

Предмет:

ГИДРОМЕТРИЯ

тема

06

# Методы измерения скорости воды



NAZARALIYEV DILSHOD  
VALIDJANOVICH



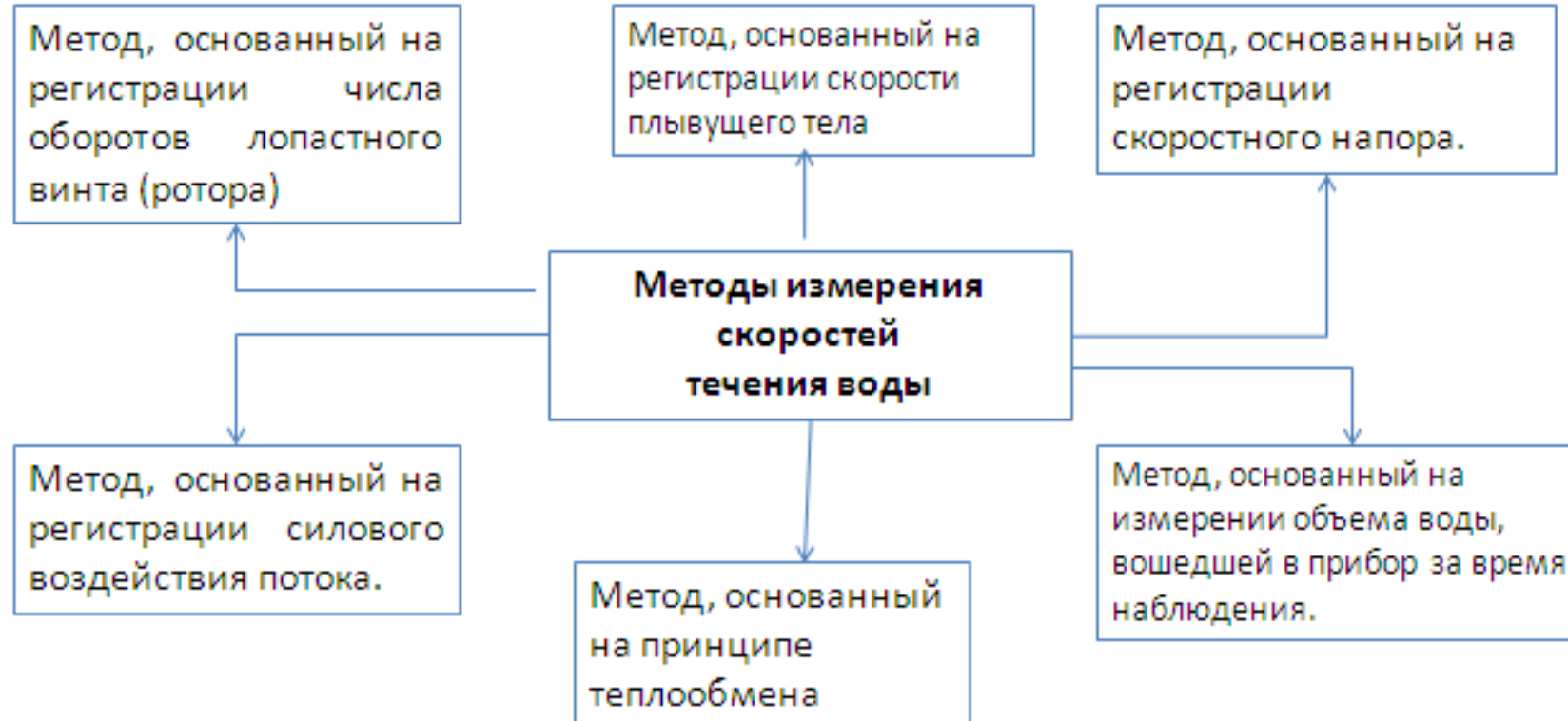
Доцент кафедры Гидрология  
и гидрогеологии

# ПЛАН ТЕМЫ:

- ❑ **Метод, основанный на регистрации числа оборотов лопастного винта (ротора)**
- ❑ **Метод, основанный на регистрации скорости плавущего тела**
- ❑ **Метод, основанный на регистрации скоростного напора.  
Определение скорости в зависимости от скоростного напора**

# Классификация методов измерения скоростей течения воды

Существует большое количество методов для измерения скоростей течения воды и приборов, действие которых основано на различных физических принципах. В гидрометрии могут быть применены следующие.



# Метод, основанный на регистрации числа оборотов лопастного винта (ротора)

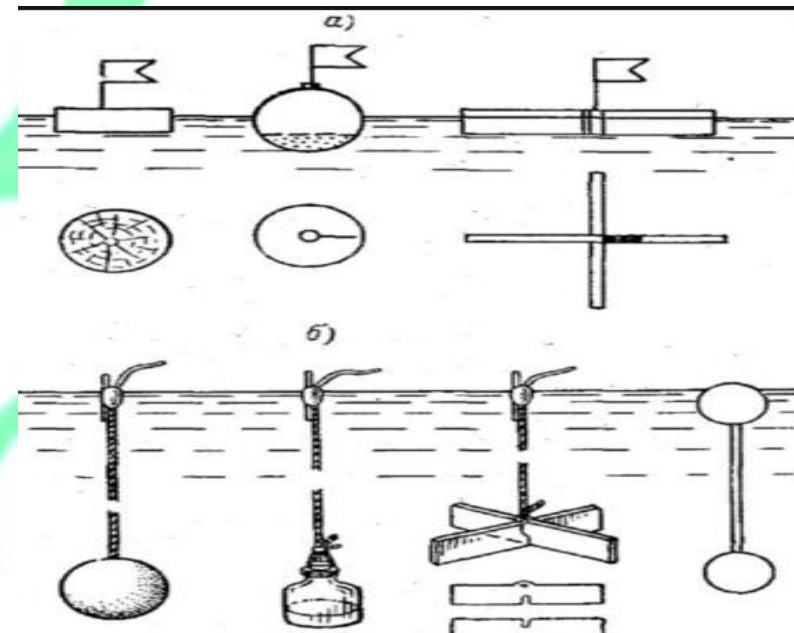
Наиболее распространенные приборы для измерения скорости течения – гидрометрические вертушки.



