



Виртуальная лаборатория



НАУКА

# Машина Атвуда

Руководство  
пользователя



## Содержание

Содержание.....	2
Термины и определения .....	3
1 Системные требования .....	4
2 Интерфейс приложения.....	5
3 Управление камерой .....	6
4 Главное меню .....	7
4.1 Инструкции .....	7
4.2 Режим подсказок .....	8
4.3 Виртуальная клавиатура .....	9
4.4 Полноэкранный режим .....	10
4.5 Меню работы со сценами .....	10
4.5.1 Сохранение сцены .....	10
4.5.2 Сохранение копии сцены .....	11
4.5.3 Создание новой сцены .....	12
4.6 Просмотр и загрузка сцен пользователя .....	12
5 Описание объектов .....	13
5.1 Система «Машина Атвуда».....	13
5.1.1 Установка «Машина Атвуда».....	13
5.1.2 Панель управления экспериментом.....	14
5.1.3 Порядок работы установки.....	15
5.1.3.1 Подготовка к запуску системы.....	15
5.1.3.2 Запуск системы .....	15
5.1.3.3 Возвращение системы в исходное состояние .....	16
5.2 Перегрузки .....	16
5.3 Лабораторный журнал .....	17
5.3.1 Вызов журнала .....	17
5.3.2 Просмотр списка исследований .....	18
5.3.3 Создание нового исследования .....	19

## Термины и определения

В Руководстве пользователя используются следующие общие термины:

Виртуальная лаборатория	Приложение «Виртуальная лаборатория «Наука», раздел «Машина Атвуда».
Сцена	Виртуальное трехмерное пространство, в пределах которого пользователь может взаимодействовать с объектами Виртуальной лаборатории, а также данные текущего исследования (положения объектов, их параметры и т. д.).
Симуляция процесса	Смоделированный в Виртуальной лаборатории процесс взаимодействия объектов в сцене.
Камера	Инструмент сцены, при помощи которого пользователь наблюдает всё происходящее в Виртуальной лаборатории.
Клик	Действие, при котором следует: — при использовании мыши — подвести указатель мыши к объекту, нажать и отпустить <u>левую кнопку мыши</u> без перемещения указателя; — при использовании сенсорного экрана — нажать пальцем на объект и отпустить без перемещения пальца.
Кнопка-переключатель	Тип кнопки, при котором после нажатия на кнопку меняется ее состояние с неактивного на активное и наоборот. Состояние сохраняется до следующего нажатия.

## 1 Системные требования

Минимальные системные требования для работы приложения «Виртуальная лаборатория «НАУКА», раздел «Машина Атвуда»:

- **Процессор:** Intel серии Ivy Bridge / AMD серии Bulldozer.
- **Оперативная память:** 4 ГБ.
- **Видеокарта:**
  - встроенная: Intel HD Graphics 5000 / Intel Iris;
  - дискретная: GeForce 400 серии или новее / Radeon HD 7000 серии.
- **Разрешение экрана:** 1920x1080 / 1920x1200 и больше (4K и Retina экраны требуют видеокарты большей мощности для комфортной работы).
- **Поддерживаемые браузеры:** Chrome, Яндекс.Браузер, Opera 44+, Firefox 51+, Edge 79+, Safari 15+.
- **Поддерживаемые операционные системы:**
  - Microsoft Windows 7 (x64 версии) или выше с поддержкой драйверов WebGL 2.0;
  - MacOS X «Snow Leopard» 10.6 или выше с поддержкой драйверов WebGL 2.0;
  - Linux или Debian с поддержкой драйверов WebGL 2.0.

