

Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)

Лабораторная работа №4

## «Скорость распространения волны»

Выполнили:  
Макаренко Николай  
Тихомиров Андрей  
Янаков Филипп  
Б03-202

# 1 Введение

## 1.1 Цели

При помощи Raspberry PI, делителя напряжения, двух электродов определить зависимость скорости распространения волны от глубины воды в канале.

## 1.2 Задачи

- ознакомиться с установкой, поняв принцип ее работы
- получить показания АЦП при разной глубине воды и записать их в файл
- получить калибровочную зависимость напряжения от глубины воды в кювете
- измерить расстояние между торцевой дверью и электродами
- провести измерения в течение некоторого времени после открытия двери для разных глубин
- построить графики зависимости уровней воды в кювете от времени после открытия торцевой крышки
- сделать выводы о проделанной работе

# 2 Теория

## 2.1 Термины и определения

Теорию мелкой воды можно применить в случае, если на воду оказывает существенное воздействие сила тяжести. В теории мелкой воды используются некоторые приближения, которые помогают упростить вычисления: глубина жидкости в каждой точке канала или водоема много меньше размеров водоема; вертикальная скорость жидкости много меньше горизонтальной скорости; изменение параметров течения жидкости (глубины и скорости) вдоль канала или водоема заметно меняются только на расстояниях, много больших глубины жидкости.

В рамках механики сплошных сред используется понятие скорости распространения малых возмущений, или «скорости звука»  $c$ . В теории мелкой воды показывается, что скорость распространения малых возмущений от глубины жидкости  $h$  имеет зависимость  $c = \sqrt{gh}$

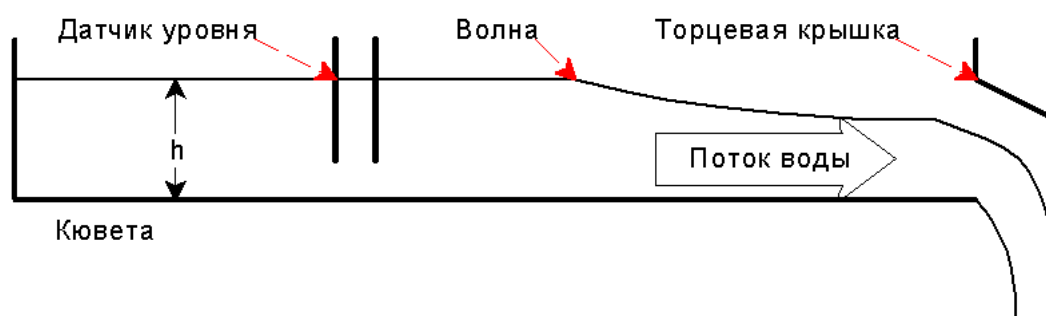


Рис. 1: Экспериментальная установка. Схема

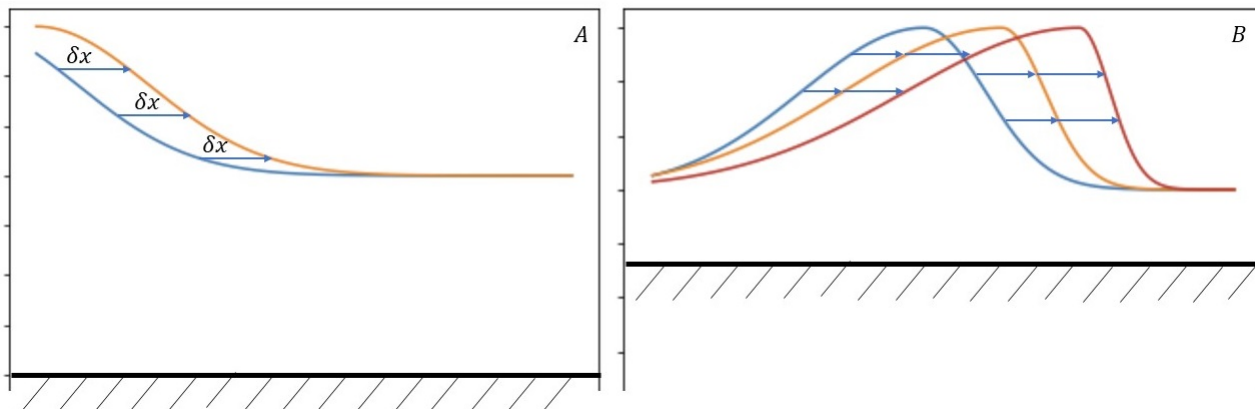


Рис. 2: Схема распространения возмущений в воде за малое время  $dt$

## 2.2 Физическая система

Сплошная среда (вода), в которой возмущения распространяются со скоростью звука, и на каждую точку к тому же действует сила тяжести.

