

# Цифровая лаборатория Releon

Анисимова А.В., методист отдела сопровождения  
естественно-математических дисциплин ОГБОУ ДПО «КОИРО»

- В соответствии с ФГОС одним из УУД, приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов».
- Широкий спектр цифровых датчиков позволяет учащимся знакомиться с параметрами физического эксперимента не только на качественном, но и на количественном уровне.
- Цифровое учебное оборудование позволяет учащимся ознакомиться с современными методами исследования, применяемыми в науке, а учителю — применять на практике современные педагогические технологии.

- **Цифровая лаборатория по физике** — это комплект, состоящий из датчиков для измерения и регистрации различных параметров, интерфейса для сбора данных и программного обеспечения, визуализирующего экспериментальные данные на экране.
- **Мультидатчик** — цифровое устройство, выполненное в виде платформы с многоканальным измерителем, который одновременно получает сигналы с различных встроенных датчиков, размещённых в едином корпусе устройства.

# Цифровая лаборатория «Releon»

- Мультидатчики поставляются в форм-факторе стандартных измерительных устройств Relab, фактически содержат от двух до восьми датчиков внутри корпуса. Такой подход позволяет разместить в одном устройстве целый набор датчиков.
- <https://rl.ru/>



# Возможность использования мультидатчиков

- Цифровые датчики оснащены встроенной памятью, в которой можно хранить данные до 10 экспериментов
- Управление выбором диапазона измерения датчиков производится непосредственно из программного обеспечения
- Программное обеспечение кросс-платформенно – доступно в вариантах для Windows, OS X, Android и iOS
- На всех платформах имеет идентичный доступный интерфейс
- Поддерживает подключение и отключение датчиков непосредственно во время сбора данных «на горячую», без прерывания хода выполнения эксперимента и потери результатов

# Возможность использования мультидатчиков

- Можно использовать датчики по отдельности или снимать показания с нескольких одновременно.
- Оборудование и программное обеспечение легко в освоении
- Датчики не требуют дополнительных согласующих устройств (регистраторов данных) и напрямую подключаются к планшету, компьютеру или ноутбуку
- Методические рекомендации в комплекте
- Быстрый запуск измерений экономит время урока
- Бесплатное универсальное программное обеспечение для сбора данных с датчиков (ReleonLite)
- Возможность использования личных устройств при работе с датчиками
- Возможность использовать совместно с традиционным оборудованием

# Базовый комплект оборудования

**Датчик абсолютного давления** - чувствительный элемент датчика выполнен на базе монокристаллического кремниевого пьезорезистора с внедрённой тензорезистивной структурой, которая позволяет исключить возможные погрешности и достигнуть необходимой точности измерений. В комплект датчика абсолютного давления входит гибкая герметичная трубка для подключения штуцера датчика к лабораторному оборудованию.

## Технические характеристики датчика абсолютного давления:

- диапазон измерения — от 0 до 700 кПа;
- разрешение — 0,25 кПа (см. рис. 2);
- материал трубки — полиуретан;
- длина трубки — 300 мм;
- внутренний диаметр трубки — 4 мм.



**Датчик положения (магнитный)** - Датчик измеряет временные отрезки между моментами прохождения объекта рядом с бесконтактными детекторами. Бесконтактные детекторы являются выносными и крепятся на металлической или магнитной поверхности. Количество осей измерения датчика положения равно 3, диапазон измерений по каждой из осей X, Y и Z составляет от 0 до 360 град.

**Технические характеристики датчика положения:**

- количество детекторов — 4 шт.;
- диаметр корпуса детектора — 8 мм;
- тип детектора — геркон;
- диаметр разъёма-штекера — 3,5 мм;
- длина кабеля для детекторов — 300 мм.

Помимо датчиков цифровой лаборатории для проведения физических экспериментов, в базовый комплект входят некоторые сопутствующие элементы.

# Комплект сопутствующих элементов для экспериментов по механике



Набор № 1



Набор № 2



Набор № 3



Набор № 4

## Набор № 1

- Весы электронные учебные
- Измерительный цилиндр (объём 250 мл)
- 2 пластиковых стакана (объём 300 мл каждый)
- Динамометр № 1 (предел измерения 1 Н)
- Динамометр № 2 (предел измерения 5 Н)
- Груз цилиндрический из стали:  $V = (25,0 \pm 0,3)$  см<sup>3</sup>,  $m = (195 \pm 2)$  г, с крючком
- Груз цилиндрический из алюминиевого сплава:  $V = (25,0 \pm 0,7)$  см<sup>3</sup>,  $m = (70 \pm 2)$  г
- Груз цилиндрический из специального пластика:  $V = (56,0 \pm 1,8)$  см<sup>3</sup>,  $m = (66 \pm 2)$  г
- Груз цилиндрический из алюминиевого сплава:  $V = (34,0 \pm 0,7)$  см<sup>3</sup>,  $m = (95 \pm 2)$  г
- Поваренная соль в контейнере из ПВХ
- Палочка для перемешивания, нить