## 2 Интерфейс приложения

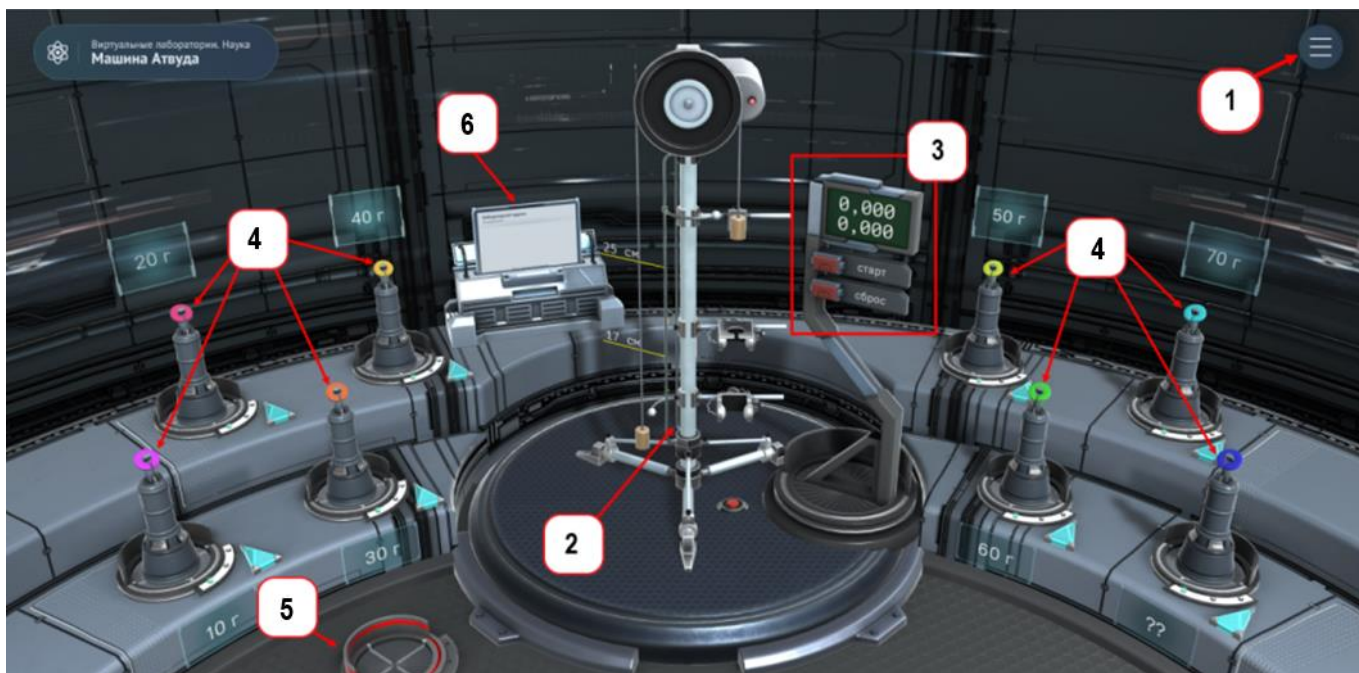


Рисунок 1 – Интерфейс приложения «Виртуальная лаборатория «Наука», раздел «Машина Атвуда»

Виртуальная лаборатория является виртуальной трехмерной средой для проведения лабораторных исследований равноускоренного движения системы тел.

Интерфейс Виртуальной лаборатории (Рисунок 1) включает следующие элементы:

- 1) **Главное меню** (см. раздел 4 «Главное меню»).
- 2) **Виртуальная установка «Машина Атвуда»** (далее – машина Атвуда) — трехмерная модель, которая имитирует строение и внешние свойства реального прибора и повторяет логику его поведения (см. п. 5.1.1 «Установка «Машина Атвуда»»).
- 3) **Панель управления экспериментом** содержит экран отображения данных секундомеров, кнопки запуска установки и сброса данных (см. раздел 5.1.2 «Панель управления экспериментом»).
- 4) **Перегрузки разной массы для проведения опытов** (см. п. 5.2 «Перегрузки»).
- 5) **Слот для удаления перегрузков** (см. п. 5.2 «Перегрузки»).
- 6) **Лабораторный журнал** (см. п. 5.3 «Лабораторный журнал»).

### 3 Управление камерой

Управление камерой осуществляется мышью или пальцами (при использовании сенсорного экрана).

При загрузке приложения камера находится в положении **по умолчанию** — направлена на центр стола (Рисунок 2).




*Рисунок 2 – Положение камеры по умолчанию*





Чтобы **приблизить/отдалить** камеру, вращайте колесо мыши. При использовании сенсорного экрана коснитесь экрана двумя пальцами, разведите их в стороны или сведите вместе. Кликните по установке, чтобы максимально приблизить к ней камеру. Чтобы вернуть камеру в положение по умолчанию, кликните в любое место сцены вокруг установки.

Чтобы **переместить** камеру, зажмите правую кнопку мыши в любом свободном месте сцены, потяните указатель в нужную сторону и отпустите.

## 4 Главное меню

Чтобы открыть главное меню, нажмите кнопку  в правом верхнем углу приложения (1 на рисунке 1). Главное меню состоит из следующих элементов (Рисунок 3):

1) Набор функциональных кнопок:

- кнопка вызова видеоинструкций  (см. п. 4.1 «Инструкции»);
- кнопка включения/выключения режима подсказок  (см. п. 4.2 «Режим подсказок»);
- кнопка включения/выключения режима использования виртуальной клавиатуры  (см. п. 4.3 «Виртуальная клавиатура»);
- кнопка включения/выключения полноэкранного режима  (см. п. 4.4 «Полноэкранный режим»).

2) Поле отображения имени пользователя.

3) Меню работы со сценами (см. п. 4.5 «Меню работы со сценами»).

