



МИНИСТЕРСТВО  
ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ОБРАЗОВАНИЕ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ  
ПРОЕКТЫ  
РОССИИ

**ТОЧКА РОСТА**

РЕАЛИЗАЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
НАПРАВЛЕННОСТЕЙ

**ПО ФИЗИКЕ**

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ОБОРУДОВАНИЯ  
ЦЕНТРА «ТОЧКА РОСТА»

МОСКВА 2021



## **Профильный комплект оборудования центра «Точка роста» по физике**

В состав профильной цифровой лаборатории входят один беспроводной мультидатчик Releon Air «Физика-5», программное обеспечение Releon Lite и двухканальная приставка-осциллограф.

[В содержание](#)

**Беспроводной мультидатчик Releon Air «Физика-5»**

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 или компьютеру напрямую. При этом необходима поддержка работы по протоколу Bluetooth low energy (BLE) 4.1, без дополнительных регистраторов данных с помощью входящей в комплект флешки (рис. 8).



**Рис. 8.** Bluetooth-адаптер Releon



**Рис. 9.** Беспроводной мультидатчик Releon Air «Физика-5»

Рассмотрим технические характеристики, схему и состав беспроводного мультидатчика Releon Air «Физика-5» (рис. 9).

**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.

**Схема мультидатчика**

В схему мультидатчика (рис. 10) входят следующие элементы:



- 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.

**Рис. 10.** Схема мультидатчика

Датчик ускорения установлен внутри корпуса мультидатчика, оси датчика указаны на лицевой панели.

**Состав мультидатчика**

**Датчик напряжения**



Рис. 11. Датчик напряжения

Датчик напряжения (рис. 11) 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**



Рис. 12. Датчик тока

Датчик тока (рис. 12) 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**

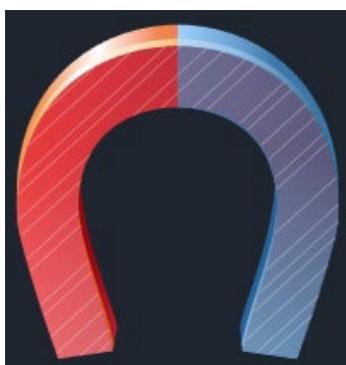


Рис. 13. Датчик магнитного поля

Датчик магнитного поля (рис. 13) 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

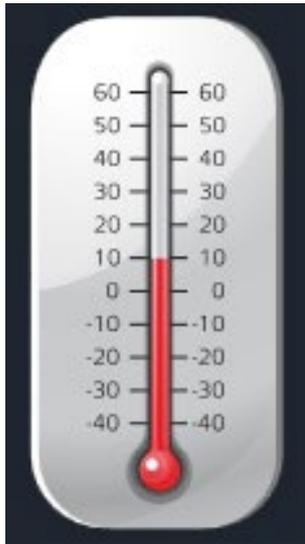


Рис. 14. Датчик температуры

Датчик температуры (рис. 14) 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 —  $4 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

### Датчик ускорения



Рис. 15. Датчик ускорения

Датчик ускорения (рис. 15) 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



Рис. 16. Датчик абсолютного давления

Датчик абсолютного давления (рис. 16) 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 (рис. 17).

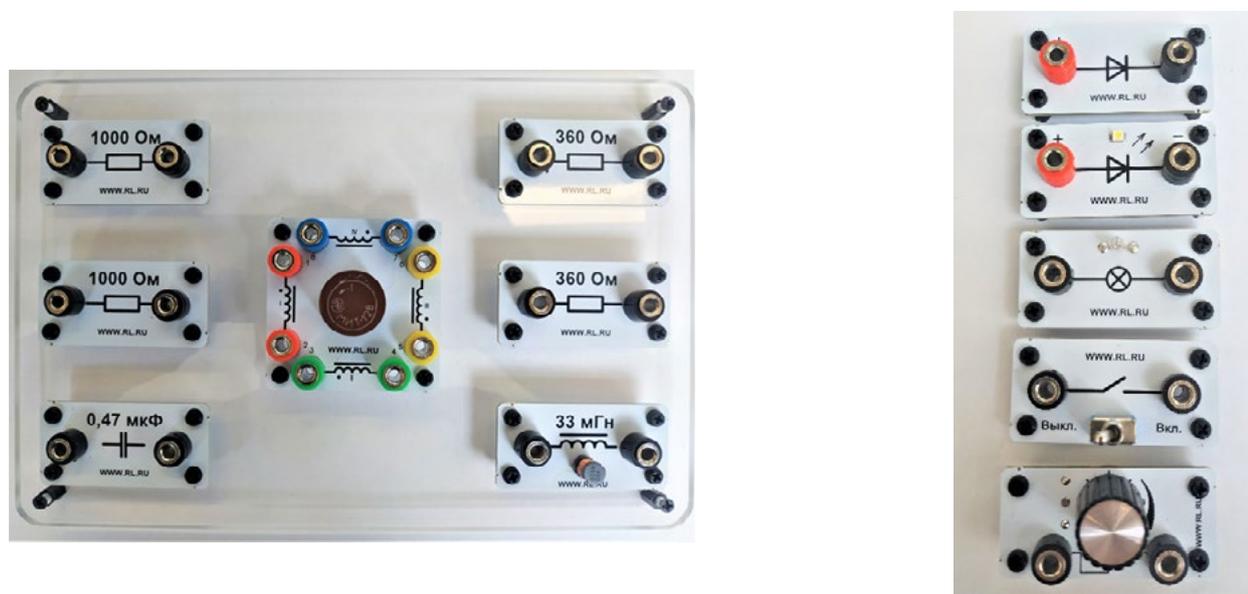


Рис. 17. Дополнительные элементы электрических цепей

### Работа с программным обеспечением Releon Lite

Для работы с мультидатчиками необходимо установить на компьютер или планшет программу Releon Lite. Дистрибутив программы находится на флеш-носителе, который входит в комплект поставки. Программу можно установить на любое количество компьютеров, планшетов или смартфонов. Программа Releon Lite позволяет в считанные секунды выполнять эксперименты по готовым сценариям, методическим указаниям и собственным наработкам. Программа является кросс-платформенной и может быть установлена как на Windows, так и на Android и macOS.