## Набор № 2

- Штатив лабораторный с держателем
- Динамометр № 1 (предел измерения 1 Н)
- Динамометр № 2 (предел измерения 5 Н)
- 2 пружины на планшете: жёсткость пружины № 1  $(50 \pm 2)$  Н/м, жёсткость пружины № 2  $(10 \pm 2)$  Н/м
- 3 груза массой  $(100 \pm 2)$  г каждый
- Набор грузов, обозначенных № 4, № 5, № 6 и закреплённых на крючке
- Линейка пластиковая (длина 300 мм)
- Транспортир металлический
- Брусочек деревянный массой  $(50 \pm 5)$  г с крючком и нитью
- Направляющая с измерительной шкалой

### Набор № 3

- Штатив лабораторный с муфтой
- Рычаг с креплениями для грузов
- Блок подвижный
- Блок неподвижный
- Нить (длина не менее 1,2 м)
- 3 цилиндрических груза из стали массой  $(100 \pm 2)$  г каждый
- Динамометр планшетный (предел измерения 5 Н)
- Линейка пластиковая (длина 300 мм)
- Транспортер металлический

### Набор № 4

- Электронный секундомер с датчиками (укомплектован элементами питания)
- Магнитоуправляемые герконовые датчики секундомера (датчики с круговой зоной чувствительности)
- Механическая скамья (длина 700 мм)
- Брусочек деревянный:  $m = (50 \pm 2)$  г
- Штатив лабораторный с муфтой
- Транспортер металлический
- Нить (длина не менее 1,2 м)
- Лента мерная (длина 1000 мм)
- 4 цилиндрических груза из стали массой  $(100 \pm 2)$  г каждый
- 2 пружины: жёсткость пружины № 1  $(50 \pm 2)$  Н/м, жёсткость пружины № 2  $(20 \pm 2)$  Н/м
- Груз цилиндрический массой  $(100 \pm 2)$  г с крючком
- Трубка алюминиевая

### **Комплект сопутствующих элементов для экспериментов по молекулярной физике**

- Калориметр
- Термометр
- Весы электронные
- Измерительный цилиндр (мензурка) с подстаканником из ПВХ (объём 250 мл)
- Груз цилиндрический из алюминиевого сплава массой  $(68 \pm 2)$  г с крючком
- Груз цилиндрический из стали массой  $(189 \pm 2)$  г с крючком



### **Комплект сопутствующих элементов для экспериментов по электродинамике**

- Источник питания постоянного и переменного тока либо батарейный блок
- Вольтметр двухпредельный: предел измерения 3 В, цена деления шкалы  $C = 0,1$  В; предел измерения 6 В, цена деления шкалы  $C = 0,2$  В
- Амперметр двухпредельный: предел измерения 3 А, цена деления шкалы  $C = 0,1$  А; предел измерения 0,6 А, цена деления шкалы  $C = 0,02$  А
- Резистор  $R1$  сопротивлением  $(4,7 \pm 0,5)$  Ом
- Резистор  $R2$  сопротивлением  $(5,7 \pm 0,6)$  Ом
- Резистор  $R3$  сопротивлением  $(8,2 \pm 0,8)$  Ом
- Набор из 3 проволочных резисторов
- Элемент электрической цепи (реостат) сопротивлением 10 Ом
- Ключ для размыкания и замыкания электрической цепи
- Комплект проводов
- Лампочка напряжением 4,8 В

## ***Комплект сопутствующих элементов для экспериментов по оптике***

- Источник питания постоянного тока, выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок 1,5÷7,5 В с возможностью регулировки выходного напряжения
- Собирающая линза 1: фокусное расстояние  $F_1 = (100 \pm 10)$  мм
- Собирающая линза 2: фокусное расстояние  $F_2 = (50 \pm 5)$  мм
- Рассеивающая линза 3 (фокусное расстояние  $F_3 = -(75 \pm 5)$  мм)
- Линейка пластиковая (длина 300 мм)
- Экран стальной
- Направляющая с измерительной шкалой (длина 730 мм)
- Комплект проводов
- Ключ двухпозиционный для размыкания и замыкания электрической цепи
- Осветитель с источником света напряжением 3,5 В
- Щелевая диафрагма
- Слайд «Модель предмета» в рейтере
- Полуцилиндр
- Планшет на плотном листе А4 с круговым транспортиром



# Профильный комплект оборудования

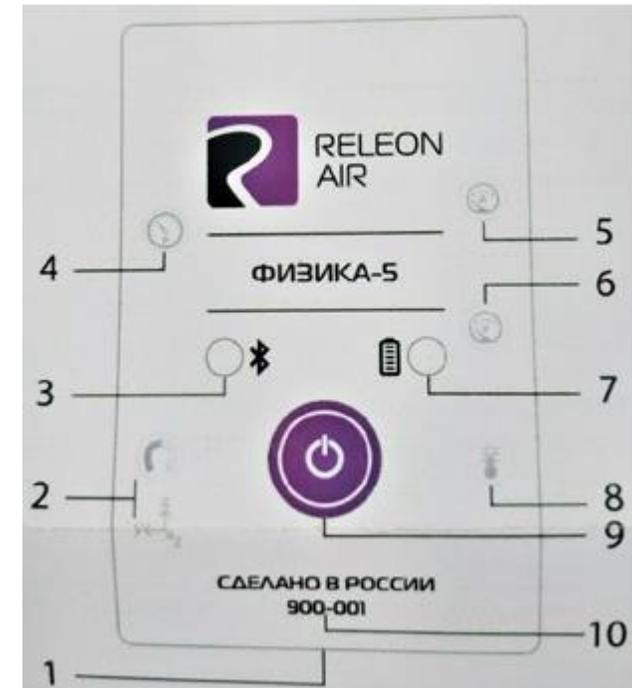
- В состав профильной цифровой лаборатории входят один беспроводной мультидатчик Releon Air «Физика-5», программное обеспечение Releon Lite и двухканальная приставка-осциллограф
- Беспроводной мультидатчик выполнен в виде платформы с многоканальным измерителем, который одновременно получает сигналы с различных встроенных датчиков, размещённых в едином корпусе устройства. Беспроводные мультидатчики подключаются к планшету (телефону) или компьютеру. При этом необходима поддержка работы по протоколу Bluetooth low energy (BLE) 4.1, без дополнительных регистраторов данных с помощью входящей в комплект флешки