Реже применяют вертушки для интеграционного определения средней скорости на вертикали или, например, средней поверхностной скорости потока.

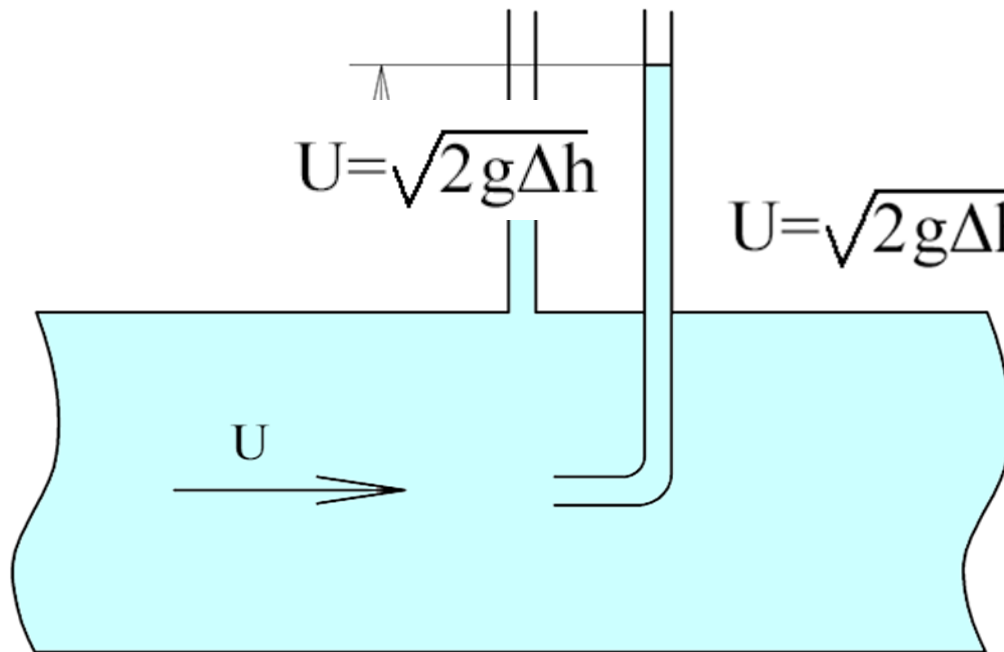
# Метод, основанный на регистрации скорости плавущего тела

Для измерения скорости используются различного рода поплавки, которые могут запускаться как на поверхность потока, так и на требуемую глубину. При поплавочных измерениях получаем значение скорости, осредненное для участка потока по траектории движения поплавок.

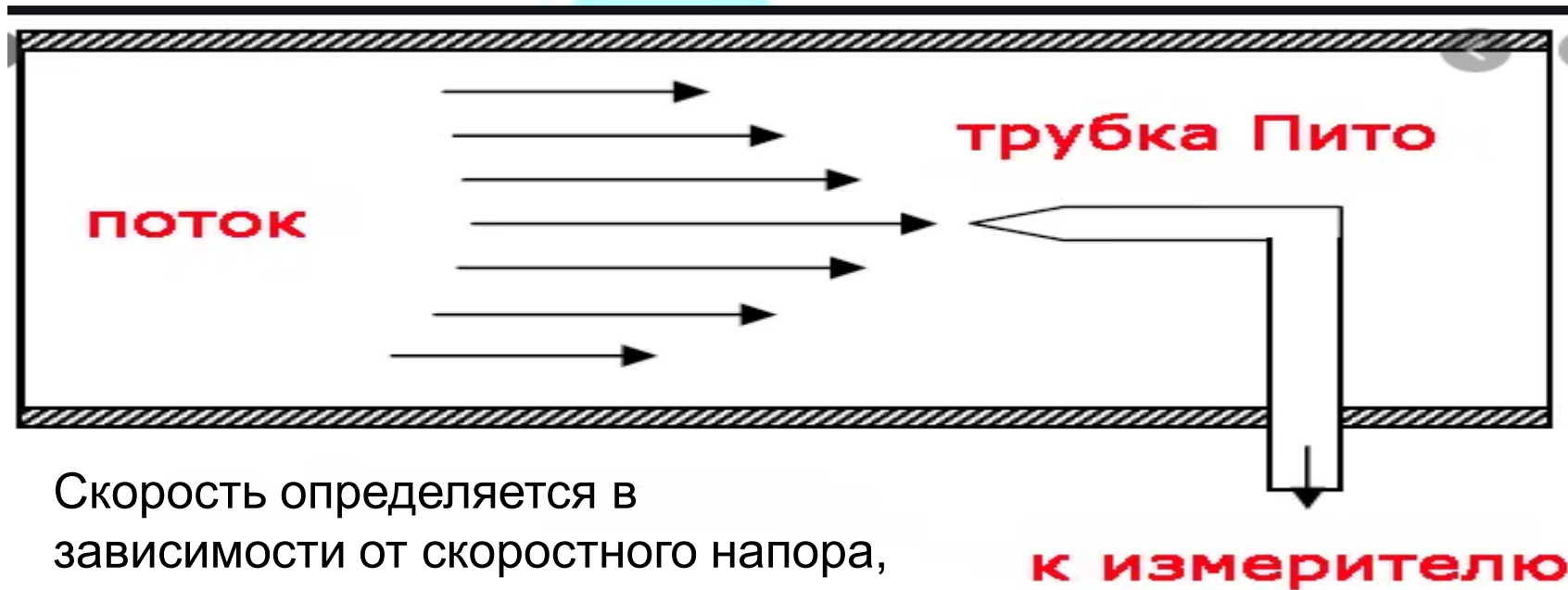


# Метод, основанный на регистрации скоростного напора

Для измерения скоростей используются гидрометрические трубки различной конструкции, прообразом которых является трубка Пито (1732 г.).



