





Мастер-класс

«Конструируем
цифровой
эксперимент»

А.В. Селиверстов,
к.п.н., ст. преподаватель;
П.Ю. Боков, к.ф.-м.н., доцент



phyphox — physical phone experiments

- Современные смартфоны обладают широким функционалом и богатым набором датчиков для сбора различной информации: от акселерометра до магнитометра.
 - Множество программ для сбора и обработки данных.
 - phyphox: создан в 2nd Institute of Physics, RWTH Aachen University (2016 г.).
-



Ссылки

Сайт **phyphox**:



Приложение IOS:



Приложение Android:





Главный экран phyphox (physical phone experiments)

The image shows three screenshots of the phyphox app's main screen, which is a grid of experiment categories. Each screenshot has a dark background with orange accents and icons. The top of each screen displays the 'phyphox' logo and the tagline 'physical phone experiments'. A small 'i' icon is in the top right corner of each screen. The categories and their sub-items are as follows:

- Исходные датчики**
 - Гироскоп (частота вращения)
Получите исходные данные с гироскопа.
 - Давление
Получите исходные данные с барометра.
 - Магнитометр
Получите исходные данные с магнитометра.
 - Местоположение (GPS)
Получите примерное местоположение по да...
 - Свет
Получите исходные данные с датчика освещ...
 - Ускорение (без g)
Получите исходные данные из так называем...
 - Ускорение с g
Получите исходные данные с акселерометра...
- Tools**
 - Depth sensor (LiDAR / ToF)
Measure distances using the depth sensor.
- Акустика**
 - Акустический диапазон
Показать записанные аудиоданные.
 - Амплитуда звука
Получите амплитуду звуков.
 - Генератор тона
Генерирует тон определенной частоты.
Измерьте частоту одного тона.
 - Звуковая автокорреляция
Измерьте частоту одного тона.
 - Звуковой спектр
Отображение частотного спектра аудиосиг...
 - История частоты
- Измeрительные инструменты**
 - Магнитная линейка
Используйте ряд магнитов для измерения ра...
 - Магнитный спектр
Отобразить частотный спектр магнитометра.
 - Наклон
Измерьте угол наклона телефона.
 - Спектр ускорения
Отобразить частотный спектр данных с аксе...
- Механика**
 - Звуковая автокорреляция
Измерьте частоту одного тона.
 - Звуковой спектр
Отображение частотного спектра аудиосигна...
 - История частоты
Измерьте изменение частоты во времени дл...
 - Сонар
Измеряет расстояния через эхо и скорость э...
 - Эффект Доплера
Обнаружение малых частотных сдвигов эфф...
- Механика**
 - (Не)упругое столкновение
Определите потерю энергии во время (не)уп...
 - Маятник
Определите величину ускорения свободного...
 - Пружины
Проанализируйте частоту и период пружинно...
 - Рулон
Поместите свой телефон в рулон и определите...
 - Центростремительное ускорение
Визуализирует центростремительное ускоре...
- Повседневная жизнь**
 - Измеритель аплодисментов
Установите баллы на длину и амплитуду апл...
 - Лифт
Определите скорость лифта с помощью баро...
- Таймеры**
 - Акустический секундомер
Получите время между двумя акустическими...
 - Бесконтактный датчик как секундомер
Измерьте время с помощью бесконтактного...
 - Оптический секундомер
Измерьте временные интервалы с помощью...
 - Секундомер движения
Получите время между двумя событиями дв...
- Contribute to phyphox**
 - Other ways to contribute...
Link: <https://phyphox.org/contribute>
 - Отправить в базу данных датчиков
Отправьте информацию о датчиках в телефо...