## Технические характеристики мультидатчика:

- разрядность встроенной АЦП — 12 бит
- максимальная частота оцифровки сигнала — 100 кГц
- интерфейс подключения — Bluetooth low energy (BLE) 4.1
- встроенная память объёмом 2 Кбайт
- номинальное напряжение батареи — 3,7 В
- ёмкость встроенной батареи — 0,7 А · ч
- количество встроенных датчиков — 6 шт.



- 1 — разъём USB (используется только для зарядки устройства);
- 2 — разъём для подключения щупа магнитного поля;
- 3 — индикатор состояния сопряжения Bluetooth;
- 4 — порт датчика абсолютного давления;
- 5 — разъём для подключения щупа датчика амперметра;
- 6 — разъём для подключения щупа датчика вольтметра;
- 7 — индикатор состояния встроенной батареи;
- 8 — разъём для подключения температурного зонда;
- 9 — единая кнопка включения;
- 10 — серийный номер беспроводного мультидатчика.



**Датчик напряжения** измеряет значения постоянного и переменного напряжения. В комплекте датчика находятся провода разного цвета с зажимами типа «крокодил» для подключения к электрическим схемам и штекерам для соединения с беспроводным мультидатчиком. Диапазон измерения выбирается в программном обеспечении сбора и обработки данных.

*Технические характеристики датчика напряжения:*

- диапазон измерения:
  - 1) от  $-15$  до  $15$  В
  - 2) от  $-10$  до  $10$  В
  - 3) от  $-5$  до  $5$  В
  - 4) от  $-2$  до  $2$  В
- разрешение —  $1$  мВ

**Датчик тока** измеряет значения постоянного и переменного электрического тока. В комплекте датчика находятся провода разного цвета с зажимами типа «крокодил» для подключения к электрическим схемам и штекерам для соединения с беспроводным мультидатчиком.

*Технические характеристики датчика тока:*

- диапазон измерения: от  $-1$  до  $1$  А
- разрешение —  $0,005$  А

**Датчик магнитного поля** измеряет значение индукции магнитного поля. Он выполнен в виде выносного зонда. Чувствительный модуль датчика построен на интегральном элементе Холла и смонтирован в торцевой части зонда.

*Технические характеристики датчика магнитного поля:*

- диапазон измерения: от  $-100$  до  $100$  мТл
- разрешение —  $0,1$  мТл
- диаметр зонда —  $7$  мм
- длина зонда —  $200$  мм

**Датчик температуры** выполнен в виде выносного и герметичного температурного зонда. Датчик имеет расширенный температурный диапазон, позволяющий измерять температуру при нагревании, кипении и кристаллизации различных материалов. Чувствительный элемент датчика представляет собой полупроводниковый высокочувствительный термистор, который размещён на конце зонда. Пустоты наконечника заполнены термопастой.

*Технические характеристики датчика температуры:*

- диапазон измерения: от  $-40$  до  $+165$  °С
- разрешение —  $0,1$  °С
- материал выносного зонда — нержавеющая сталь с хромированным покрытием
- длина металлической части зонда —  $100$  мм
- диаметр зонда —  $5$  мм
- коэффициент теплопроводности термопасты —  $4$  Вт/(м · К)

**Датчик ускорения** производит измерения ускорения движущихся объектов по трём осям координат.

*Технические характеристики датчика ускорения:*

- диапазон измерения 1:  $\pm 2g$
- диапазон измерения 2:  $\pm 4g$
- диапазон измерения 3:  $\pm 8g$
- разрешение 1 (для диапазона 1) —  $0,001g$
- разрешение 2 (для диапазона 2) —  $0,002g$
- разрешение 3 (для диапазона 3) —  $0,004g$

**Датчик абсолютного давления** производит измерения абсолютного давления. Чувствительный элемент датчика выполнен на базе монолитного кремниевого пьезорезистора с внедрённой тензорезистивной структурой, которая позволяет исключить возможные погрешности и достигнуть необходимой точности измерений. В комплект входит гибкая герметичная трубка для подключения штуцера датчика к лабораторному оборудованию.