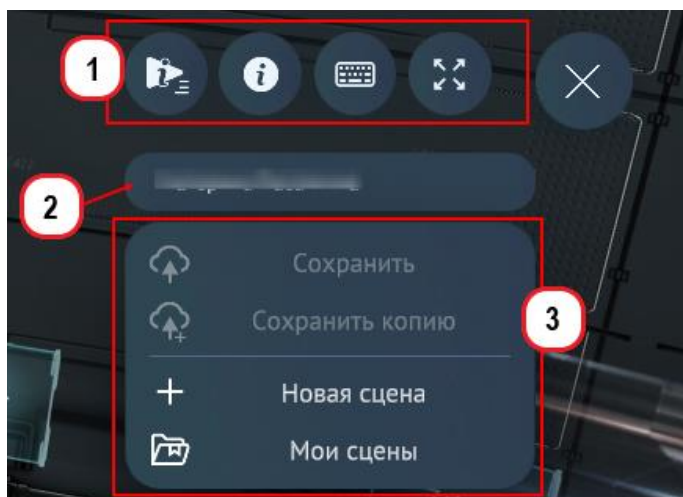




Рисунок 3 – Главное меню

Чтобы закрыть главное меню, нажмите кнопку  или в любом месте сцены за пределами меню.

### 4.1 Инструкции

Чтобы выбрать инструкцию для просмотра, нажмите кнопку-переключатель «Инструкции»  в главном меню (Рисунок 3). Откроется меню выбора инструкции (Рисунок 4).

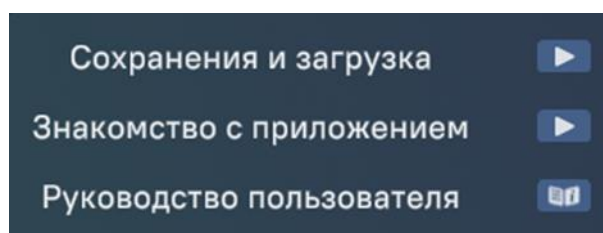



Рисунок 4 – Меню выбора инструкции

Видеоинструкция «Знакомство с приложением» поможет узнать, как работать со сценой и оборудованием, а видеоинструкция «Сохранение и загрузка» — как сохранять созданные сцены и загружать сохраненные сцены.

Нажмите на название инструкции, чтобы начать просмотр. Руководство пользователя в формате pdf откроется в новой вкладке браузера. Видео будет воспроизводиться на экране поверх сцены. Управляйте воспроизведением с помощью встроенного плеера (Рисунок 5).




Рисунок 5 – Элементы управления плеера

Чтобы закрыть экран воспроизведения, нажмите кнопку «Закрыть»  в правом верхнем углу экрана.

Чтобы закрыть меню выбора видеоинструкции, нажмите кнопку .

## 4.2 Режим подсказок

Для перехода в режим интерактивных подсказок нажмите кнопку-переключатель «Режим подсказок»  в главном меню (Рисунок 3). В сцене рядом с объектами появятся точки подсказок, в левой части экрана откроется описание установки (Рисунок 6).

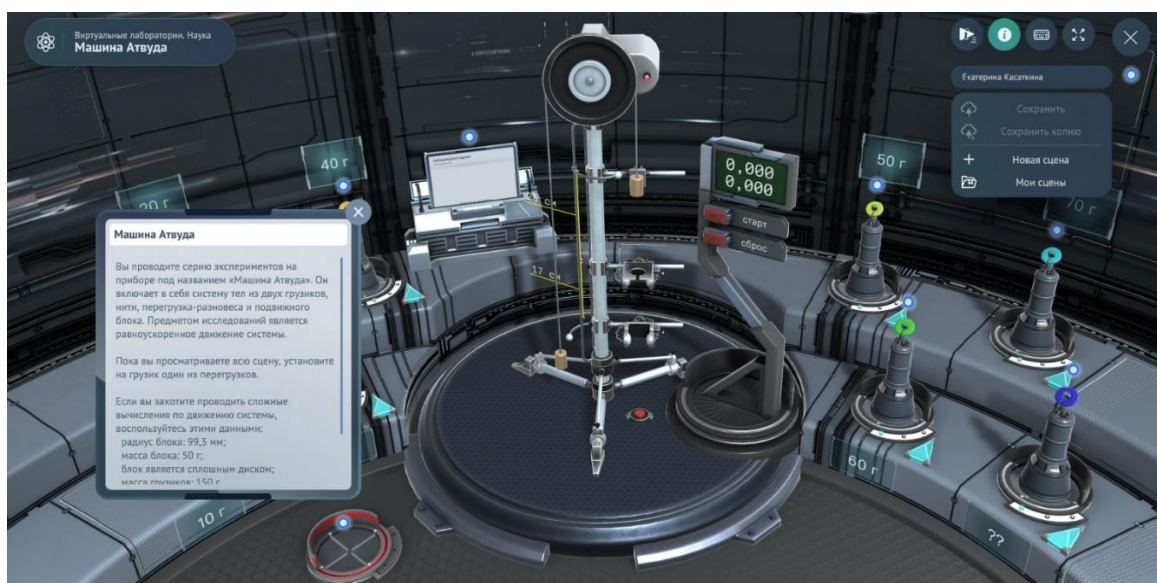






Рисунок 6 – Режим подсказок


Чтобы открыть подсказку о нужном объекте, нажмите на точку рядом с ним. Чтобы закрыть панель с подсказкой, нажмите на крестик в правом верхнем углу панели или еще раз нажмите на точку подсказки.