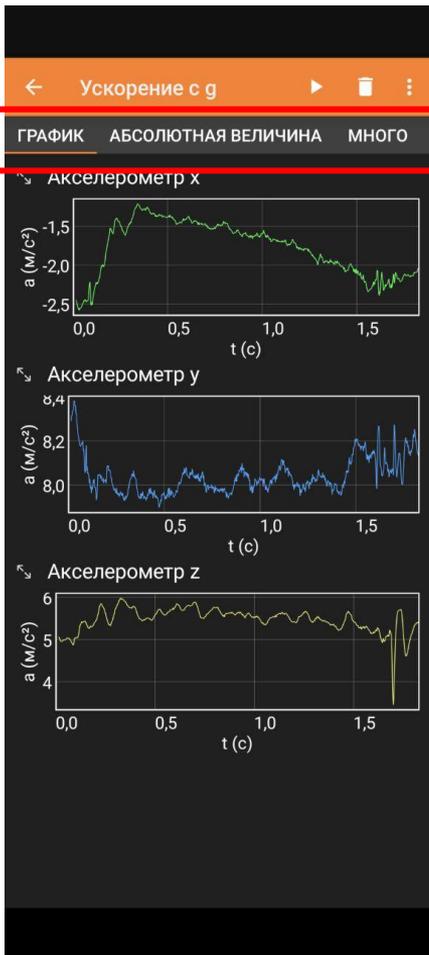
Возможности phyphox: датчики

Аппаратные датчики смартфона

- Акселерометр (3 проекции)
- Магнетометр (3 проекции)
- Гироскоп (3 проекции)
- Люксметр
- Барометр
- Датчик приближения
- Микрофон
- GPS (положение)

Устройства вывода

- Динамик
-





Возможности phyphox: датчики

Комбинированные датчики

- Акустический секундомер
- Датчик угла наклона к горизонту
- Эхолот
- Барометрический датчик скорости подъема

Комбинированные устройства вывода

- Генератор звуковой частоты
-



Возможности phyphox: эксперименты

Кроме измерения одной величины, phyphox позволяет объединять измерения в последовательности и обрабатывать по определённой методике, то есть проводить заранее разработанные эксперименты.



Возможности phyphox: эксперименты

Вот некоторые из них:

- Неупругий удар (измерение интервалов времени между серией соударений мяча с полом)
- Центростремительное ускорение (измерение угловой скорости вращения и ускорения при движении смартфона в “центрифуге”)
- Измерение высоты, скорости и ускорения подъёма лифта (барометром и акселерометром)

К каждому эксперименту доступно видеоописание.



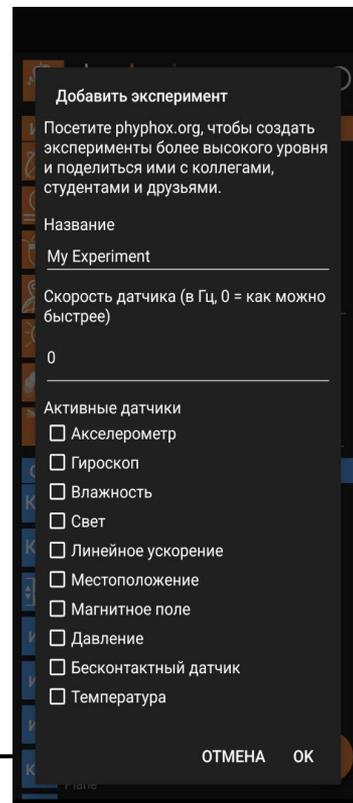
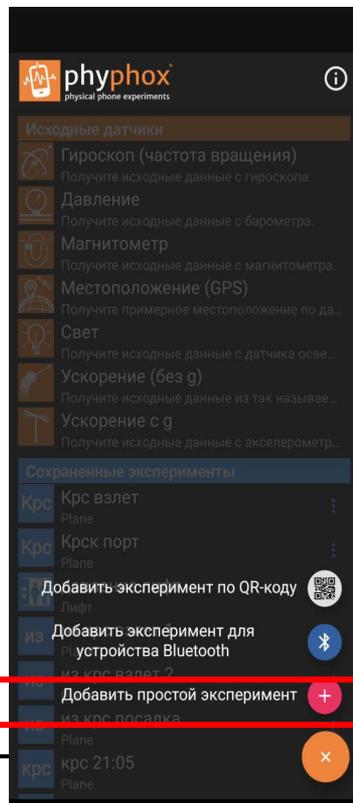
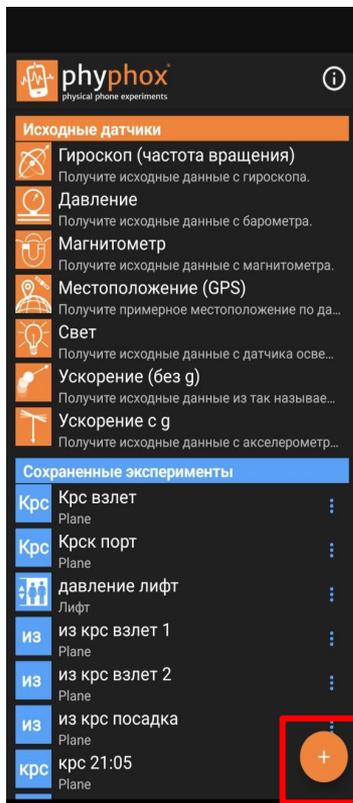
Возможности phyphox: эксперименты