## 2.3 Экспериментальная установка

В экспериментальной установке используются: кювет с водой с торцевой дверью на одном из концов, два электрода, Raspberry PI, схема, играющая роль АЦП.

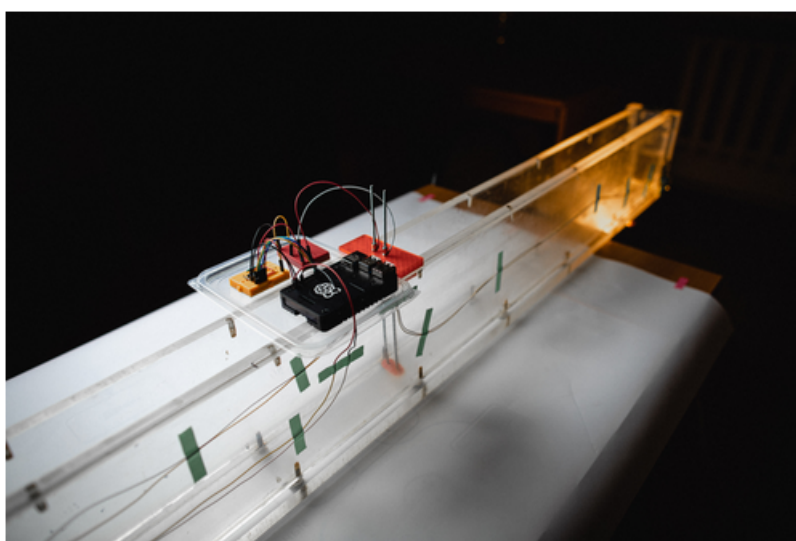


Рис. 3: Экспериментальная установка. Общий вид

# 3 Программа и методика измерений

## 3.1 Методика измерений

Измерения осуществлялись с помощью библиотеки RPi.GPIO, позволяющей работать с платой Raspberry PI. Для удобной работы с файлами (запись, чтение) были использованы библиотеки os, re. Для анализа полученных данных и построения графиков были использованы библиотеки numpy и scipy, matplotlib, math.

## 3.2 Программа эксперимента

- Измерить и записать в файл напряжение для разной глубины: 20 мм, 40 мм, 60 мм, 80 мм, 100 мм, 120 мм (измерять в течение 10 секунд)
- Измерять напряжение в течение оттока воды при открытой торцевой двери (измерять в течение 10 секунд)
- Сделать калибровку по полученным данным с помощью интерполяции
- Построить калибровочный график
- Построить графики зависимости глубины в конце кювета от времени
- Сохранить данные и код на репозиторий группы в github