Точки подсказок меняют цвет контура в зависимости от просмотра подсказки пользователем (Рисунок 7):




Рисунок 7 – Варианты цвета контура точки

- 1) Точка с оранжевым контуром  — подсказка открыта на экране (как на рисунке 7).
- 2) Если несколько объектов имеют одинаковые подсказки и одна из таких подсказок в данный момент открыта, то точки подсказок у других объектов с такой же подсказкой будут иметь двойной контур: серый и оранжевый пунктирный .
- 3) Точка с серым контуром  — пользователь ранее просмотрел и закрыл подсказку.
- 4) Точка с голубым контуром  — пользователь еще не просматривал эту подсказку.

Чтобы выйти из режима подсказок, нажмите кнопку  в главном меню.

### 4.3 Виртуальная клавиатура

Для перехода в режим использования виртуальной клавиатуры нажмите кнопку-переключатель  в главном меню (Рисунок 3). В этом режиме виртуальная клавиатура будет появляться на экране автоматически при вводе в любое текстовое поле (Рисунок 8).

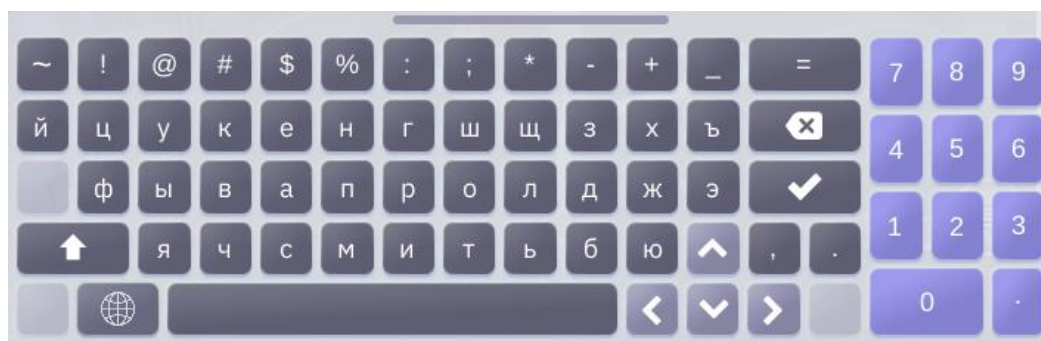






Рисунок 8 – Виртуальная клавиатура

Виртуальная клавиатура имеет две раскладки: кириллическую и латинскую. Для переключения раскладки нажмите кнопку  на виртуальной клавиатуре.

Для выхода из режима использования виртуальной клавиатуры нажмите кнопку  в главном меню.

## 4.4 Полноэкранный режим

Для включения полноэкранного режима нажмите кнопку «Полноэкранный режим»  в главном меню (Рисунок 3). Приложение будет развернуто на полный экран, все остальные элементы браузера и рабочего стола вашего устройства будут скрыты. Чтобы выйти из полноэкранного режима, повторно нажмите кнопку  или клавишу Esc на клавиатуре.

## 4.5 Меню работы со сценами


Работая в Виртуальной лаборатории, вы можете:

- сохранить текущую сцену (см. п. 4.5.1 «Сохранение сцены»);
- сохранить копию текущей сцены (см. п. 4.5.2 «Сохранение копии сцены»);
- создать новую сцену (см. п. 4.5.3 «Создание новой сцены»);
- открыть библиотеку «Мои сцены» (см. п. 4.6 «Просмотр и загрузка сцен пользователя»).

Чтобы перейти к одному из действий, выберите нужный пункт меню работы со сценами (Рисунок 9).



Рисунок 9 – Меню работы со сценами

Чтобы закрыть меню работы со сценами и главное меню, нажмите кнопку  или в любое место сцены за пределами меню.

### 4.5.1 Сохранение сцены

Чтобы сохранить созданную сцену в библиотеке «Мои сцены», выберите пункт «Сохранить» в меню работы со сценами (Рисунок 9). Будут сохранены состояние сцены и записи лабораторного журнала.

Если сцена ранее уже сохранялась, приложение перезапишет содержимое файла со сценой. Если сцена сохраняется впервые, то откроется форма сохранения сцены (Рисунок 10).

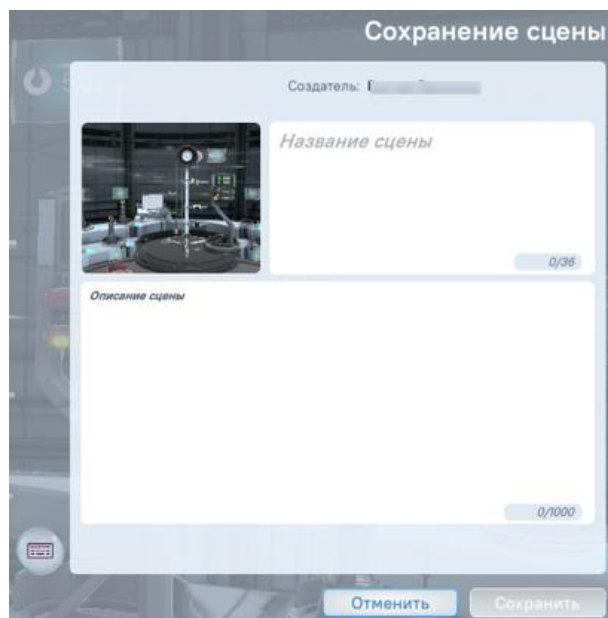







Рисунок 10 – Форма сохранения сцены

Введите **название** сохраняемой сцены (не более 36 символов) и ее **описание** (не более 1000 символов) в соответствующие поля формы и нажмите кнопку .