Ещё несколько экспериментов:

- Смартфон как маятник
 - Магнитная рулетка
 - Свободное падение
 - Качение по наклонной плоскости
 - Сонар
 - Скорость звука
 - Колебания на пружине
-



Создание эксперимента

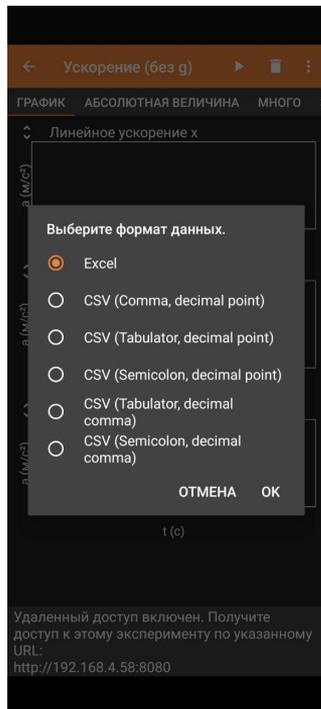




Возможности phyphox: экспорт данных

Измеренные датчиками смартфона значения с привязкой ко времени их получения можно экспортировать в виде файла в одном из распространённых форматов (XLS, CSV).

Файл отправляется стандартным для смартфона способом (через электронную почту, мессенджеры, соцсети и т.п.).



Удаленный доступ включен. Получите доступ к этому эксперименту по указанному URL:
<http://192.168.4.58:8080>



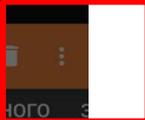
← Ускорение (без g) ▶ 

ГРАФИК АБСОЛЮТНАЯ ВЕЛИЧИНА МНОГО

Линейное ускорение x

a_x (м/с²)

a_y (м/с²)

a_z (м/с²)

Выберите формат данных.

- Excel
- CSV (Comma, decimal point)
- CSV (Tabulator, decimal point)
- CSV (Semicolon, decimal point)
- CSV (Tabulator, decimal comma)
- CSV (Semicolon, decimal comma)

ОТМЕНА ОК

t (с)

Удаленный доступ включен. Получите доступ к этому эксперименту по указанному URL:
<http://192.168.4.58:8080>

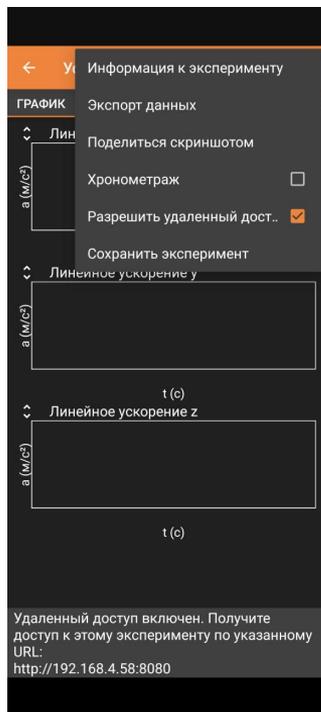


Возможности phyphox: дистанционное управление

Если компьютер находится в одной сети с телефоном, на котором установлено приложение, то получением данных можно управлять удалённо. Для этого:

- на телефоне: в параметрах эксперимента разрешить удалённый доступ;
- на компьютере: запустить браузер, ввести в командной строке выданный приложением адрес доступа (например, 192.168.1.1:8080) и перейти на страницу управления.

Кроме запуска/остановки эксперимента на этой странице можно загружать данные с датчиков.