*Технические характеристики датчика абсолютного давления:*

- диапазон измерения: от 0 до 700 кПа
- разрешение — 0,25 кПа
- материал трубки — полиуретан
- длина трубки — 300 мм
- внутренний диаметр трубки — 4 мм

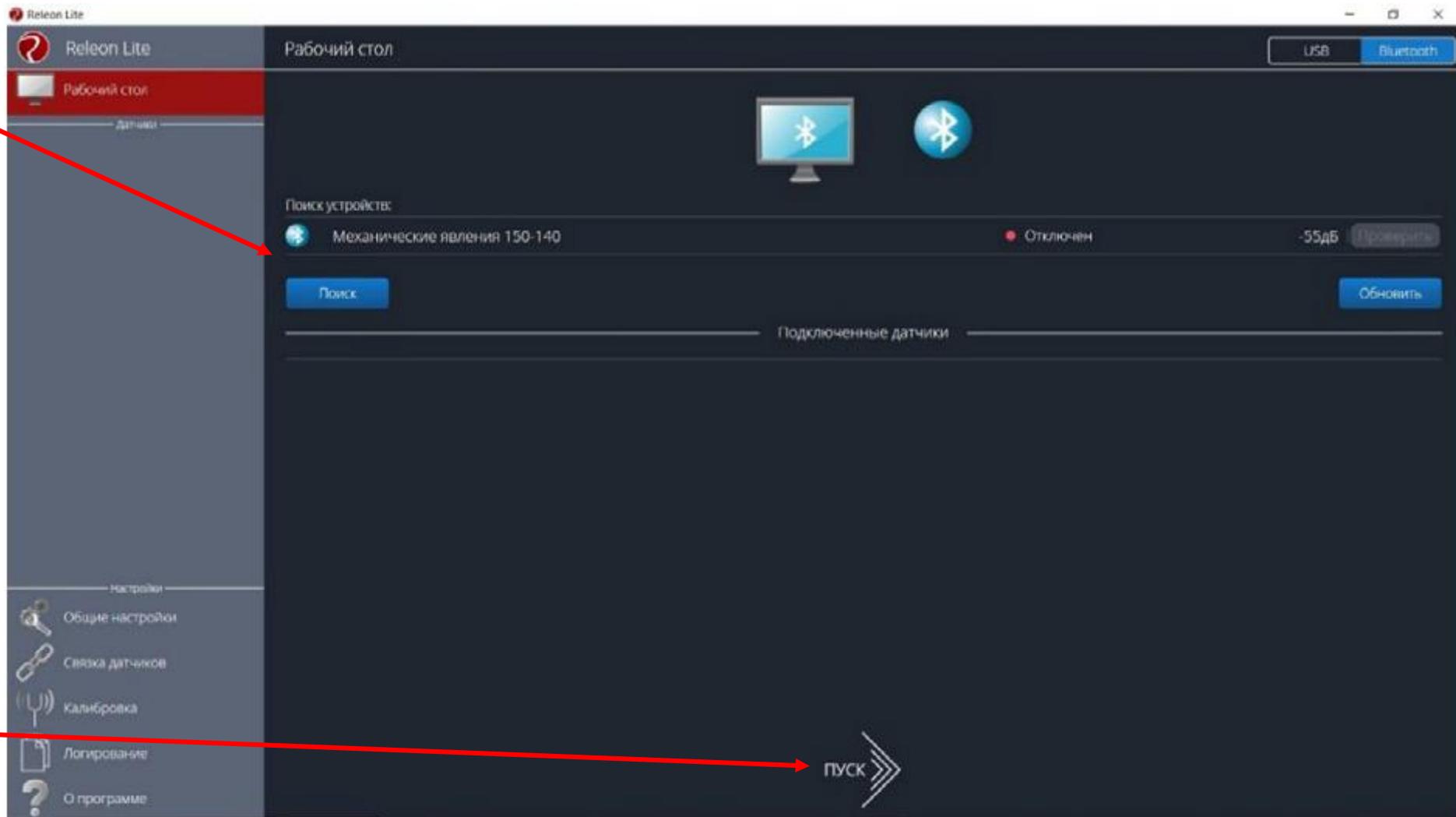
- Для изучения законов постоянного и переменного тока в комплект включены дополнительно элементы электрических цепей: два резистора сопротивлением по 360 Ом, два резистора сопротивлением по 1000 Ом, лампочка, ключ, реостат, диод, светодиод, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, катушка индуктивностью 33 мГн, набор катушек индуктивности



- Для работы программного обеспечения в операционной системе Windows необходимо наличие платформы Microsoft.NET Framework (фреймворк) версии 4.6.2 (или выше). Как правило, она уже установлена в операционную систему. Но если Releon Lite после установки не запускается, то, скорее всего, в операционной системе Microsoft.NET Framework не установлен. Его можно скачать и установить.
- В комплект поставки цифровой лаборатории входит флеш-носитель, на котором находится папка **Framework**. В этой папке размещён дистрибутив фреймворка, который необходимо установить.
- После этого запустить скачанный файл и установить фреймворк на компьютер, планшет или смартфон.

Включить мультидатчик. Подключение мультидатчиков осуществляется на вкладке **Рабочий стол**. Для подключения датчиков по Bluetooth необходимо переключиться на вкладку **Bluetooth** и нажать на кнопку **Поиск**. В блоке **Поиск устройств** появится найденное устройство.

Затем можно выбрать, какие из датчиков будут участвовать в сборе данных. Для этого необходимо отключить датчики, которые не потребуются в эксперименте. Для запуска измерений следует нажать на кнопку **Пуск**



К общим настройкам всех датчиков относятся:

- **период опроса** — временной период, в течение которого программа будет снимать показания с датчика (измеряется в секундах);
- **единица измерения** — величины, в которых будут отображаться получаемые данные с датчика;
- **видимый интервал** — ограничения графика по оси времени;
- **цвет линии, цвет точек, толщина линии, величина точек графика** — внешний вид на графике;
- **активация/деактивация** — деактивирует датчик, если он не участвует в эксперименте; по умолчанию все датчики при подключении устройства активны.