### Справочник

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 двумя способами.

В комплект поставки цифровой лаборатории входит флеш-носитель, на котором находится папка **Framework**. В этой папке размещён дистрибутив фреймворка, который необходимо установить.

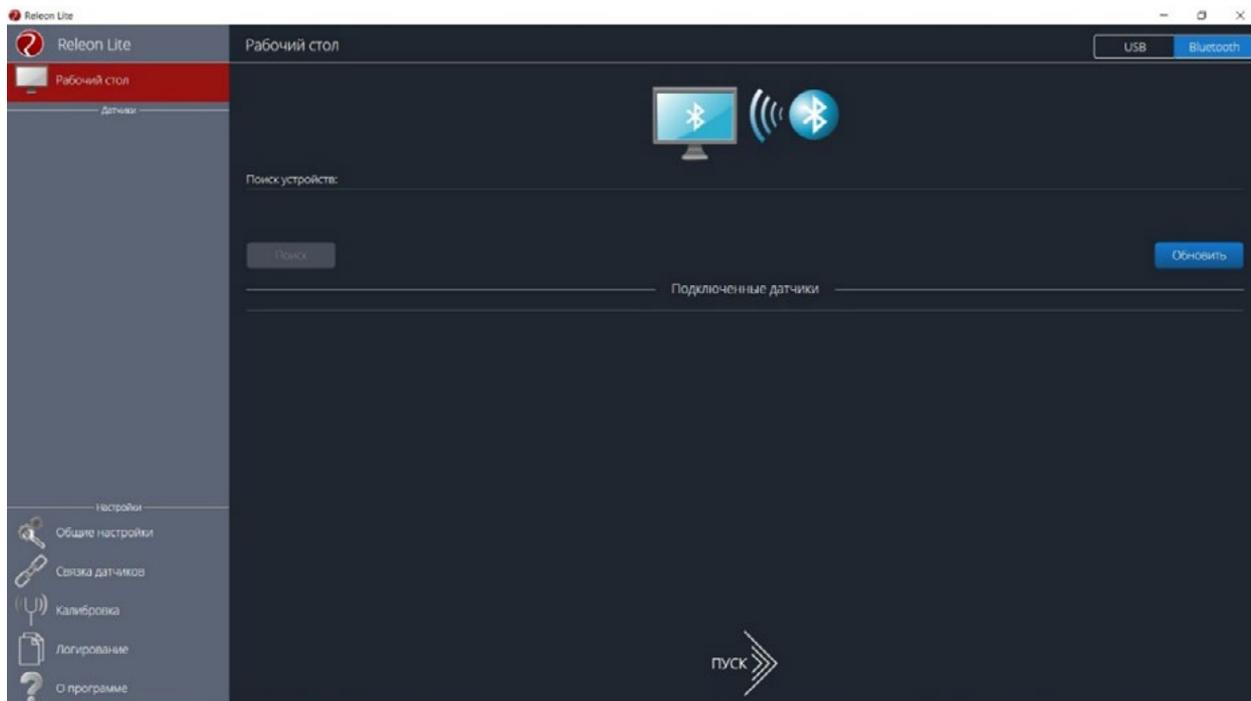
Скачать дистрибутив фреймворка с сайта Майкрософт:

<https://www.microsoft.com/ru-RU/download/details.aspx?id=53344>

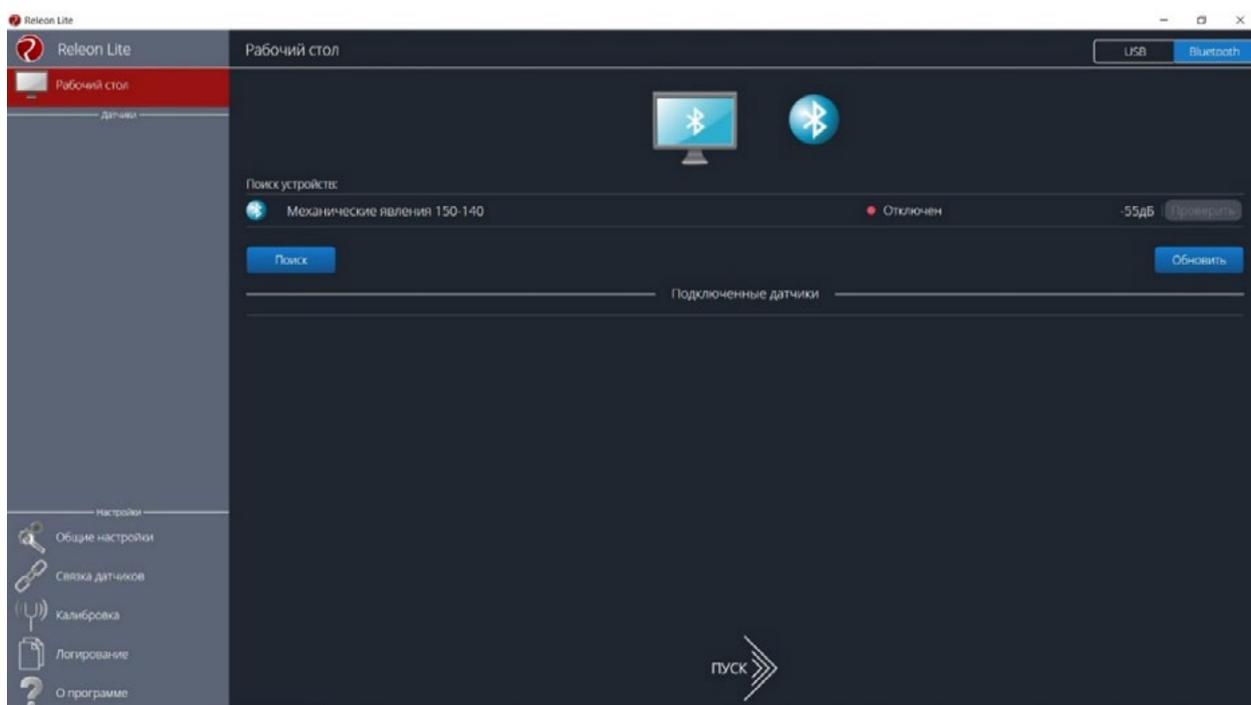
После этого запустить скачанный файл и установить фреймворк на компьютер, планшет или смартфон.