← Уд. Информация к эксперименту

ГРАФИК Экспорт данных

↔ Лин. Поделиться скриншотом

a (M/c²) Хронометраж

Разрешить удаленный дост..

Сохранить эксперимент

↔ Линейное ускорение y

a (M/c²)

t (c)

↔ Линейное ускорение z

a (M/c²)

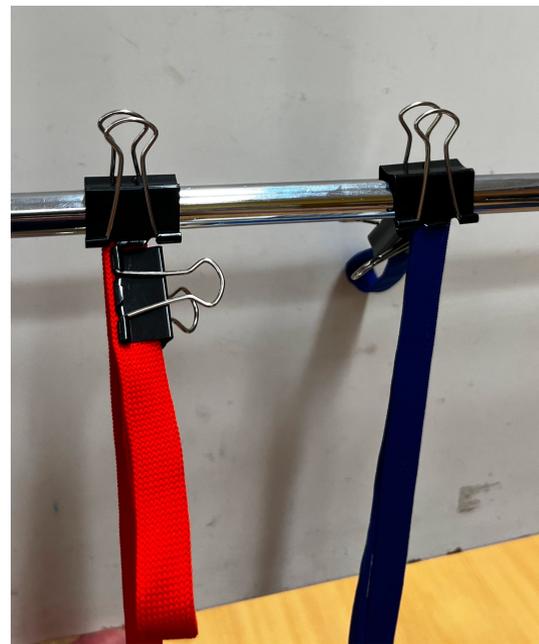
t (c)

Удаленный доступ включен. Получите доступ к этому эксперименту по указанному URL:

<http://192.168.4.58:8080>



Дистанционное управление: затухающие колебания





Аппроксимация данных и их интерполяция/экстраполяция

Интерполяция — нахождение значения какой-либо величины по известным отдельным значениям этой величины в заданных точках. Производится *внутри интервала*, на котором заданы значения величины.

Экстраполяция — нахождение значения какой-либо величины *за пределами интервала*, на котором заданы значения величины.

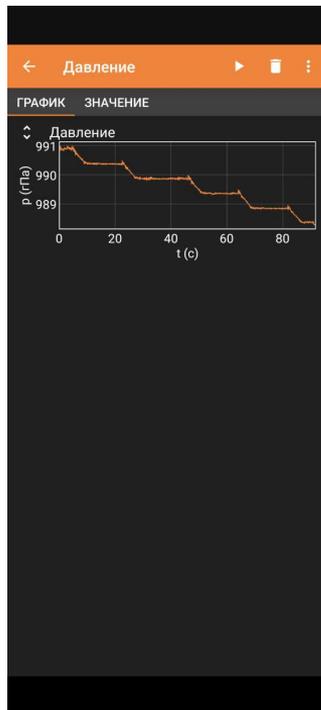
Аппроксимация — замена исходного объекта (набора экспериментальных точек) на другой, *приблизительно* описывающий исходный.



От этажа к этажу

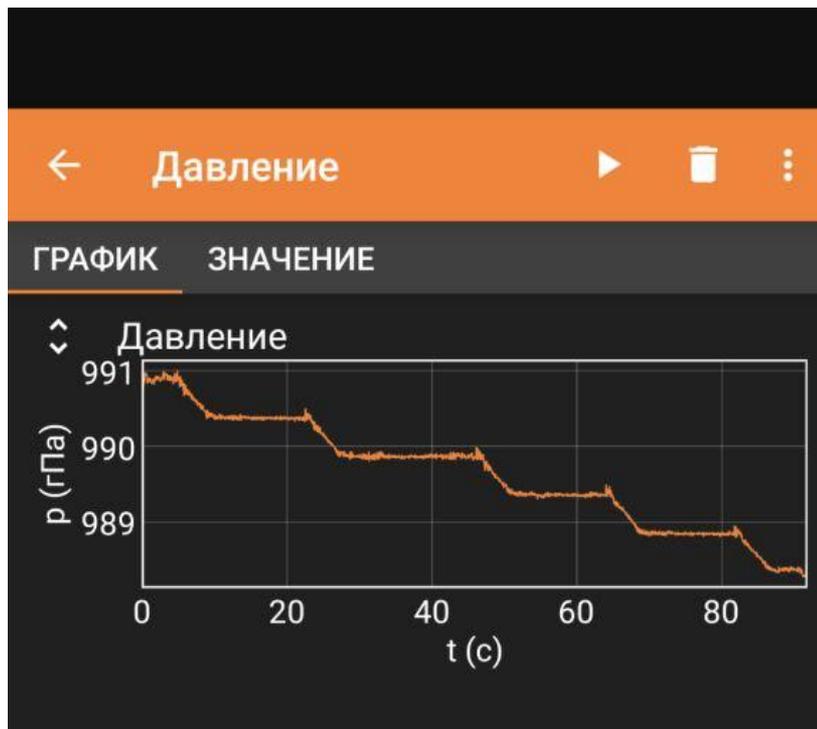
Здесь представлены результаты измерения атмосферного давления при подъеме на лифте физфака.