## Общие настройки программы

- В панели меню, в блоке **Настройки** доступна вкладка **Общие настройки**. Здесь можно задать время (длительность) эксперимента, цветовое оформление программы, вид графика и формат таймера.

## Связка датчиков

- По умолчанию в момент сбора данных каждый датчик имеет свой график. Пользователь может просматривать графики, переключаясь между датчиками. Однако на практике встречаются эксперименты, при проведении которых необходимо показать зависимость одного показания от другого на одном графике. Для того чтобы активировать «связку» датчиков, необходимо в панели меню выбрать вкладку **Связка датчиков** и в рабочей области подключить датчики, которые должны отображаться на одном графике

## Калибровка датчиков

Все цифровые датчики калибруют непосредственно на производстве. Калибровочные коэффициенты хранятся в памяти датчика. Иногда необходимо изменить калибровочные коэффициенты. Для этого в программе предусмотрен функционал калибровки датчиков. Для запуска калибровки в панели меню необходимо выбрать вкладку **Калибровка**. В рабочей области будет представлен перечень датчиков, для которых можно произвести калибровку. Для выбора датчика нажмите кнопку **Калибровать** справа от названия датчика. Программа предложит ввести пароль. По умолчанию задан пароль 5102. В поле **Текущее показание** отображается показание до ввода новых коэффициентов. Выберите количество шагов (коэффициентов) для точности калибровки. На первом шаге поместите датчик в необходимые условия и сравните его показания с показаниями других доступных приборов. Укажите в поле **Введите число** показание, которое должен сейчас отображать датчик. Слева от поля ввода в поле **Показание** будет отражено текущее показание. Для применения нажмите кнопку **Применить**. Следующие шаги необходимо проходить по такому же алгоритму, нажимая кнопку **Далее**. После того как будет сделан последний шаг, станут активны следующие элементы.

- **Новое значение** — поле, отображающее значение с учётом новых калибровочных коэффициентов (коэффициенты рассчитываются программой автоматически).
- **Заново** — сбросить все шаги и повторить калибровку датчика снова.
- **Отменить** — не применять новые калибровочные коэффициенты и закончить калибровку датчика.
- **Сохранить** — применить новые калибровочные коэффициенты датчика и закончить калибровку. При нажатии на кнопку **Сохранить** новые калибровочные коэффициенты будут записаны в память датчика, старые коэффициенты при этом будут полностью стёрты.
- **Сброс к заводским настройкам** - для того чтобы вернуться к заводским настройкам калибровки датчика, необходимо нажать на кнопку.

## Экран сбора данных

- После нажатия на кнопку **Пуск** программа Relab Lite переходит в режим сбора данных. Экран сбора данных состоит из панели показаний датчиков, графика и кнопок управления экспериментом

### Панель показания датчиков

- Активный датчик (график которого демонстрируется в текущий момент) подсвечивается красным цветом

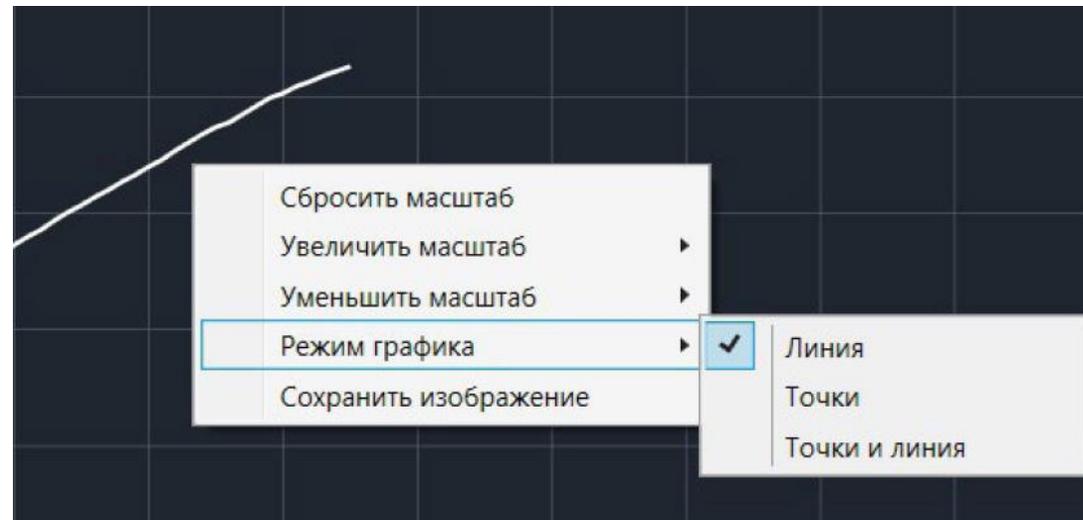
Одинаковыми настройками для всех датчиков являются:

- **Сброс в ноль** чтобы устранить возможные помехи в момент работы датчика. При нажатии на кнопку **Сбросить** будет отображено число, на которое программа скорректировала текущее значение датчика.
- **Управление видимым диапазоном графика** - можно ввести минимальное и максимальное значение по оси Y и нажать кнопку Enter на клавиатуре. Программа самостоятельно скорректирует график. По умолчанию при выходе за границы видимых диапазонов программа расширяет диапазон графика. Для того чтобы зафиксировать выбранный диапазон, необходимо отметить галочкой поле **Фиксировать**.