**Быстрый старт**

Подключение мультидатчиков осуществляется на вкладке **Рабочий стол**. Для подключения датчиков по Bluetooth необходимо переключиться на вкладку **Bluetooth** и нажать на кнопку **Поиск** (рис. 18). В блоке **Поиск устройств** появится найденное устройство (рис. 19). Далее следует подключить устройство к программе.



**Рис. 18.** Подключение датчиков по Bluetooth



**Рис. 19.** Поиск устройств

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** (рис. 20)

Порядок начала работы с цифровой лабораторией Releon можно представить в виде наглядной схемы (рис. 21). Данную инфографику можно использовать в качестве раздаточного материала для учащихся.



**Рис. 20.**  
Кнопка **Пуск**



**Рис. 21.** Инфографика «Начало работы с цифровой лабораторией Releon»

### **Дополнительные настройки датчиков**

Датчики можно дополнительно сконфигурировать, перед тем как запустить эксперимент. Для этого подключите необходимый мультидатчик. При этом в левой части экрана (панель меню) станет доступен перечень подключённых датчиков. Кликните на название датчика, для того чтобы отобразить его меню. В зависимости от датчика могут быть доступны различные возможности его конфигурации, также становится доступна краткая информация о датчике и особенностях его использования (рис. 22).

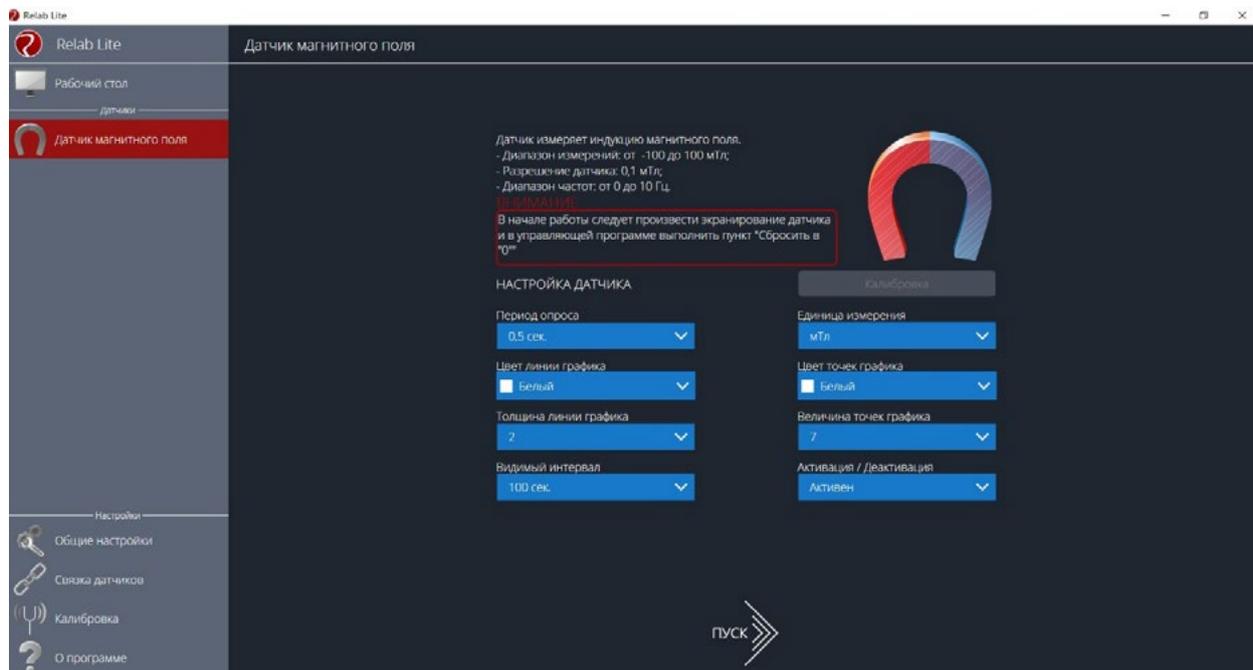


Рис. 22. Информация о датчике и особенностях его использования

## Справочник

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 показаны на рисунке 23.

### 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 этого в программе Relab Lite предусмотрен функционал связки датчиков. Для того чтобы её активировать, необходимо в панели меню выбрать вкладку **Связка датчиков** и в рабочей области подключить датчики, которые должны отображаться на одном графике (рис. 24).