Этаж	p , гПа	Δp , гПа
0	990.897	
1	990.378	0.519
2	989.866	0.512
3	989.355	0.511
4	988.853	0.502
5	988.376	0.477





От этажа к этажу

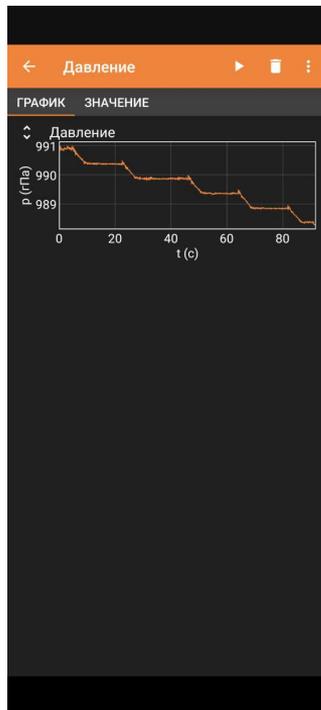




От этажа к этажу

Здесь представлены результаты измерения атмосферного давления при подъеме на лифте физфака.

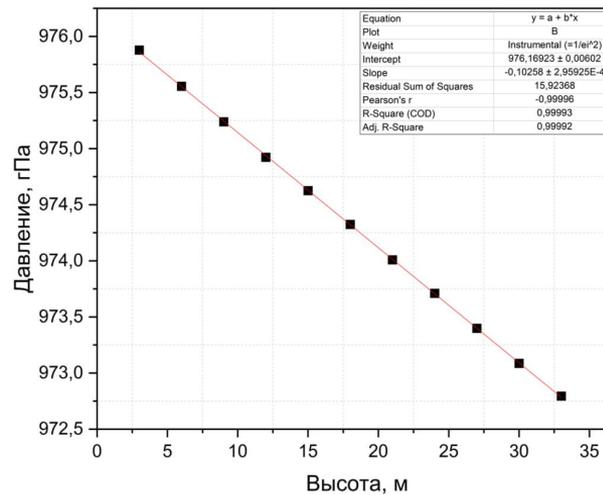
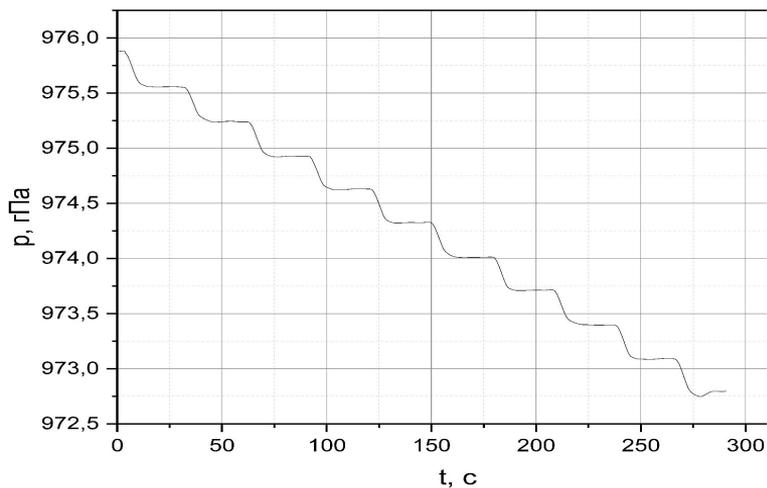
Этаж	p , гПа	Δp , гПа
0	990.897	
1	990.378	0.519
2	989.866	0.512
3	989.355	0.511
4	988.853	0.502
5	988.376	0.477