# Определение скорости в зависимости от скоростного напора

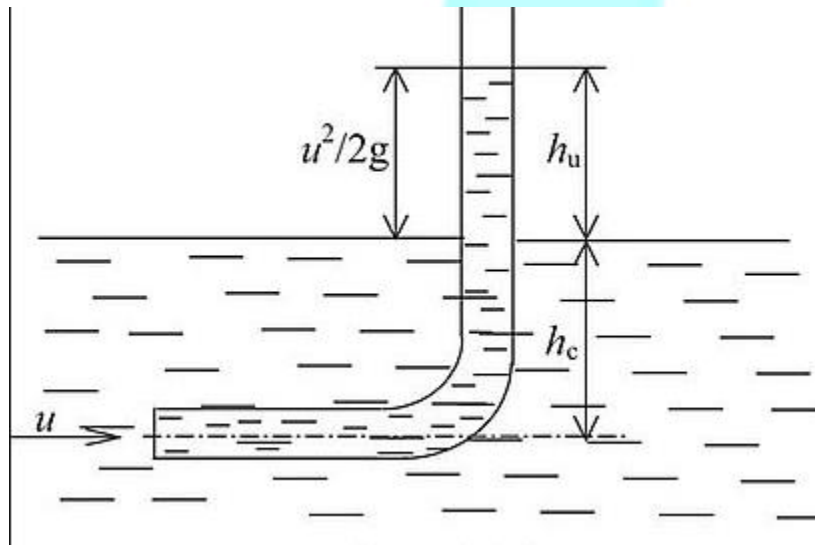


Скорость определяется в зависимости от скоростного напора, для этого трубка вводится в поток отверстием навстречу течению



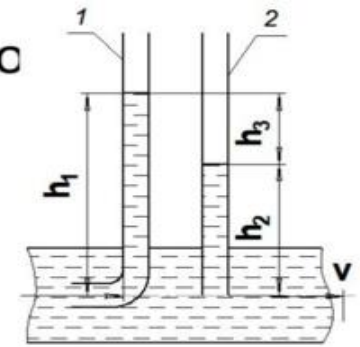
# Измерение скоростного напора

Скоростной напор измеряется непосредственно по высоте подъема уровня в трубке. Гидрометрические трубки дают местную скорость в отдельных точках потока.



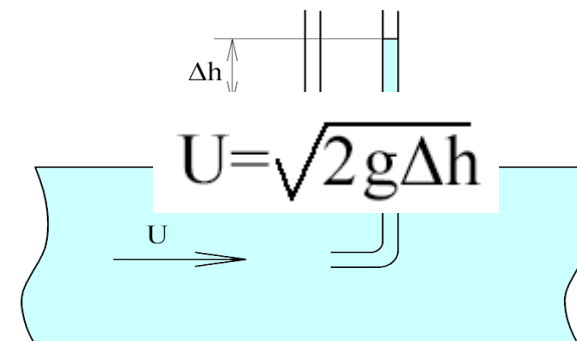
## Трубка Пито

- Полный напор трубки Пито,  $h_1 = (p/\rho g) + v^2/(2g)$
- пьезометрический напор определяющей  $h_2 = p/\rho g$



Скорость потока в точке расположения нижнего отверстия трубки Пито определяется высотой подъема жидкости  $h_3 = v^2/(2g)$ .

$$v = \sqrt{\frac{h_3}{2g}}$$





# Метод, основанный на измерении силового воздействия потока.

Это так называемый метод водных флюгеров. Здесь, для измерения скорости потока применяются приборы, обладающие чувствительным элементом, т.е. специальный «водный» тензодатчик, который способен измерить силовое воздействие потока.



Тензометрический датчик (тензодатчик; от лат. *tensus* — напряжённый) — датчик, преобразующий величину деформации в удобный для измерения сигнала (обычно электрический), основной компонент тензометра (прибора для измерения деформаций).

# Приборы с датчиками позволяют измерять пульсацию скоростей.

Подобные приборы используются, как правило, при проведении научно-исследовательских работ в целях измерения и непрерывной регистрации значений скоростей потоков в отдельных точках.