## График

- В режиме паузы доступны следующие дополнительные возможности по работе с графиком:
- **Перемещение видимого диапазона** — для этого необходимо удерживать левую кнопку мыши и вести курсор мыши в нужную сторону;
- **Выбор части графика для увеличения** — необходимо удерживать кнопку Ctrl на клавиатуре и левую кнопку мыши, а затем перемещением курсора мыши выделить необходимую область на графике;
- **Изменение масштаба** — необходима прокрутка колеса мыши; при изменении масштаба по одной оси следует использовать колесо мыши, когда курсор мыши находится над нужной осью;
- **Просмотр полного графика измеренных величин** — необходимо кликнуть правой кнопкой мыши на графике, чтобы появилось подменю графика и выбрать **Сбросить масштаб**;
- **Управление режимом графика** — необходимо кликнуть правой кнопкой мыши на графике, чтобы появилось подменю графика, и выбрать **Режим графика**, а далее — один из предложенных вариантов.





Кнопки управления экспериментом.

При использовании кнопок управления доступны следующие действия:

- **Пуск/Пауза** — для запуска и приостановки эксперимента.
- **Обновить** — для сброса эксперимента и всех измеренных значений.
- **Excel** — для выгрузки данных в формат табличного редактора.
- **Таблица/График** — для переключения режима отображения данных

# Двухканальная приставка-осциллограф

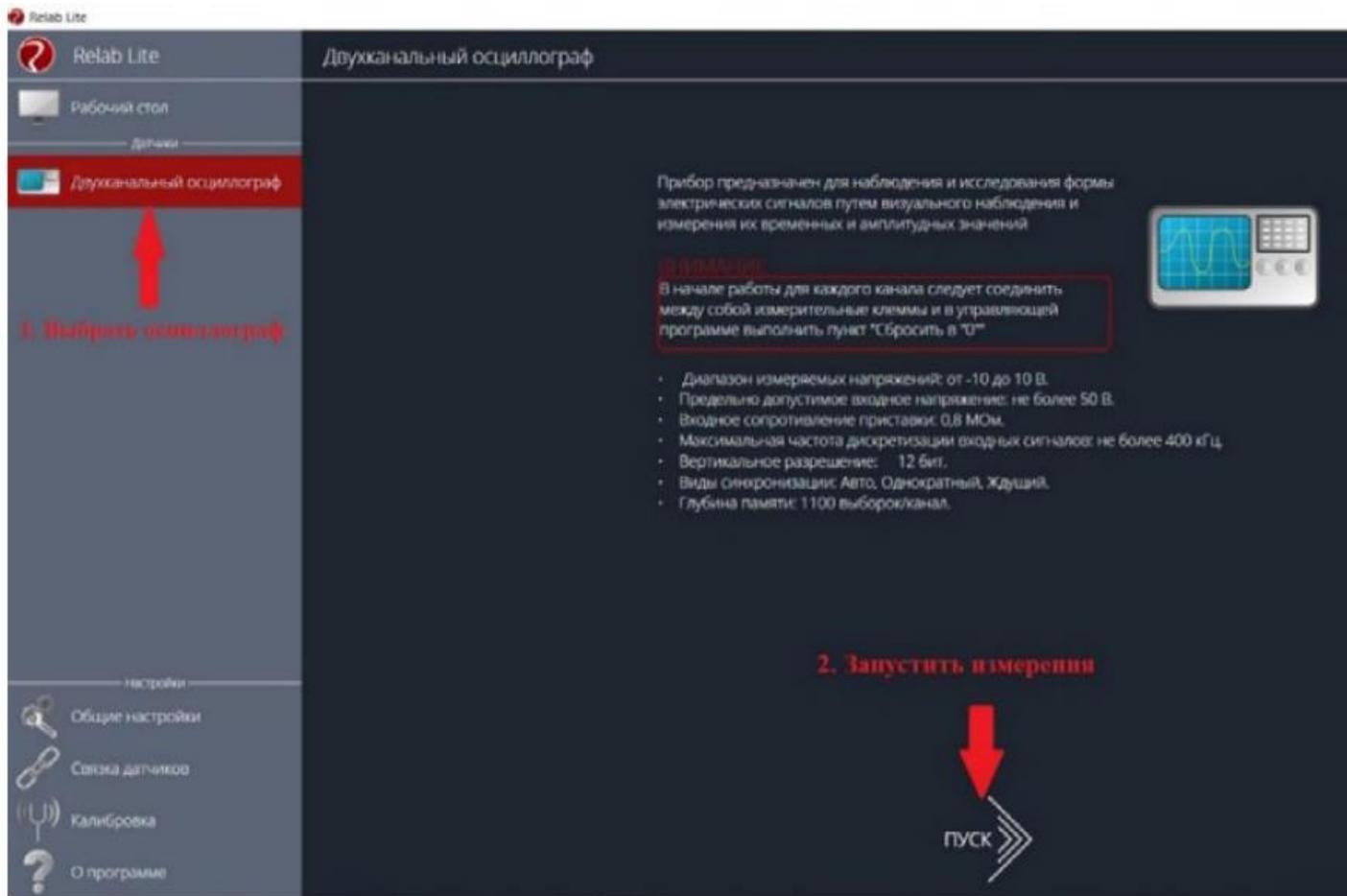
- предназначена для исследования формы электрических сигналов по двум каналам путём визуального наблюдения и измерения их амплитуд и временных интервалов
- приставка является упрощённым аналогом электронного осциллографа
  - разъём USB
  - Канал 1 - разъём BNC-типа измерительного канала 1
  - Канал 2 - разъём BNC-типа измерительного канала 2