При необходимости вы можете вызвать виртуальную клавиатуру кнопкой  слева от формы сохранения. Эта кнопка дублирует кнопку  в главном меню (см. п. 4.3 «Виртуальная клавиатура»): если в шапке приложения включен режим использования виртуальной клавиатуры , то кнопка рядом с формой сохранения сцены тоже будет в активном состоянии — .

Чтобы отменить сохранение сцены, нажмите кнопку .

#### 4.5.2 Сохранение копии сцены


Чтобы сохранить копию сцены в библиотеке «Мои сцены», выберите пункт «Сохранить копию» в меню работы со сценами (Рисунок 9). Откроется форма сохранения копии сцены, аналогичная форме сохранения сцены (Рисунок 10).

Если сцена сохраняется впервые, то необходимо заполнить поля «Название сцены» (не более 36 символов) и «Описание сцены» (не более 1000 символов).

Если сцена уже сохранялась, то в поле «Название сцены» отобразится сохраненное ранее **название сцены с номером копии** в скобках — **Сцена 1(3)**. Название и номер копии сцены можно откорректировать или оставить без изменений.

Нажмите кнопку , чтобы сохранить копию сцены.

После сохранения копии вы продолжите работать в этой копии сцены. Сцена, с которой вы работали до сохранения копии, останется в состоянии своего последнего сохранения.

Чтобы отменить сохранение копии сцены, нажмите кнопку .

### 4.5.3 Создание новой сцены

Чтобы создать новую сцену, выберите пункт «Новая сцена» в меню работы со сценами (Рисунок 9). Если в сцене есть несохраненные данные, откроется окно с предупреждением о возможной потере данных (Рисунок 11).

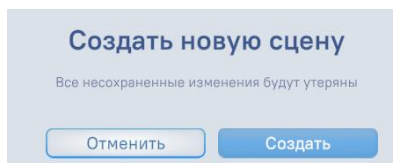




Рисунок 11 – Окно «Создать новую сцену»

Чтобы не потерять текущие данные, нажмите кнопку  и продолжите работу со сценой. Если данные сохранять не нужно, нажмите кнопку , после этого все несохраненные данные будут утеряны, откроется новая сцена.

### 4.6 Просмотр и загрузка сцен пользователя

Чтобы просмотреть список сохраненных вами сцен, выберите пункт «Мои сцены» в меню работы со сценами (Рисунок 9). Откроется страница библиотеки «Мои сцены» (Рисунок 12).

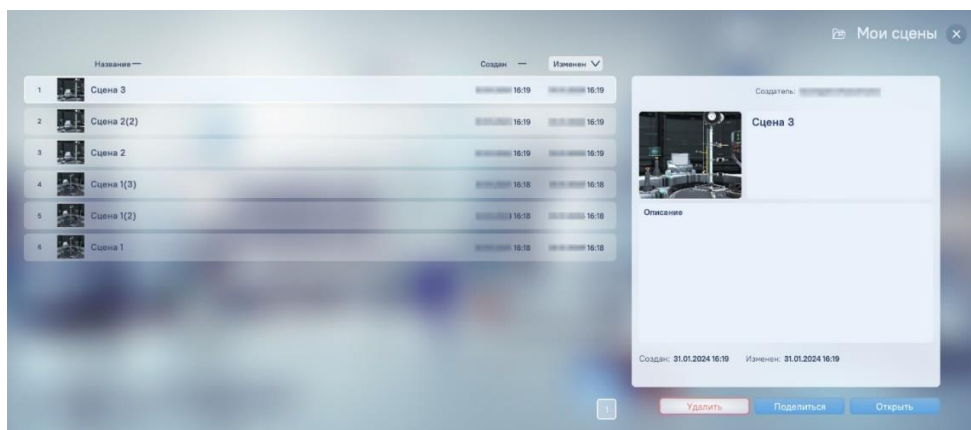



Рисунок 12 – Библиотека «Мои сцены»

В левой части экрана, в таблице, отображается список всех сохраненных сцен. Список можно отсортировать по названию, дате создания и дате изменения. Для сортировки списка нажмите на название соответствующего столбца таблицы («Название», «Создана» или «Изменена»). Значок  рядом с названием столбца изменится на галочку, указывающую направление сортировки:



Если список сцен не помещается на одном экране, он будет разбит на страницы. Навигация по страницам осуществляется с помощью кнопок с номерами страниц, расположенных справа под таблицей.