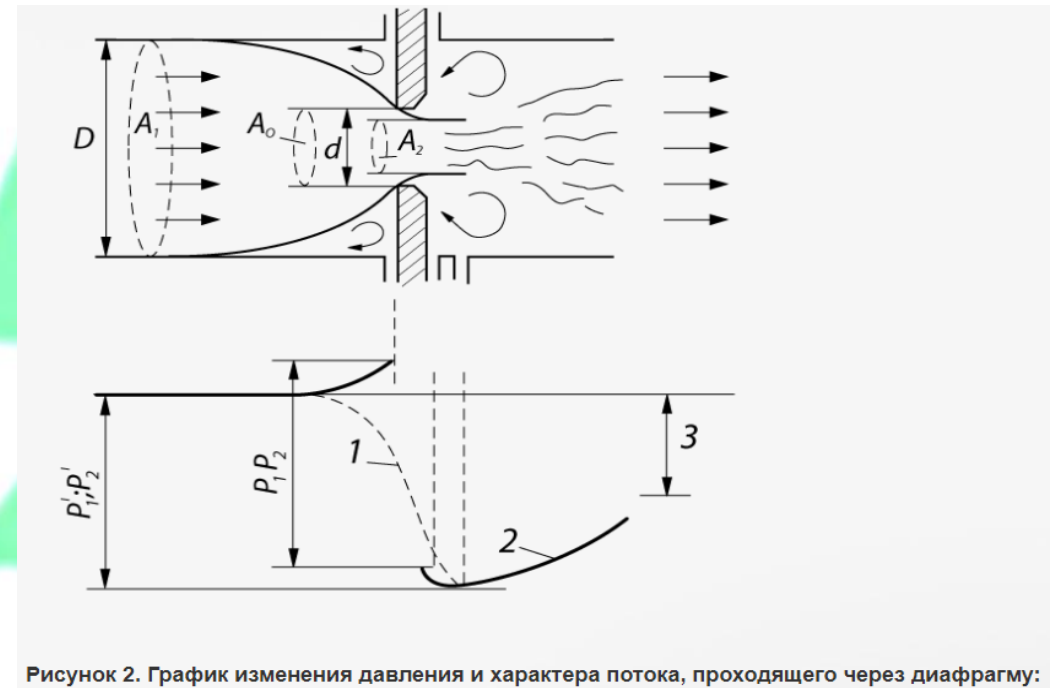
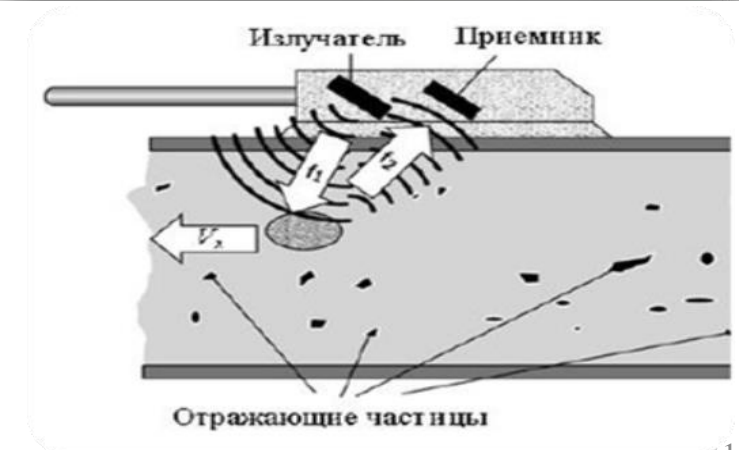
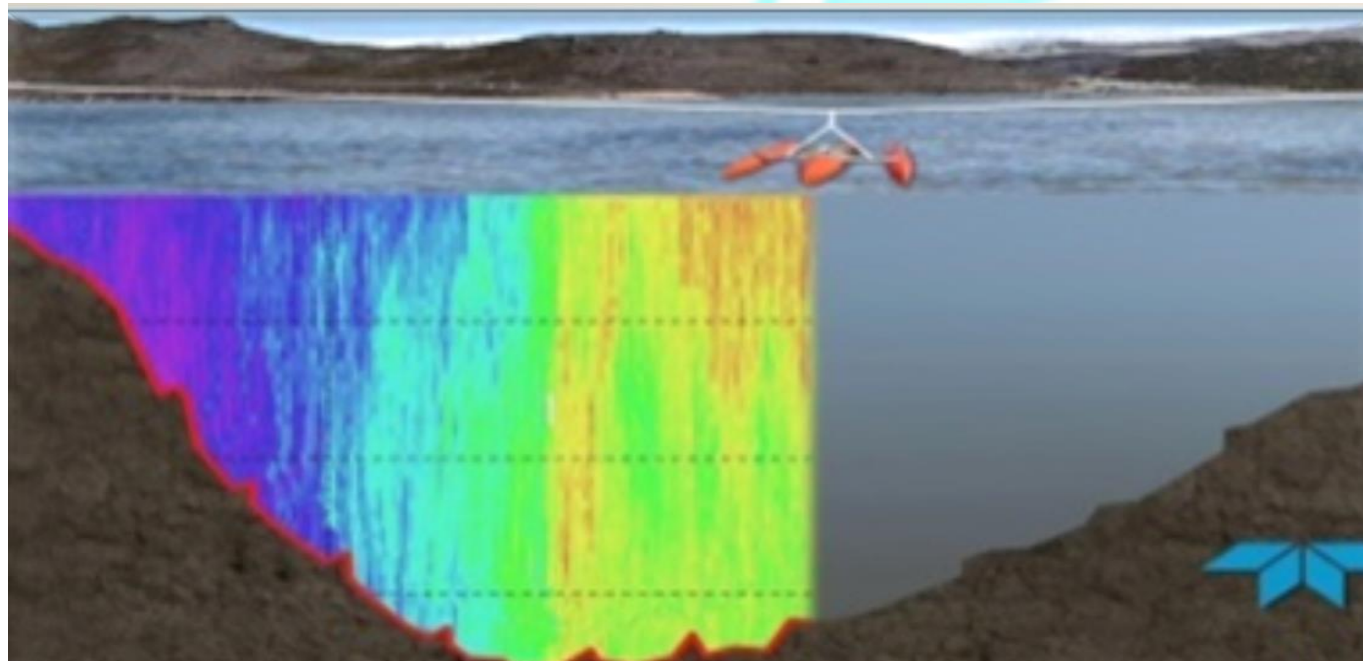


Рисунок 2. График изменения давления и характера потока, проходящего через диафрагму:

# Метод, использующий принцип теплообмена.

Здесь, для измерения скорости потока применяются приборы, которые в качестве рабочего органа имеют нагретый элемент, который и вводится непосредственно в поток.