# Технические характеристики приставки

- диапазон измеряемых напряжений от  $-10$  до  $+10$  В
- предельно допустимое входное напряжение — 50 В
- частота дискретизации входных сигналов на один канал — 400 кГц
- частота дискретизации входных сигналов на два канала — 330 кГц
- входное сопротивление — 1 МОм
- синхронизация: имеется возможность синхронизации по входному сигналу
- виды синхронизации: авто, однократный и ждущий
- глубина памяти — 1100 выборок/канал
- вертикальное разрешение — 12 бит

- Подключение приставки отображается на вкладке **Рабочий стол**.
- При соединении по USB программа автоматически находит подключённое оборудование и выводит его в списке.
- Если же этого не произошло, нажмите на кнопку **Обновить** или перезапустите программу Releon Lite
- Для запуска измерений следует выбрать **Двухканальный осциллограф** в меню слева и нажать на кнопку **Пуск**



1. **Окно отображения осциллограмм.**

2. Кнопка **Назад** для возвращения на **Рабочий стол Releon Lite**.

3. Кнопка **Пуск/Стоп** для запуска и остановки работы приставки-осциллографа.

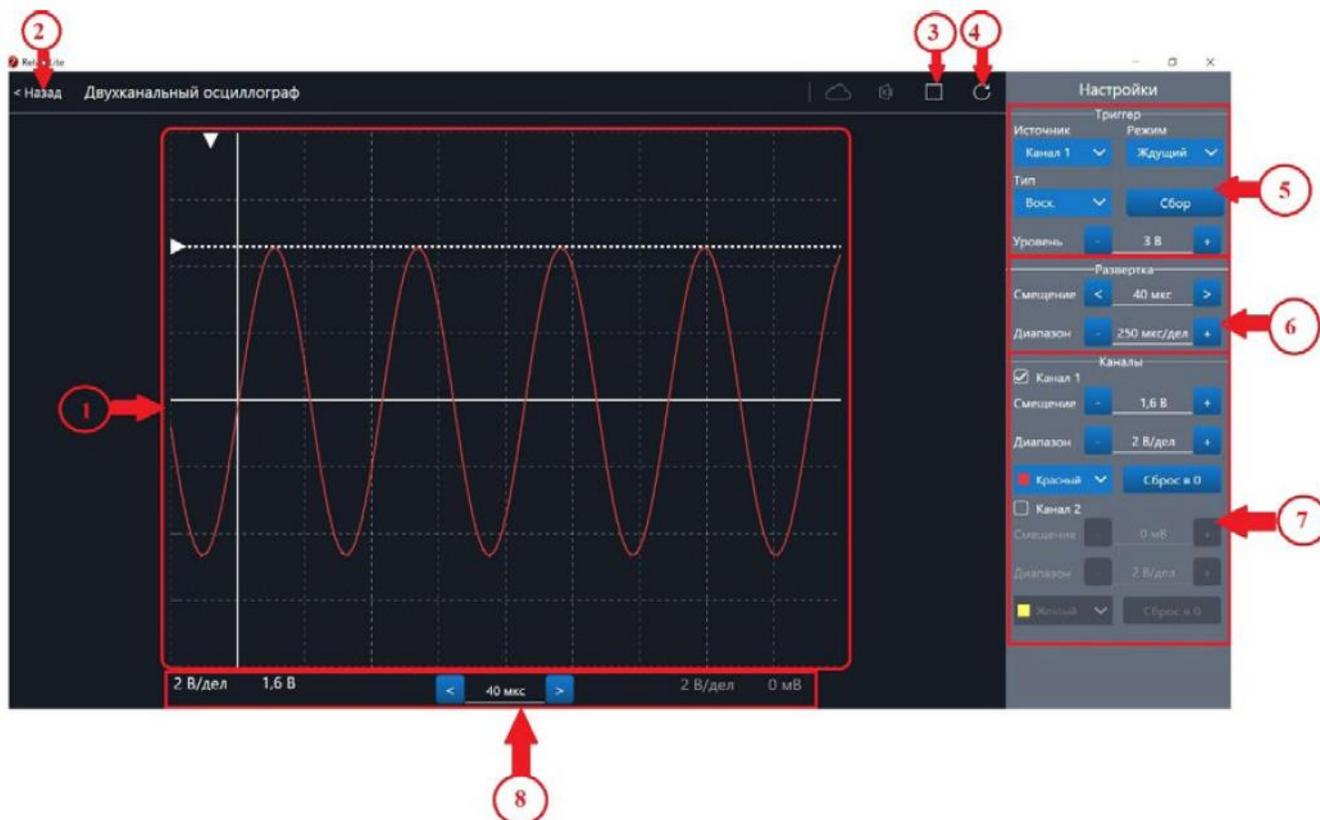
4. Кнопка **Обновить** для обновления подключения к приставке-осциллографу (используется, если программа зависла или перестала определять подключённую приставку).