От этажа к этажу

Изменение атмосферного давления при подъеме с 1 на 11 этаж



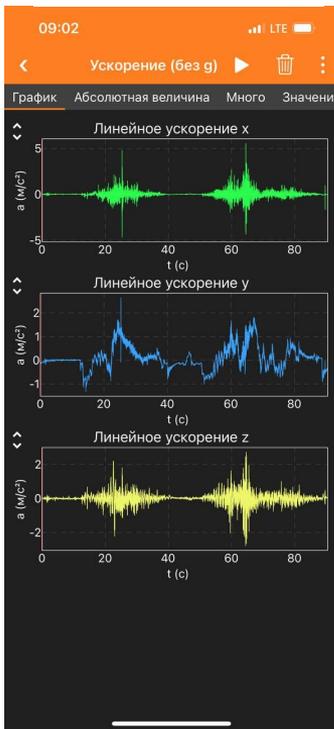


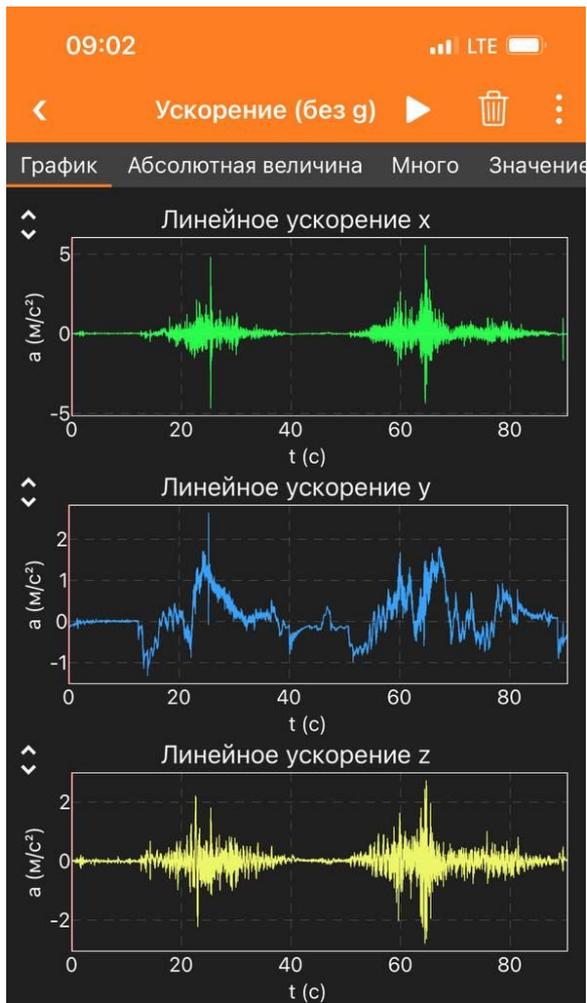
Разгон/торможение автобуса

Смартфон лежал на сиденье автобуса своей длинной стороной (ось Y) по ходу движения.

Синий график (Y) фиксирует стабильные пиковые значения ускорений при разгоне и торможении: при разгоне до 1 м/с^2 , при торможении до 2 м/с^2 .

Зелёный (короткая сторона смартфона, ось X) и жёлтый (ось Z) графики фиксируют пиковые вибрации кресла в процессе движения (они достигают 5 м/с^2).







Скользящее среднее и фильтрация данных

	A		B
1	...данные...	●	
2	...данные...	●	=СРЗНАЧ(A1:A3)
3	...данные...	●	=СРЗНАЧ(A2:A4)
4	...данные...	●	=СРЗНАЧ(A3:A5)
5	...данные...	●	=СРЗНАЧ(A4:A6)
6	...данные...	●	=СРЗНАЧ(A5:A7)

The table illustrates a sliding average calculation. Red arrows point from the first three data points in column A to the formula in cell B2. Green arrows point from the last three data points in column A to the formula in cell B5.



Точность датчиков

<https://phyphox.org/sensordb/>





Благодарим за внимание!