Справа от таблицы отображается карточка сцены, выбранной в списке. С помощью кнопок под карточкой можно открыть или удалить выбранную сцену, а также поделиться ссылкой на нее.

## 5 Описание объектов

### 5.1 Система «Машина Атвуда»

#### 5.1.1 Установка «Машина Атвуда»

Виртуальная установка «Машина Атвуда» (далее — машина Атвуда) — трехмерная модель, которая имитирует строение и внешние свойства реального прибора и повторяет логику его поведения. В процессе исследований можно менять нагрузку на систему с помощью набора перегрузков (см. п. 5.2 «Перегрузки»), измерять время движения тел и заносить результаты исследований в лабораторный журнал (см. п. 5.3 «Лабораторный журнал»).

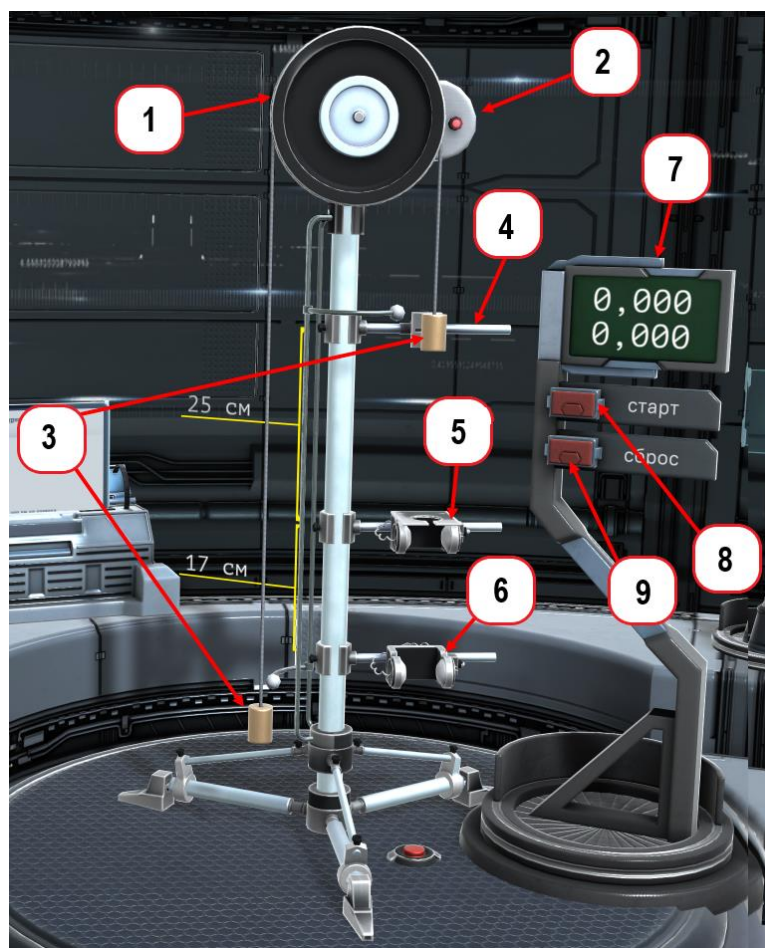


Рисунок 13 – Система «Машина Атвуда»

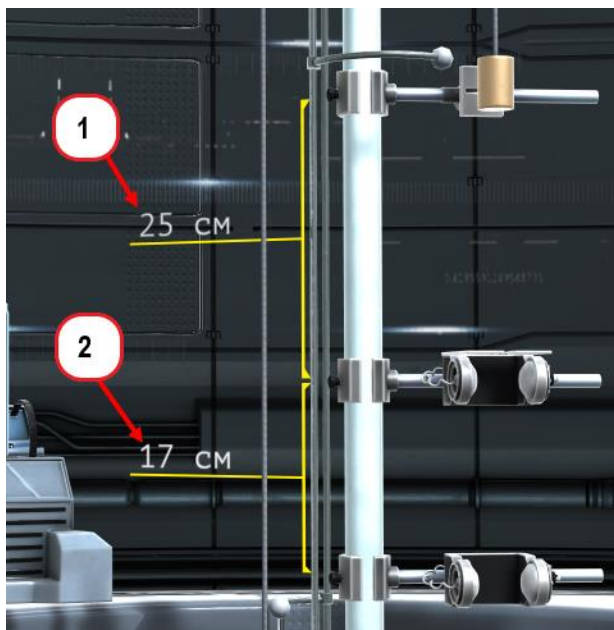
Виртуальная установка «Машина Атвуда» состоит из следующих элементов (Рисунок 13):

- 1) стойка с неподвижным блоком (блок является сплошным диском, радиус блока 99,3 мм; масса блока 50 г);
- 2) электрический тормоз блока с цветовым индикатором;
- 3) система из двух связанных нитью грузиков (масса каждого грузика 150 г);
- 4) зейка с отметкой начала движения, крепится к стойке с помощью зажима;
- 5) фотодатчик с пластиной с отверстием, крепится к стойке с помощью зажима, снимает перегрузок с грузика;
- 6) фотодатчик без пластины, крепится к стойке с помощью зажима;

Если массы грузов равны, то система находится в состоянии равновесия вне зависимости от положения грузиков. Чтобы изменить массу грузиков и привести систему в движение, используйте перегрузки (см. п. 5.2 «Перегрузки»). Во время работы установки перегрузок на правом грузике снимается пластиной с отверстием, установленной на фотодатчике (5 на рисунке 13).