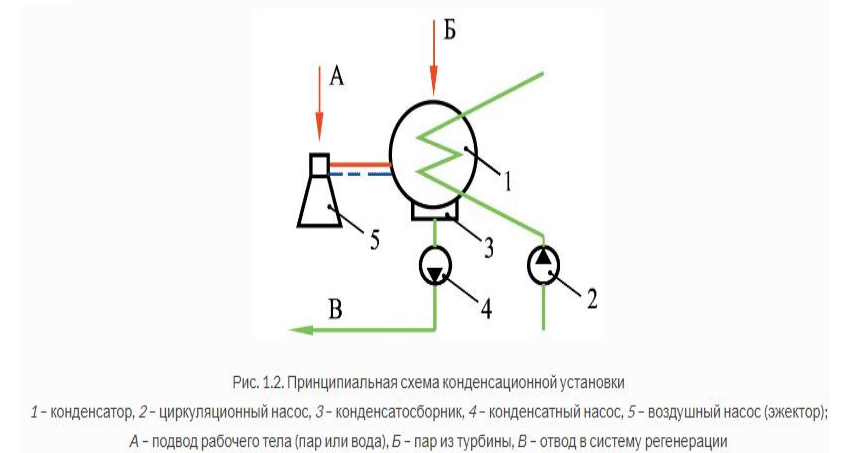
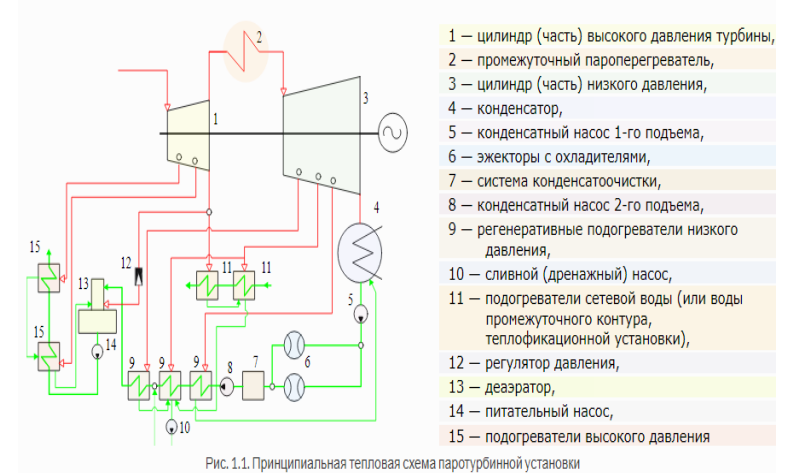
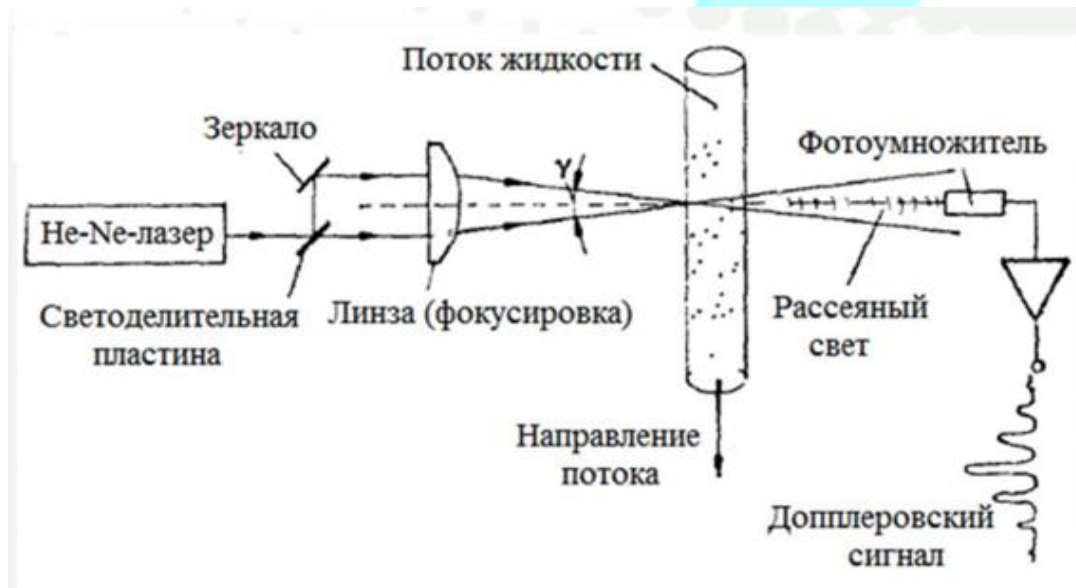


<https://openedu.urfu.ru/files/book/%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B0%201.html>

<https://www.chegg.com/flashcards/3-76724450-c76f-46f5-98d1-0e47ad6278cf/deck>

# Скорость течения потока определяют в зависимости от скорости охлаждения чувствительного элемента прибора.

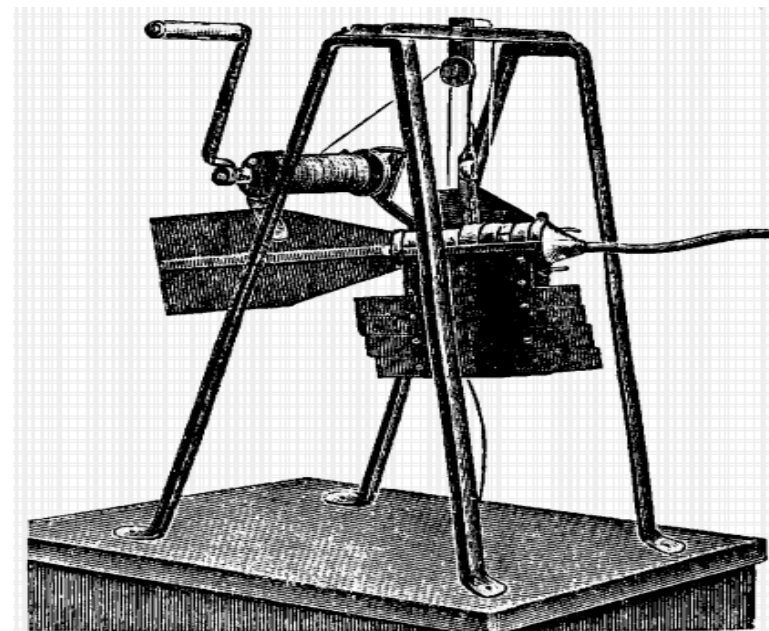
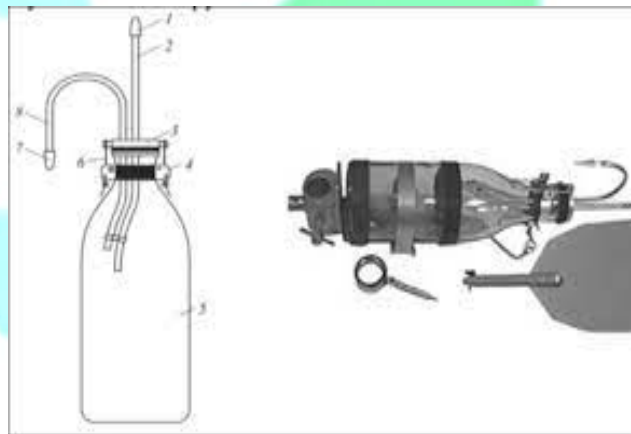
Как правило, такие приборы используются в лабораторных условиях для измерения скорости потока с непрерывной записью.





