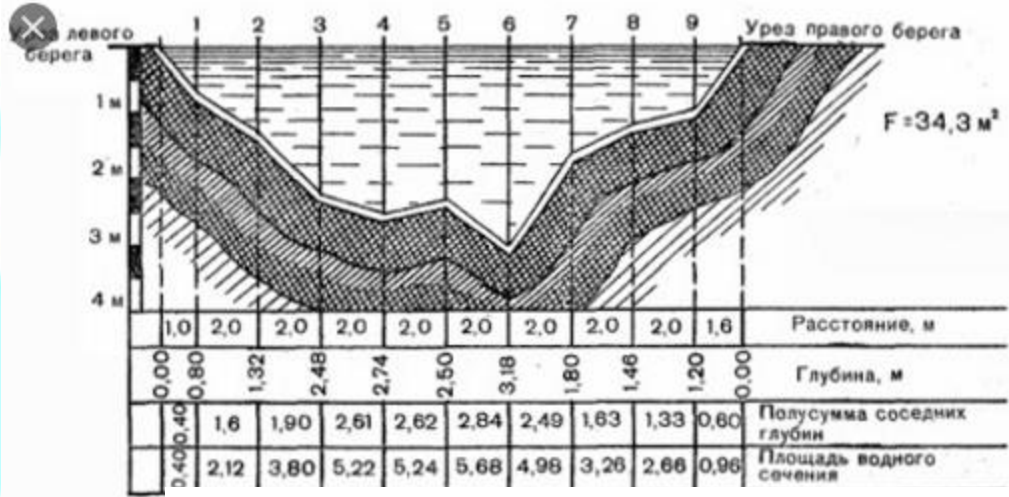
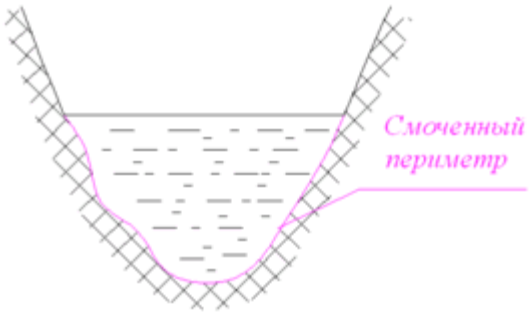
- По ширине **реки** делятся на
- узкие — их русло менее 60 м,
  - средние — от 70 — 150 м,
  - и широкие — более 150 м.

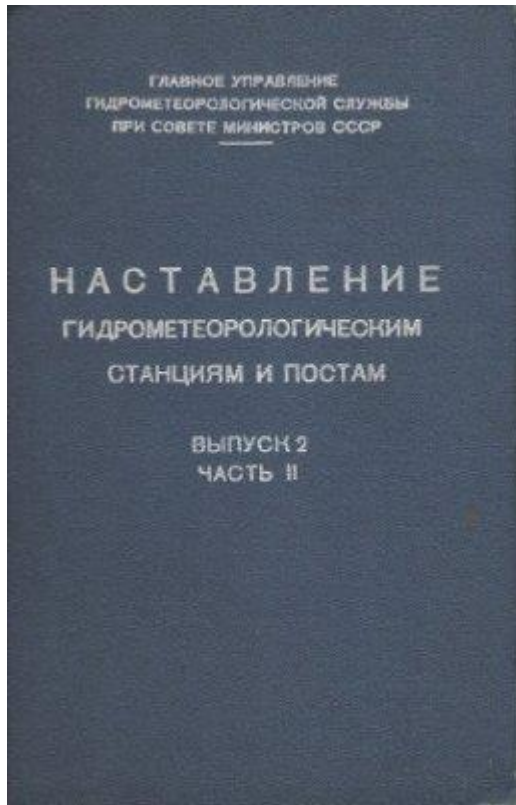
Ширина реки, ее глубина и течение зависят от водного режима, который включает в себя: половодье, межень, ледоход, паводок.