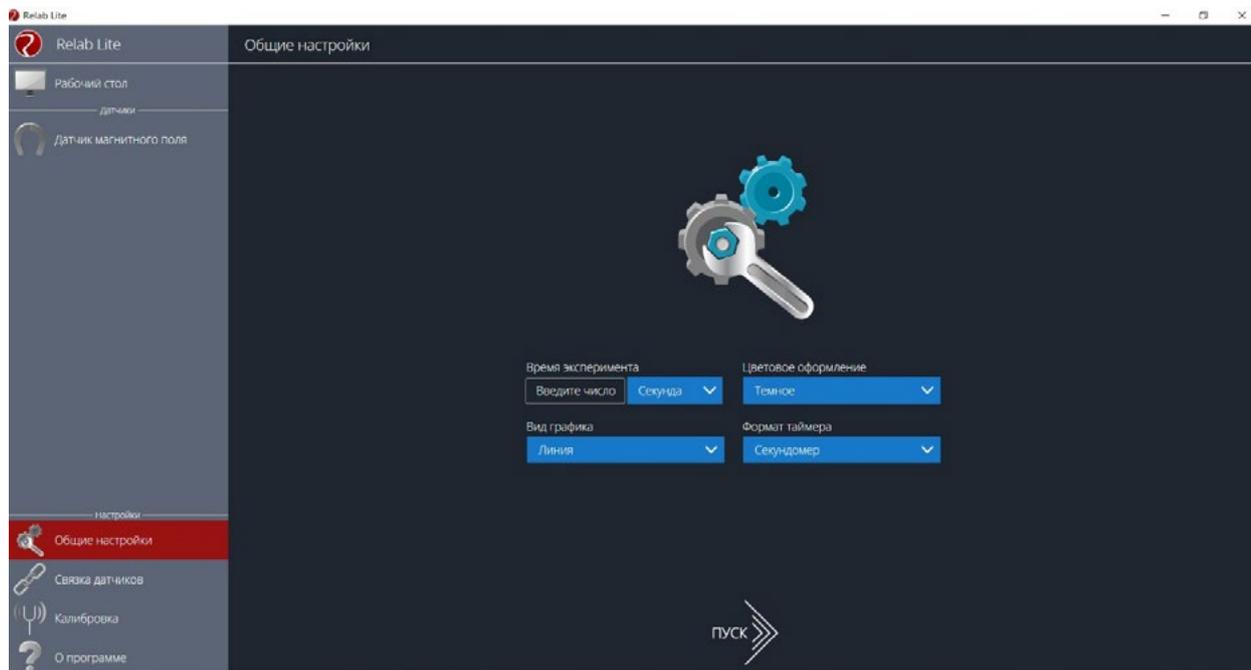


Рис. 23. Цветовое оформление программы, вид графика и формат таймера

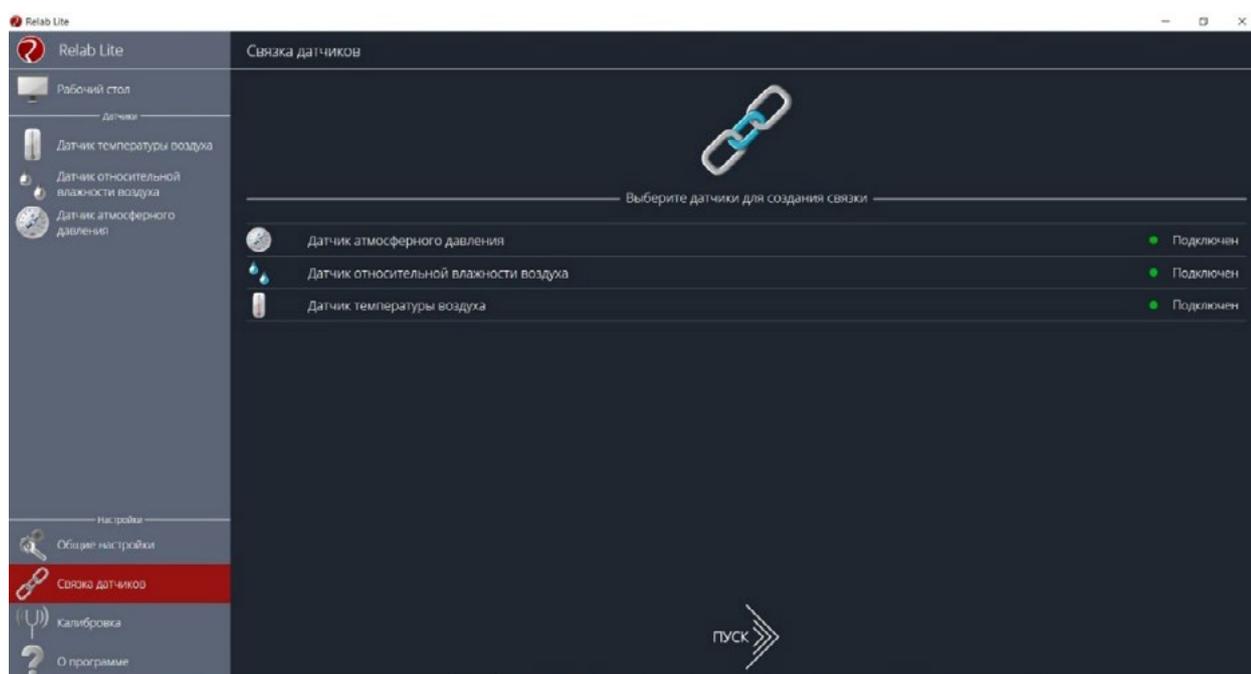
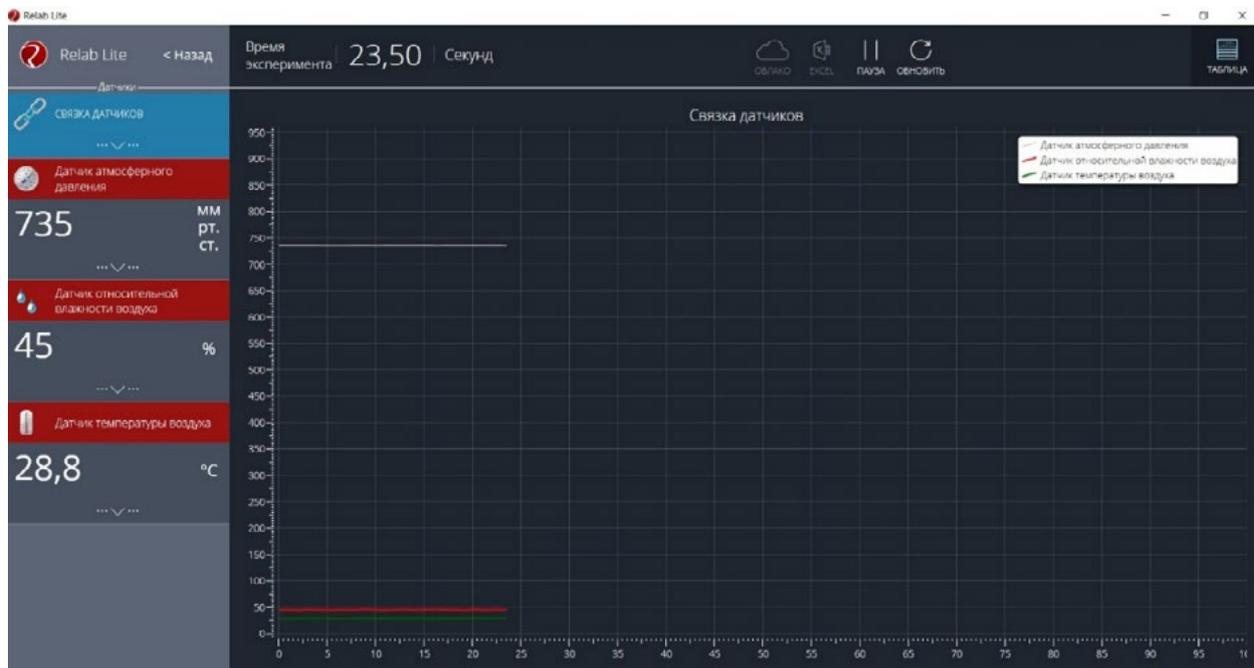


Рис. 24. Использование вкладки **Связка датчиков**

После этого на экране сбора данных, помимо датчиков, будет доступна связка. При переключении на связку будет отображаться график со всеми выбранными в связке датчиками (рис. 25).