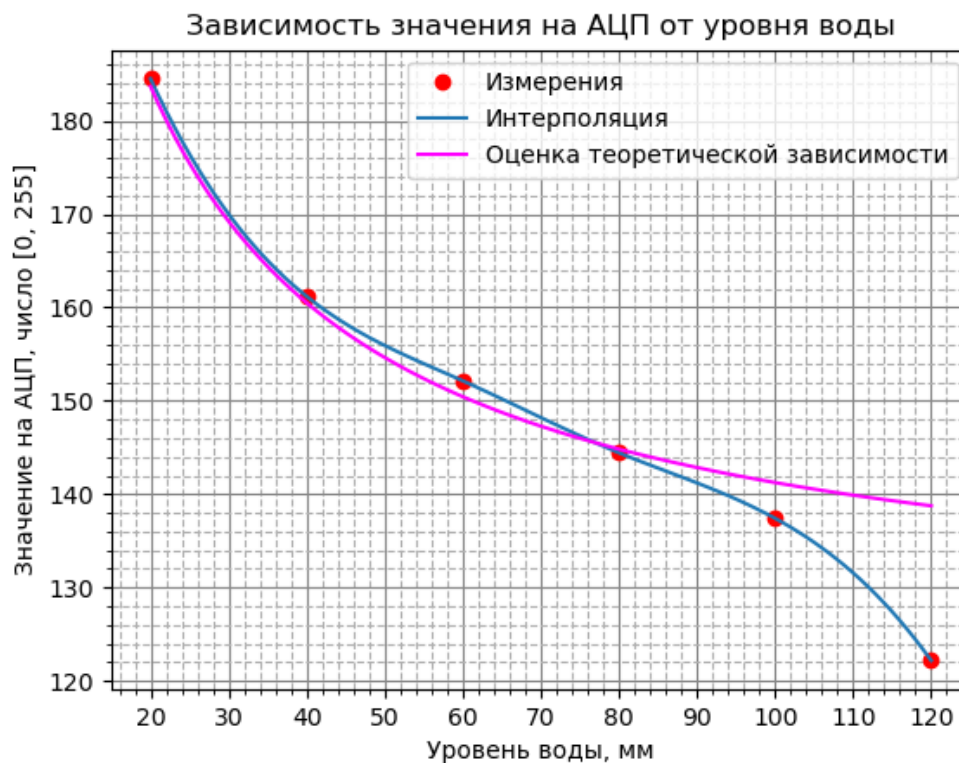
## 4 Код программы

### 4.1 Скрипты получения и обработки изображений и функции

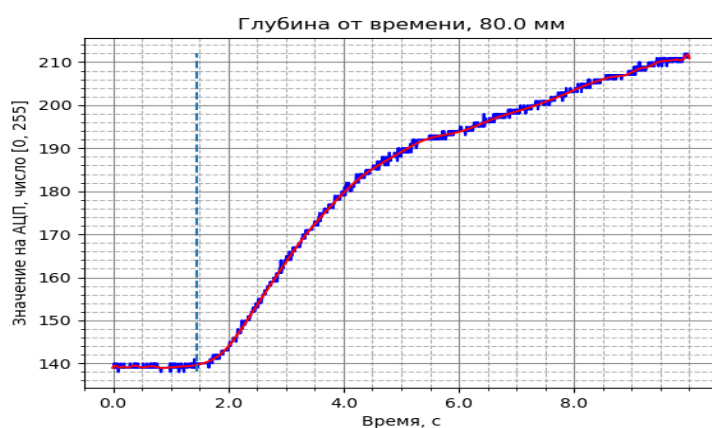
<https://github.com/yakov7podkova/get-labs>

## 5 Эксперимент

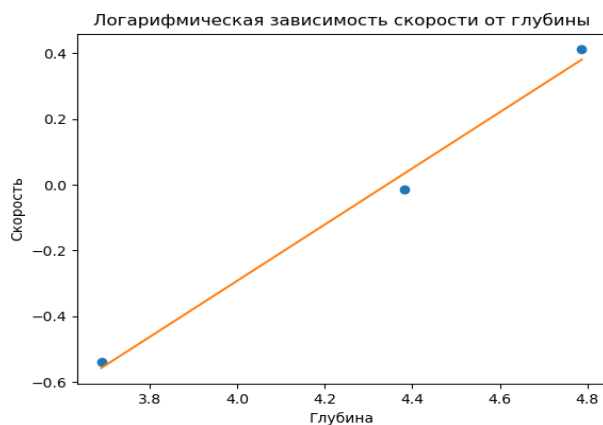
### 5.1 Калибровка



## 5.2 Графики зависимости уровня воды от времени



## 5.3 График зависимости логарифма скорости от глубины



## 6 Результаты

В ходе проделанной работы были определены:

- зависимость сигнала АЦП от глубины жидкости в кювете

- зависимость глубины жидкости в районе датчика, подключенного к АЦП, от времени
- логарифмическая зависимость скорости от глубины

Также была проведена аппроксимация зависимости логарифма скорости распространения волны от логарифма начальной глубины жидкости в кювете методом наименьших квадратов. Таким образом была определена зависимость скорости распространения возмущений от глубины воды в канале при помощи компьютера, АЦП и двух электродов. Теоретическая зависимость скорости распространения возмущений от глубины жидкости подтвердилась с полученными данными с малой точностью по причине низкого качества и несовершенства используемого оборудования.