**Виртуальные отметки**, расположенные вдоль стойки прибора (Рисунок 14), показывают:

- 1) расстояние между рейкой с отметкой начала движения и фотодатчиком с пластиной;
- 2) расстояние между фотодатчиком с пластиной и фотодатчиком без пластины.



*Рисунок 14 – Расстояния между рейкой и фотодатчиками*

Чтобы изменить расстояния между элементами на стойке, нажмите левой кнопкой мыши зажим или рейку, которой элемент крепится к стойке, и потяните вверх или вниз до нужного положения. При этом расстояния между виртуальными отметками будут автоматически пересчитаны. Шаг перемещения зажимов — 1 см.

### 5.1.2 Панель управления экспериментом

Панель управления экспериментом состоит из следующих элементов (Рисунок 13):

- 7) секундомер с двумя таймерами;
- 8) кнопка «Старт»;
- 9) кнопка «Сброс».

**Таймеры** на секундомере отсчитывают время движения правого грузика по двум отрезкам:

- 1) верхний таймер — от рейки с отметкой начала движения (4 на рисунке 13) до фотодатчика с пластиной (5);
- 2) нижний таймер — от фотодатчика с пластиной (5 на рисунке 13) до фотодатчика без пластины (6). При колебательном движении нижний таймер может запускаться несколько

раз. Отсчет времени остановится только при прохождении грузика через фотодатчик без пластины.

Чтобы запустить движение установки, нажмите кнопку «Старт» (8 на рисунке 13). Подробнее о порядке работы установки см. п. 5.1.3 «Порядок работы установки».

Чтобы вернуть установку в исходное состояние и сбросить полученные данные, нажмите кнопку «Сброс» (9 на рисунке 13).

### **5.1.3 Порядок работы установки**

#### **5.1.3.1 Подготовка к запуску системы**

**Исходным состоянием** машины Атвуда считается состояние системы, при котором (см. рисунок 13):

- правый грузик подвешен на уровне горизонтальной отметки (3);
- индикатор на электрическом тормозе блока (2) горит красным — тормоз заблокирован;
- значения на экране секундомера (7) находятся на нулевой отметке.

Чтобы подготовить систему к запуску, установите зажимы рейки с отметкой начала движения (4) и фотодатчиков (5) и (6) на нужном расстоянии друг от друга и разместите перегрузки нужной массы на обоих грузиках или на одном из них. При необходимости приблизьте камеру к установке, вращая колесо мыши.

#### **5.1.3.2 Запуск системы**

Для запуска системы нажмите кнопку «Старт» на панели управления (8 на рисунке 13).

Машина Атвуда начнет работу:

- Индикатор кнопки «Старт» горит зеленым.
- Электрический тормоз (2) разблокируется, его индикатор горит зеленым.
- Грузики (3) начинают движение на неподвижном блоке.
- Верхний таймер на секундомере (7) запускает отсчет времени.
- Правый грузик проходит через пластину с отверстием, расположенную над фотодатчиком (5). Перегрузок снимается с грузика и остается на пластине.
- Правый грузик проходит через фотодатчик (5). Верхний таймер на секундомере останавливает отсчет времени. Запускается нижний таймер.
- Правый грузик проходит через фотодатчик (6). Нижний таймер останавливает отсчет.
- Грузик опускается на платформу с резиновой прокладкой.
- Система останавливается.



Если запустить систему без перегрузок или с перегрузками одинаковой массы на обоих грузиках, то движение не начнется, поскольку система будет находиться в равновесии.

### 5.1.3.3 Возвращение системы в исходное состояние

Чтобы вернуть систему в исходное состояние, нажмите кнопку «Сброс» на панели управления (9 на рисунке 13).

Установка вернется в исходное состояние:

- Значения времени на дисплее секундомера сбрасываются до 0,000.
- Электрический тормоз (2) вращает неподвижный блок в обратном направлении. Индикатор тормоза горит желтым.
- Правый грузик проходит через фотодатчики (6) и (5).
- Правый грузик проходит через пластинку с отверстием, размещенную над фотодатчиком (5). Перегрузок одевается на грузик и продолжает движение вместе с ним.
- Правый грузик останавливается напротив отметки начала движения (4).
- Индикатор электрического тормоза горит красным — тормоз заблокирован.
- Система останавливается.