### Калибровка датчиков

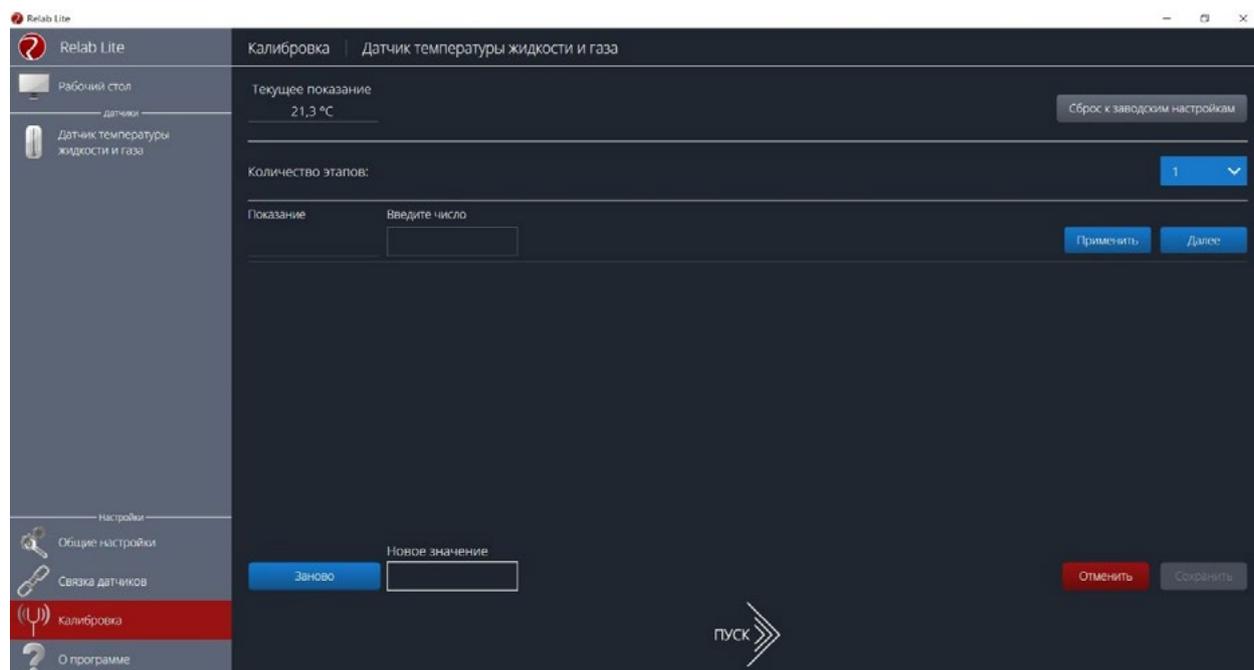
Все цифровые датчики калибруют непосредственно на производстве. Калибровочные коэффициенты хранятся в памяти датчика. Иногда необходимо изменить калибро-



**Рис. 25.** График со всеми выбранными в связке датчиками

вочные 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. После этого можно приступить к калибровке датчика (рис. 26).



**Рис. 26.** Калибровка датчика

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**. Можно изменить показание и повторно нажать **Применить**. Для перехода к следующему шагу нажмите **Далее**. Следующие шаги необходимо проходить по такому же алгоритму.

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. Для того чтобы вернуться к заводским настройкам калибровки датчика, необходимо нажать на кнопку **Сброс к заводским настройкам**.

### Экран сбора данных

После нажатия на кнопку **Пуск** программа Releon Lite переходит в режим сбора данных. Экран сбора данных состоит из панели показаний датчиков, графика и кнопок управления экспериментом (рис. 27).



Рис. 27. Экран сбора данных

- Панель показания датчиков.

Активный датчик (график которого демонстрируется в текущий момент) подсвечивается красным цветом (рис. 28).



Рис. 28. Активный датчик

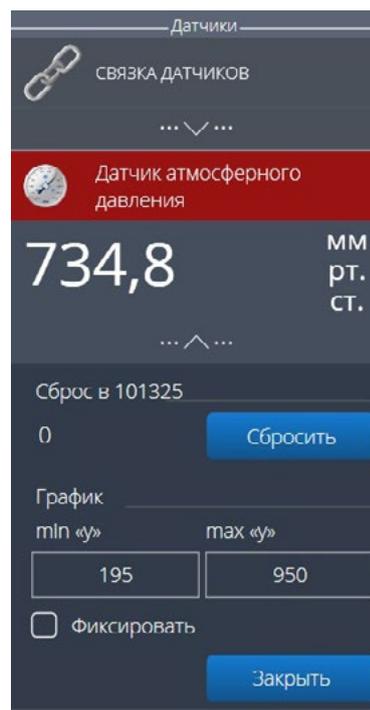


Рис. 29. Управление видимым диапазоном графика

Во время работы можно переключаться между датчиками, кликая на их название. Если была установлена связка датчиков, то она также отображается в панели показаний и её можно сделать активной. В этом случае будет подсвечена не только сама связка, но и все датчики, которые входят в её состав. Для каждого датчика и связки предусмотрено меню. Меню может различаться в зависимости от датчика (выбор канала, выбор единиц измерения и т. п.).

Одинаковыми настройками для всех датчиков являются:

- **Сброс в ноль;**
- **Управление видимым диапазоном графика** (рис. 29).

Инструмент **Сброс в ноль** предназначен для того, чтобы устранить возможные помехи в момент работы датчика. При нажатии на кнопку **Сбросить** будет отображено число, на которое программа скорректировала текущее значение датчика.