# Метод, основанный на измерении объема воды, вошедшей внутрь прибора за отведенное время наблюдения.

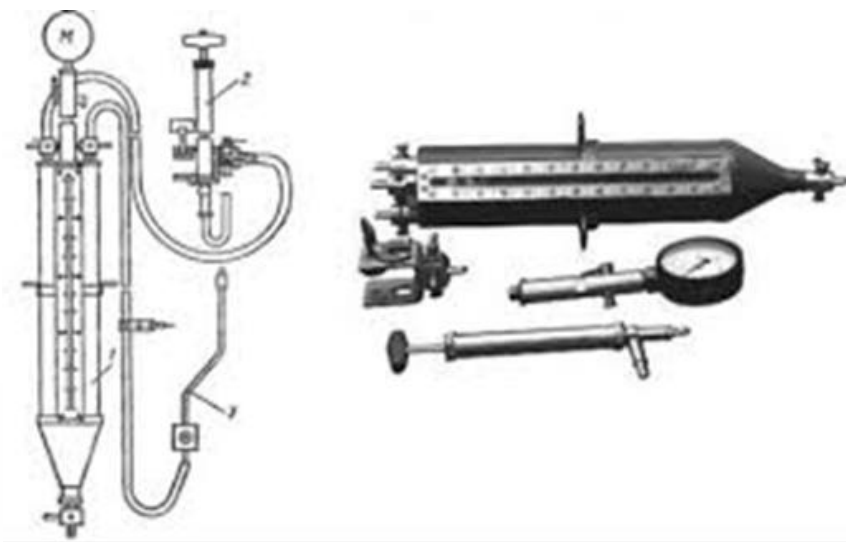
Это, в первую очередь, батометры-тахиметры, предложенные В.Г. Глушковым в 1932 г. Батометр-тахиметр вводится в поток входным отверстием навстречу течению и выдерживается в потоке определенное время; после этого прибор вынимают и замеряют объем воды, вошедший в прибор.



Фиг. 2. Батометр длительного наполнения Глушкова.

Данный способ применяется редко, однако, это единственный способ измерения малых скоростей течения потока.

При этом, скорость определяют по специальному тарировочному графику в зависимости от объема воды, вошедшего внутрь прибора за единицу времени.



# Метод ионного паводка.

В поток воды вводят электролит, как правило, раствор поваренной соли, а ниже точки введения электролита производят непрерывную запись концентрации  $\text{NaCl}$  в потоке.



а)



б)



Рис. 1.14. Измерение расхода воды методом ионного паводка: а) гидрологический пост на горной реке; б) кондуктометр Christian Berner AB «WTW LF 95»



# График хода концентрации напоминает, по своей форме, гидрограф паводка (отсюда и название).

Метод аналогичен методу регистрации скорости плавущего тела (поплавка), поскольку в данном случае плавущим телом является «солевое облако».



Связь между уровнем воды по «Валдаю» и АДУ-02 у-О.ftSi -ИЗ

$K' = 0.97$

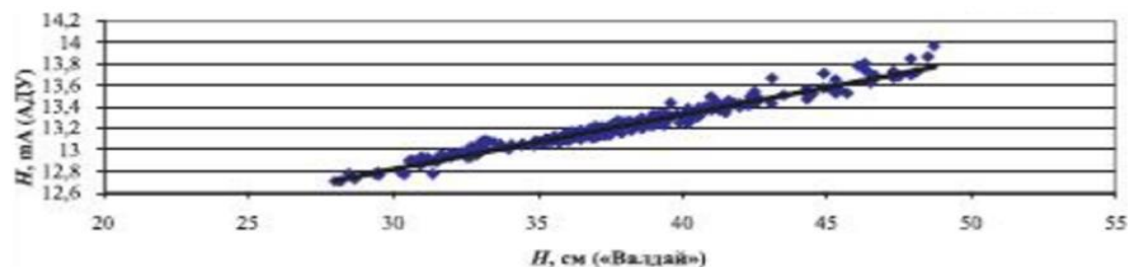


Рис 1.13. Связь между уровнями воды, полученными с помощью «Валдая» (в сантиметрах) и АДУ-02 (в метрах)