5. **Зона настройки триггера.**

6. **Зона настройки работы развёртки.**

7. **Зона настройки отображения сигналов по каждому каналу отдельно.**

8. **Строка состояния, в которую дублируются настройки каналов и смещение развёртки.**



## Режимы

### 1) Авто

В данном режиме по окончании цикла развёртки происходит её очередной запуск, что позволяет наблюдать на экране сигнал постоянно, даже если он не удовлетворяет условиям запуска.

### 2) Ждущий

В данном режиме развёртка запускается при достижении сигналом заданных условий запуска триггера. При отсутствии выполнения условий, осциллограф ждёт их появления, а в этот момент на экране отображается предыдущая осциллограмма.

### 3) Однократный

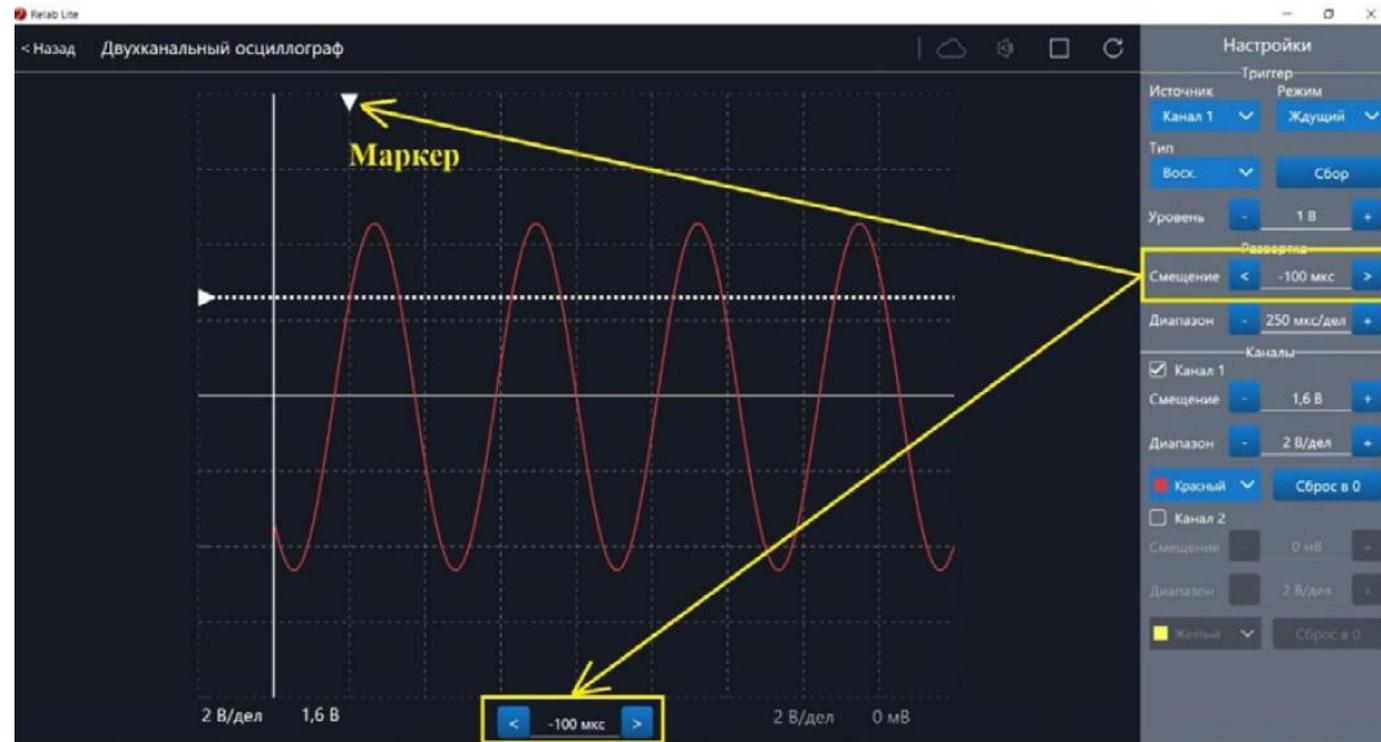
В данном режиме генератор развёртки запускается при нажатии клавиши **Пуск/Стоп** и производит однократную регистрацию сигнала при соблюдении условий триггера.

## Уровень

Он задаёт входное напряжение (в милливольтках), при достижении которого запускается развёртка. При изменении уровня соответствующий маркер на графике изменяет также своё положение.

## Развёртка

- Данный блок отвечает за настройки генератора развёртки.
- Параметр **Смещение** позволяет смещать полученный сигнал влево-вправо по горизонтали (оси  $X$ ). При изменении этого параметра в окне осциллограмм смещается маркер. В строке состояния находится дублирующее окно для изменения данной настройки.
- Настройка **Диапазон** позволяет ступенчато изменять скорость развёртки (масштаб по горизонтали).



## Каналы

- Данный блок осуществляет настройку отображения осциллограмм для каждого канала приставки-осциллографа отдельно. Все параметры блока дублируются в строке состояния.
- Параметр **Смещение** позволяет смещать осциллограмму вверх-вниз по вертикали (оси  $Y$ ).
- Параметр **Диапазон** осуществляет ступенчатое изменение масштаба по горизонтали.
- При использовании параметра **Цвет** в специальном выпадающем списке можно изменять цвет линий осциллограмм.