Для применения инструмента **Управление видимым диапазоном графика** необходимо 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 (рис. 30).

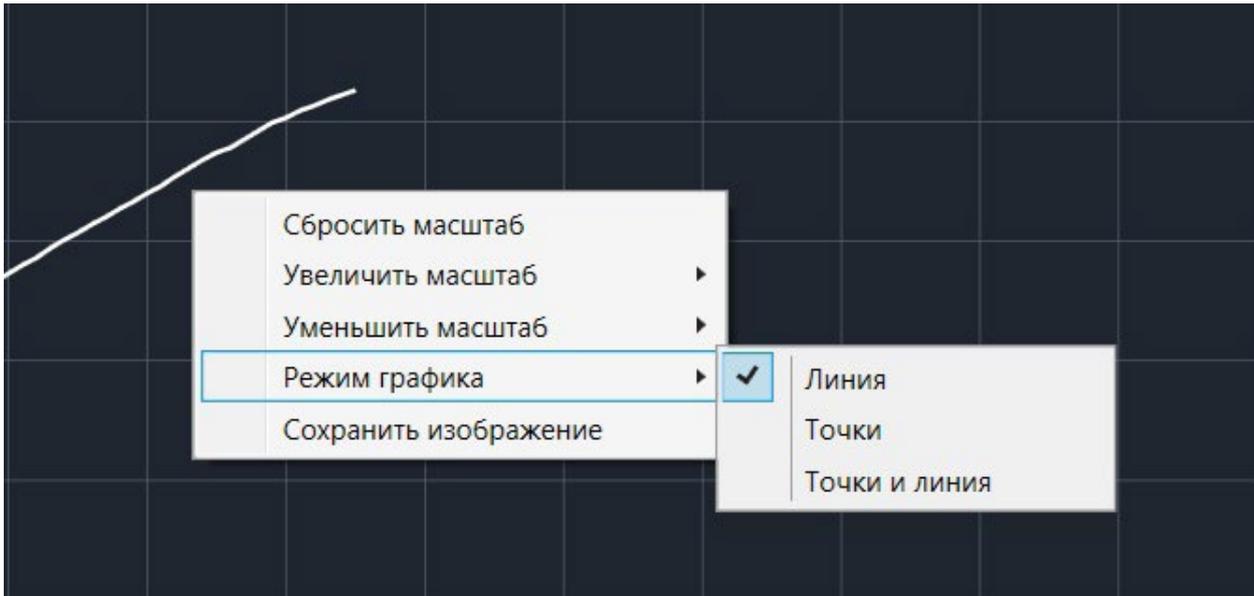


Рис. 30. Управление режимом графика

- 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 (рис. 31).



Рис. 31. Переключение режима отображения данных

### Двухканальная приставка-осциллограф

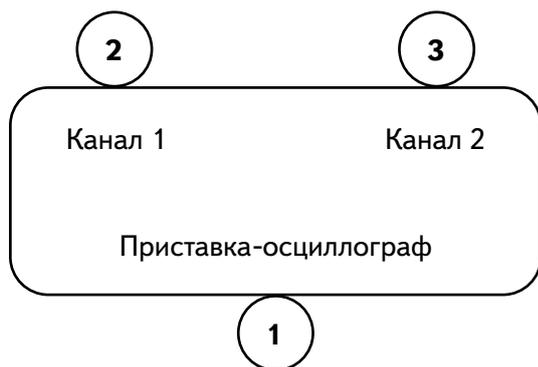
Двухканальная приставка-осциллограф (рис. 32) предназначена для исследования формы электрических сигналов по двум каналам путём визуального наблюдения и измерения их амплитуд и временных интервалов. Приставка является упрощённым аналогом электронного осциллографа и предназначена для использования в учебном процессе.



Рис. 32. Двухканальная приставка-осциллограф

### Схема приставки

В схему приставки (рис. 33) входят следующие элементы:



- 1 — разъём USB;
- 2 — разъём BNC-типа измерительного канала № 1;
- 3 — разъём BNC-типа измерительного канала № 2.

Рис. 33. Схема приставки-осциллографа

### 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

### Быстрый старт

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 (рис. 34).

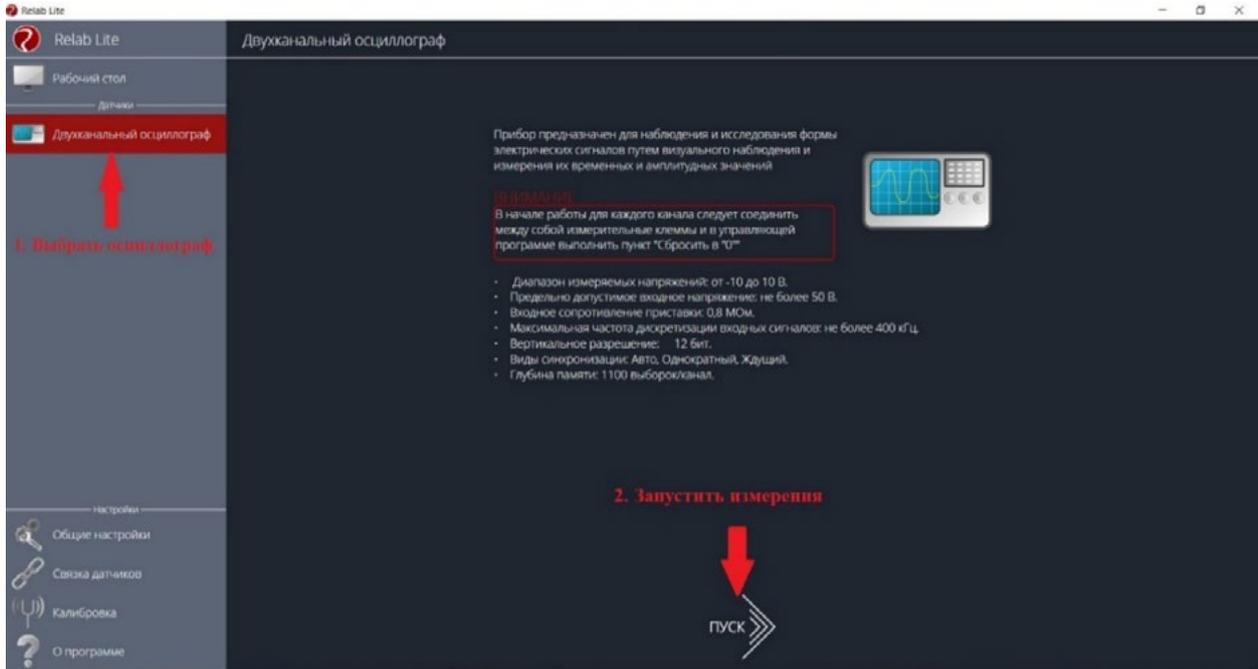


Рис. 34. Подключение приставки

Для запуска измерений следует выбрать **Двухканальный осциллограф** в меню слева и нажать на кнопку **Пуск** (рис. 35).