## Определение расхода воды с помощью ионного паводка



**Определение расхода воды с помощью ионного паводка**

## Измерения расхода воды при помощи ионного паводка

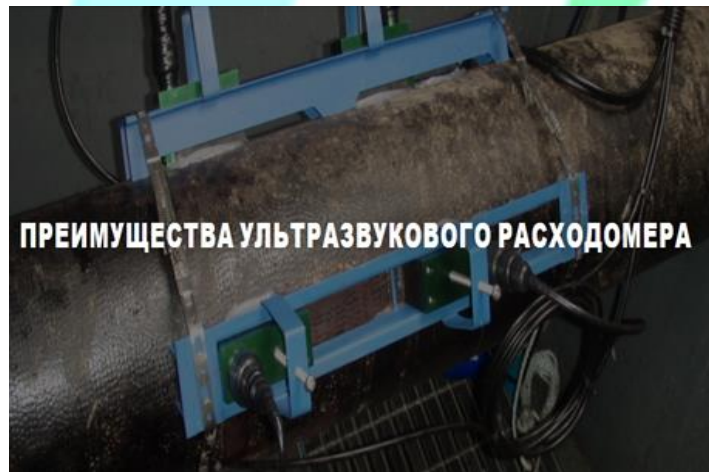


$$Q = \frac{V_p C_p}{F}$$

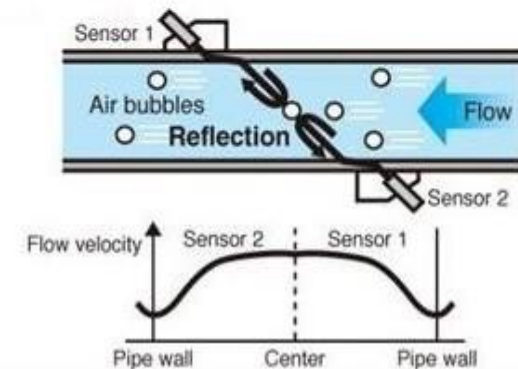


# Метод, использующий ультразвуковые колебания.

При распространении ультразвука в движущейся среде, такой, как вода, скорость ультразвуковых колебаний относительно неподвижной системы координат равняется векторной сумме скорости ультразвука и скорости самой среды.



- Ultrasound pulses are transmitted into a liquid. The flow velocity profile and the flow rate are determined by using the principle that the Doppler frequency of the echo from reflectors such as air bubbles and particles varies with fluid velocity.
- Ideally suited to opaque fluids.





В настоящее время ультразвуковой метод используется при измерении скорости течения различных жидкостей, включая загрязненные, агрессивные и кристаллизующиеся, только в закрытых трубопроводах.

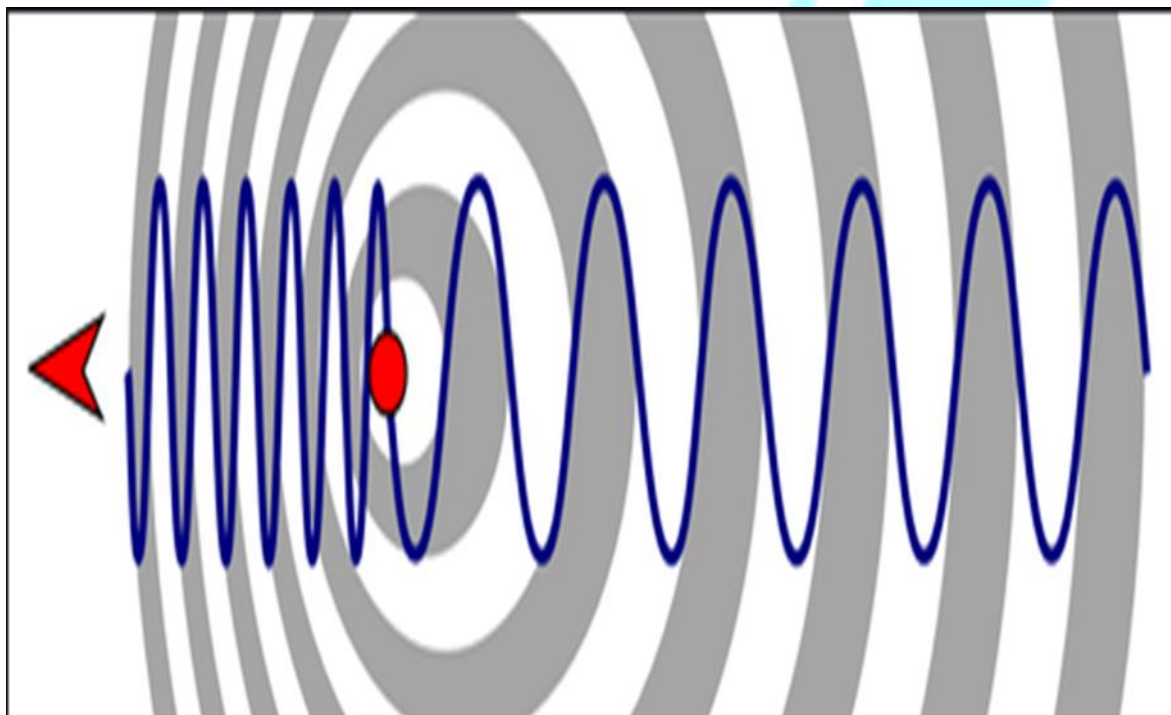


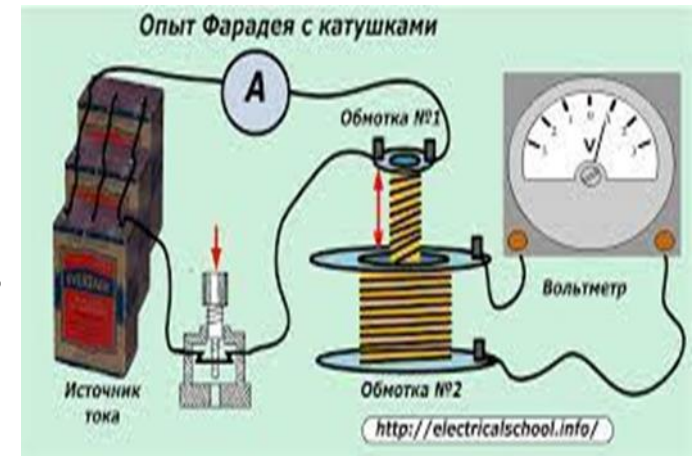
Рис. 1.4 - «ИСТ - 1»



# Методы, в основание которых положено использование электромагнитной индукции в индукционных катушках.

Суть метода заключается в следующем: известно, что в проводнике, который движется в магнитном поле, возникают токи, называемые токами М. Фарадея, которые были открыты в 1831 г.