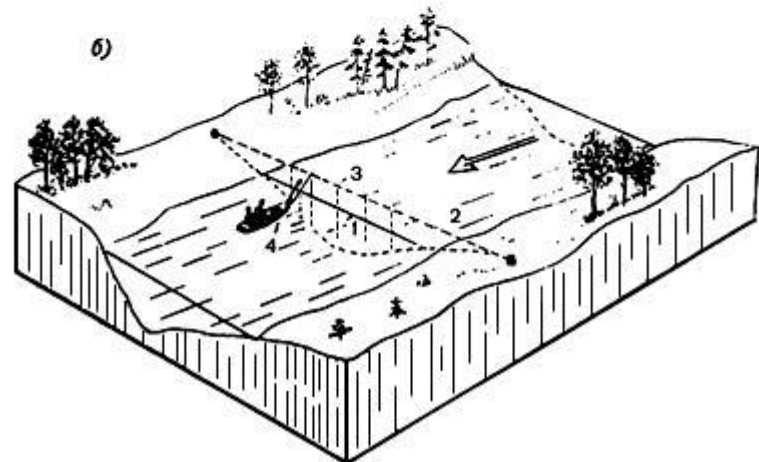
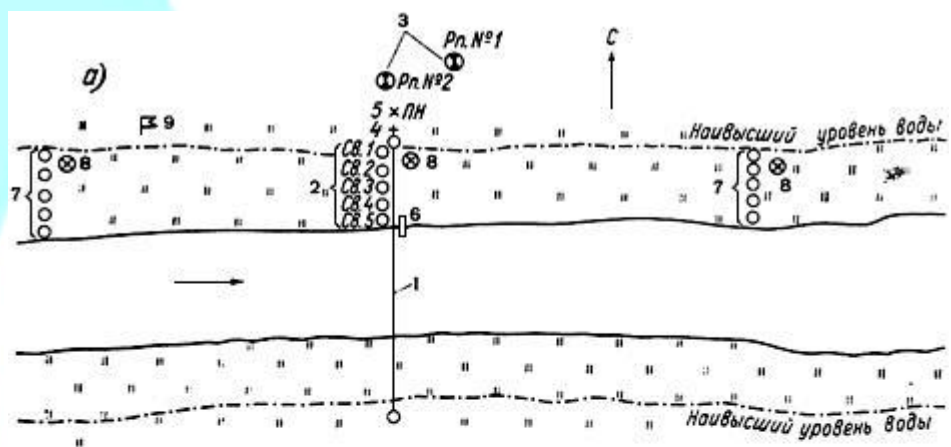


Измерения глубин ведут по поперечникам с мостов, а при значительной ширине — с катеров и лодок. Перед тем как осуществлять промеры глубины потока, с помощью теодолитной съемки намечают в русле реки и на поверхности водохранилища или озера гидрометрические створы, в которых производятся измерения





### Схема оборудования гидрологического поста и гидроствора



## Электронный ресурс

1. Государственный гидрологический институт – <http://www.hydrology.ru>
2. ФГБУ "НИЦ "Планета" – <http://planet.iitp.ru>
3. Росгидромет – <http://www.meteorf.ru>
4. ФГБУ "ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ" – <http://www.meteoinfo.ru>
5. ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»(Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) – <http://www.meteo-nso.ru>
6. ФГБУ "Алтайский ЦГМС"(Алтайский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) – <http://www.meteo22.ru>
7. База гидрологических данных – <http://www.hydrotec.ru/>.
8. Государственный водный реестр – <http://textual.ru/gvr/>.
9. «Метеорология и гидрология» – ежемесячный научно-технический журнал <http://planet.iitp.ru/mig/index.html>.

## Литература:

- 1.T. Davie. Fundamentals of hydrology. Second edition. Madison Avenue, New York, 2008 y. 221 p.
  - 2.Elizabeth M. Shaw Hydrology in Practice.Third Edition.2005.-145b.
  - 3.Rasulov A.R., Xikmatov F.X., D.P. Aytboev. Hidrologiya asoslari, «Universitet», Toshkent, 2003,326 bet.
  - 4.Karimov S.K., Akbarov A.A., Jonqobilov U. Hidrologiya, gidrometriya va oqim hajmini rostdash.Darslik. – T.: O‘qituvchi, 2004.-230 b.
  - 5.Akbarov A.A., Nazaraliev D.V., Xikmatov F.X. «Gidrometriya» fanidan o‘quv qo‘llanma,TIMI,Toshkent, 2008y.154 bet.
  - 6.Melnikova T.N. Praktikum po gidrologii, Uchebnik. Maykop – 2012 g. 153 b.
  - 7.A.V.Savkin, S.V.Fedorov. Hidrologiya. O‘quv qo‘llanma. – Sankt-Peterburg.:2010.-102b.
- <https://moodle.tiame.uz/course/view.php?id=705>



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



NAZARALIYEV DILSHOD  
VALIDJANOVICH



Gidrologiya va gidrogeologiya  
kafedrasi dotsenti



+ 998 71 237 0971



[nazaraliyev@yandex.com](mailto:nazaraliyev@yandex.com)



NAZARALIYEV DILSHOD