Рис. 35. Кнопка Пуск

**Панель управления**

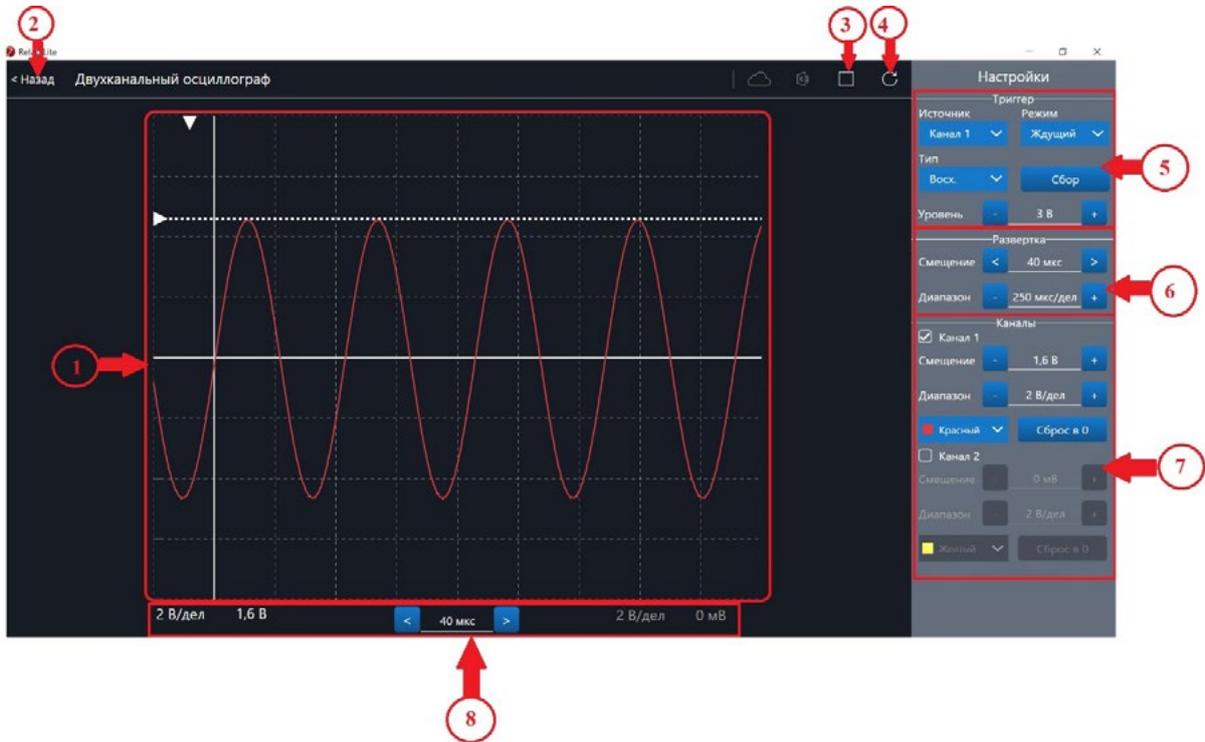


Рис. 36. Панель управления двухканальным осциллографом

Панель управления двухканальным осциллографом (рис. 36) можно разделить на следующие функциональные модули.

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.

### **Блоки настроек**

**Триггер** позволяет получать стабильные осциллограммы за счёт задержки запуска развёртки до тех пор, пока не будут выполнены заданные условия. Если не выполняется условие запуска развёртки, то изображение графика может выглядеть «бегущим» или совершенно нечитаемым, поэтому данный блок является ключевым элементом в приставке-осциллографе.

Рассмотрим настройки триггера.

### **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.

### **Источник**

Любой из каналов (Канал 1 или Канал 2) приставки-осциллографа может стать источником для запуска развёртки.

### **Уровень**

Он задаёт входное напряжение (в милливольтках), при достижении которого запускается развёртка. При изменении уровня соответствующий маркер на графике изменяет также своё положение (рис. 37).



Рис. 37. Использование блока настройки **Уровень**

**Тип**

Определяет тип запуска триггера: по фронту (восх.) или по спаду (нисх.)

**Сбор**

Данная кнопка используется для принудительного сбора данных, получения осциллограммы и корректировки условий триггера, если они заданы неверно.

**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 (рис. 38).

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 (рис. 39).

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.