Тот же эффект наблюдается при прохождении через магнитную катушку потока воды. Таким образом, измеряя силу тока, можно определить скорость потока.



**Закон электромагнитной индукции Майкла Фарадея (открыт в 1831 г.)**

Майкл Фарадей (1791-1867)

Устанавливает взаимосвязь между магнитными и электрическими явлениями. Формулировка: ЭДС электромагнитной индукции, в контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока сквозь поверхность, ограниченную этим контуром.

$$e_{\text{I}} = -\frac{d\psi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

## Применение электромагнитной индукции

- индукционные генераторы
- трансформаторы
- микрофоны и громкоговорители
- детекторы для обнаружения металлических предметов
- поезда на магнитной подушке
- считывание информации с магнитных лент



# Методы, в основание которых положен эффект Доплера.

Суть эффекта, открытого Кристианом Допплером в 1842 г., состоит в использовании изменения частоты и длины отраженных от частиц потока волн, которые регистрируются приёмником, вызванного движением их источника, т.е. потока воды.

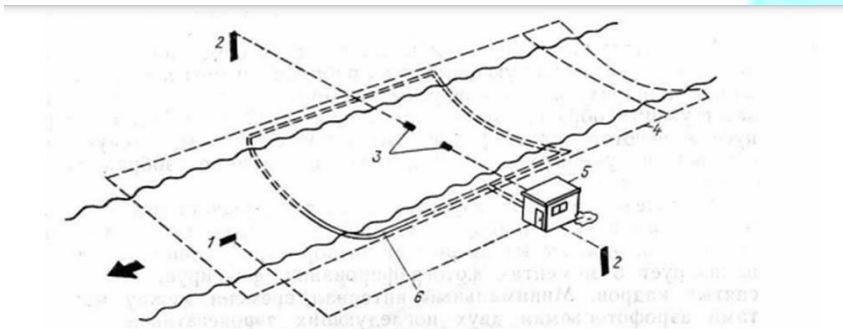
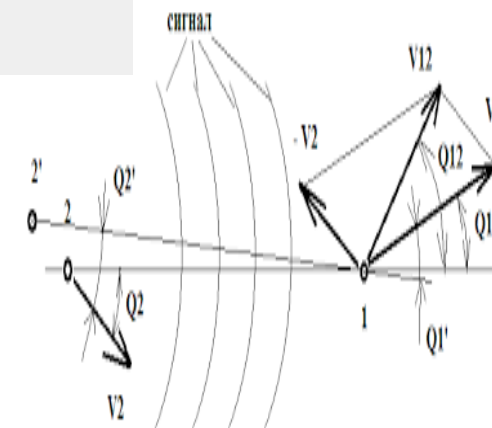
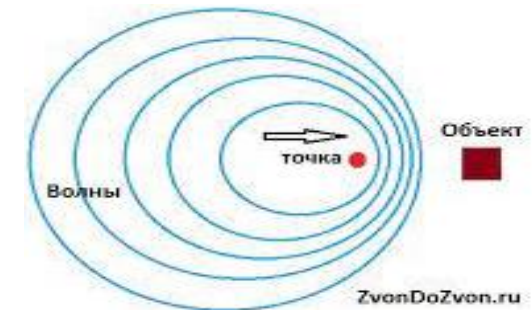
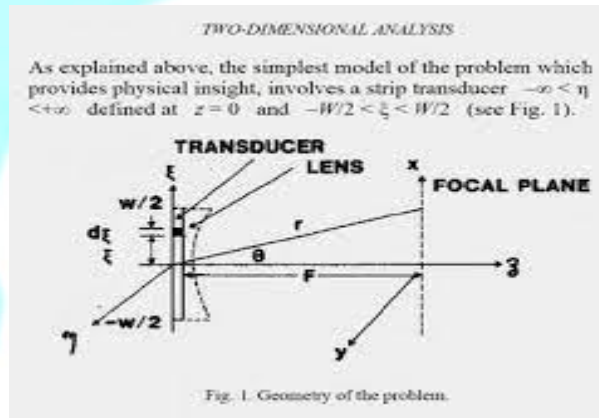


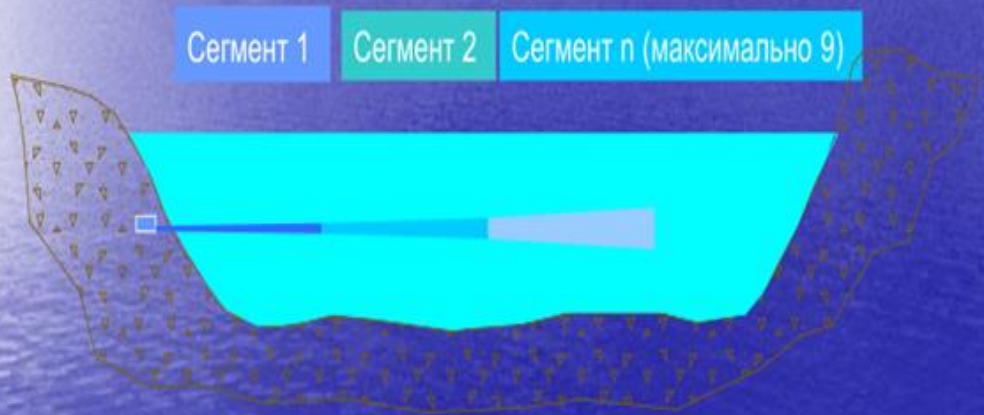
Рис.8. Комплекс для измерения расхода воды методом электромагнитной индукции (Англия)

1 – ячейка для измерения проводимости воды, 2 – измеритель проводимости дна, 3 – сигнальные зонды, 4 – кабель для передачи сигналов, 5 – павильон для хранения оборудования, 6 – катушка, создающая магнитное поле



# Стационарные средства измерения скорости потока

## Доплеровский измеритель скорости потока



## Установка доплеровских измерителей скорости потока на заданном горизонте





# 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



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



NAZARALIYEV DILSHOD