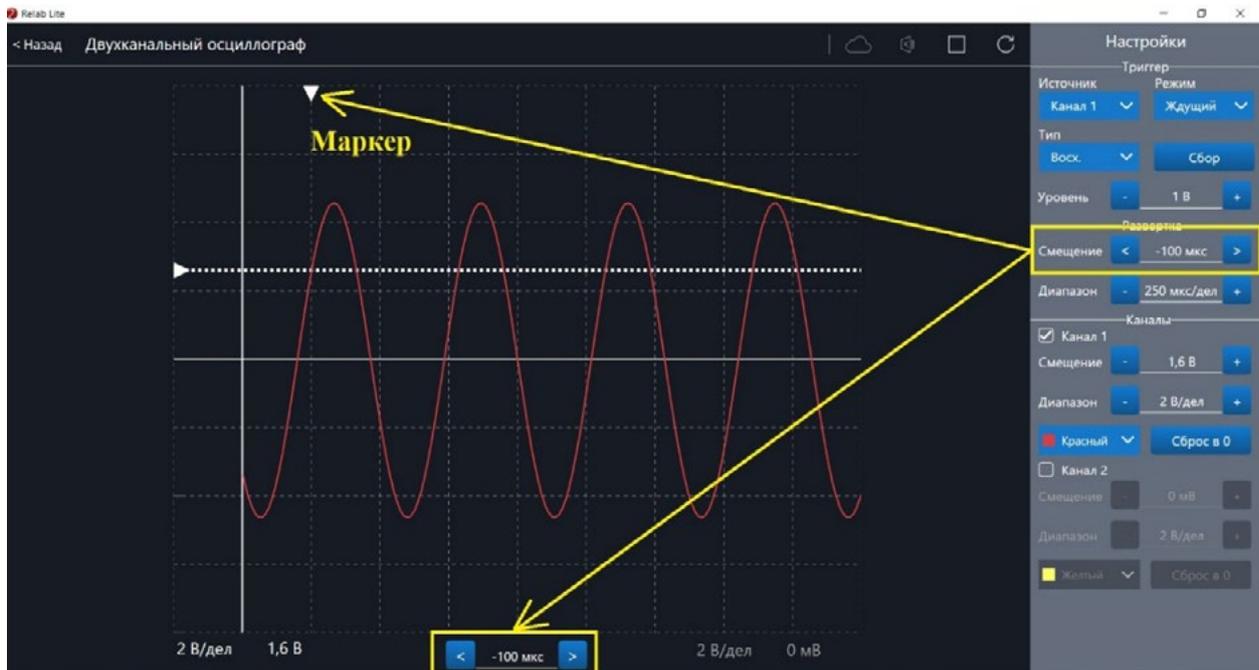


Рис. 38. Использование параметра **Смещение** в блоке **Развёртка**

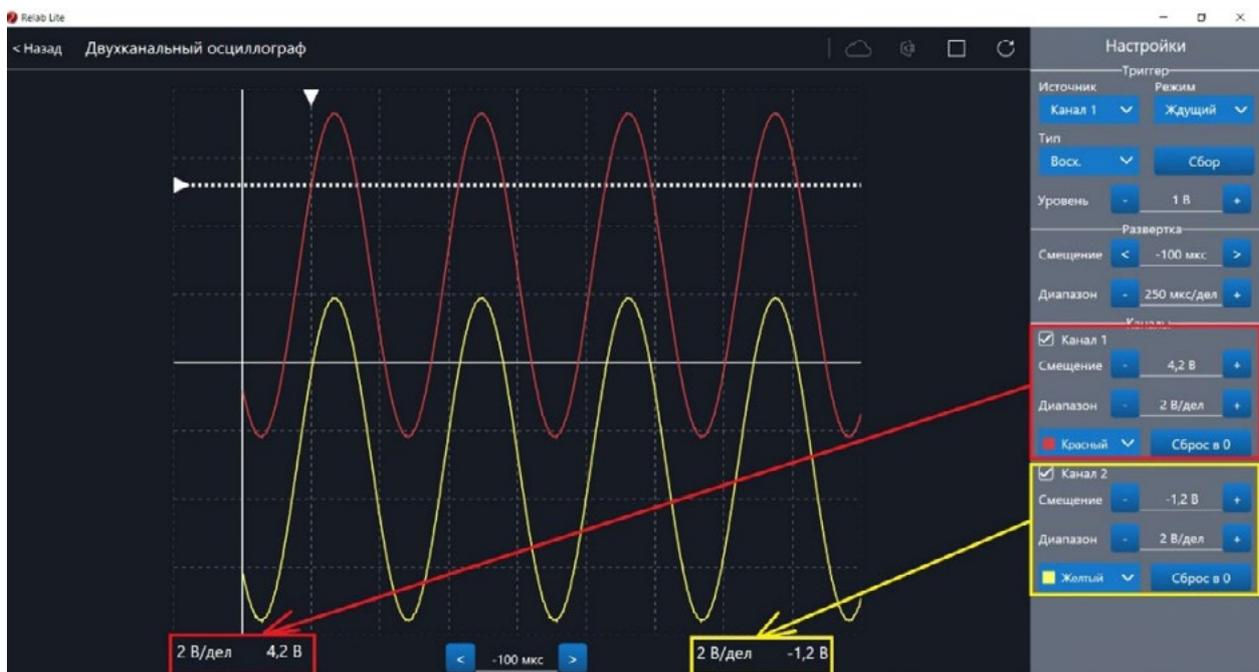


Рис. 39. Использование блока **Каналы**

При нажатии клавиши **Сброс в 0** на короткозамкнутых контактах измерительного кабеля происходит корректировка нуля (рис. 40, 41). Данную процедуру рекомендовано производить в начале работы с приставкой-осциллографом. Отключить канал можно поставив галочку рядом с номером канала. После этого все параметры для канала становятся недоступны.



Рис. 40. Сигнал с ненулевым смещением



Рис. 41. Скорректированная осциллограмма

### Примеры работы с приставкой-осциллографом

#### Определение параметров осциллограммы

С помощью приставки можно определять амплитуду, период, частоту и другие параметры исследуемых сигналов. Из настроек осциллографа (рис. 42) видно, что одно деление (клетка) по горизонтали равно 250 мкс, поэтому период полученной синусоиды

равен 500 мкс, следовательно, частота сигнала равна 2 кГц. Аналогично по вертикальной оси одно деление (клетка) равно 2 В, следовательно, амплитуда сигнала равна 4 В.



**Рис. 42.** Определение параметров осциллограммы

### Работа с триггером

На рисунках 43, 44 представлены примеры работы с различными настройками триггера. Работа триггера, который настроен на уровень напряжения 1,4 В и срабатывает по фронту поступающего сигнала на Канал 1, проиллюстрирована на рисунке 43.



**Рис. 43.** Пример работы с различными настройками триггера (уровень напряжения 1,4 В)

Работа триггера, который настроен на уровень напряжения 2,8 В и срабатывает по спаду поступающего сигнала на Канал 1, проиллюстрирована на рисунке 44.



**Рис. 44.** Пример работы с различными настройками триггера (уровень напряжения 2,8 В)