## 5.2 Перегрузки

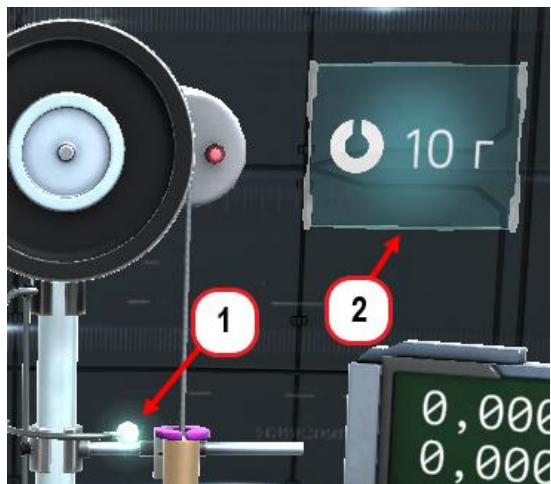
Перегрузки — дополнительные грузы, которые устанавливаются на грузики. В Виртуальной лаборатории доступны перегрузки массой от 10 г до 70 г с шагом 10 г (1 на рисунке 15). Масса перегрузка указана рядом с его держателем. Один из перегрузков (2 на рисунке 15) имеет случайную массу из этого же диапазона.



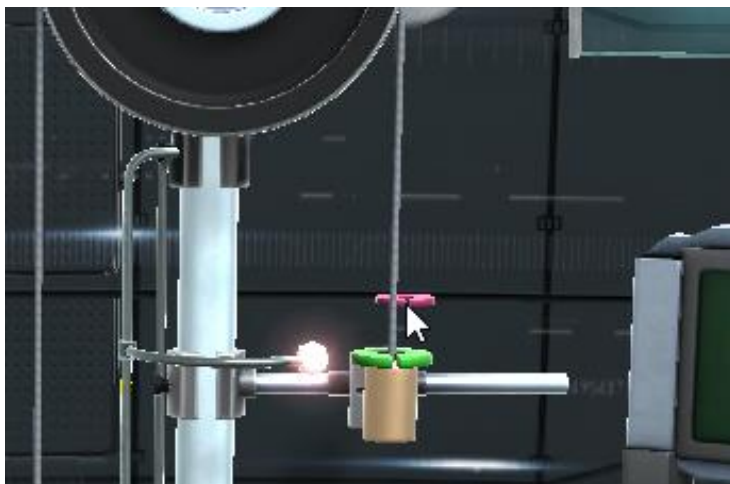
Рисунок 15 – Перегрузки

Чтобы начать работу с установкой, поместите перегрузок на один из грузиков или на каждый из них. Для этого зажмите левой кнопкой мыши перегрузок с нужной массой, перетяните его на грузик и отпустите. После размещения перегрузка на грузике рядом с грузиком загорается зеленый индикатор (1 на рисунке 16), а рядом с блоком появляется табличка с указанием массы

размещенного перегрузка (2). На каждом из грузиков можно разместить только один перегрузок. Если на грузике уже размещен перегрузок, то при попытке разместить на нем второй перегрузок индикатор загорается красным (Рисунок 17).



*Рисунок 16 – Перегрузок размещен на грузике*



*Рисунок 17 – Некорректное размещение перегрузка*

Чтобы удалить перегрузок, нажмите его левой кнопкой мыши, перетяните в слот удаления (6 на рисунке 1) и отпустите (Рисунок 18).



*Рисунок 18 – Удаление перегрузка*

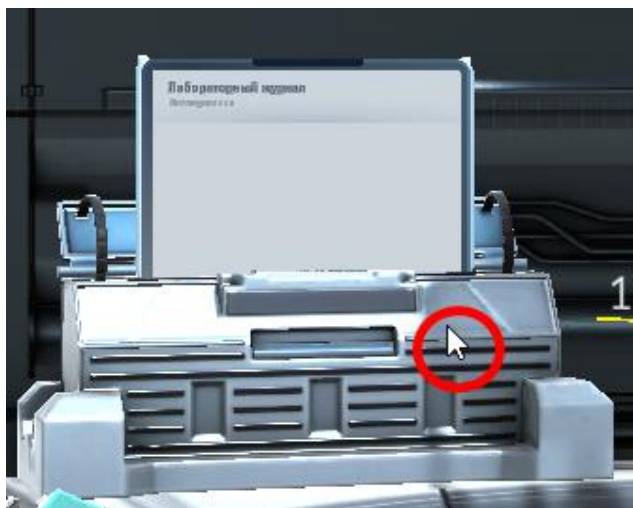
### **5.3 Лабораторный журнал**

Лабораторный журнал (6 на рисунке 1) используется для записи условий экспериментов и их промежуточных результатов. В процессе работы с журналом вы можете:

- открыть журнал (см. п. 5.3.1 «Вызов журнала»);
- просмотреть список исследований и удалить лишние (см. п. 5.3.2 «**Просмотр списка исследований**»);
- создать новое исследование (см. п. 5.3.3 «**Создание нового исследования**»).

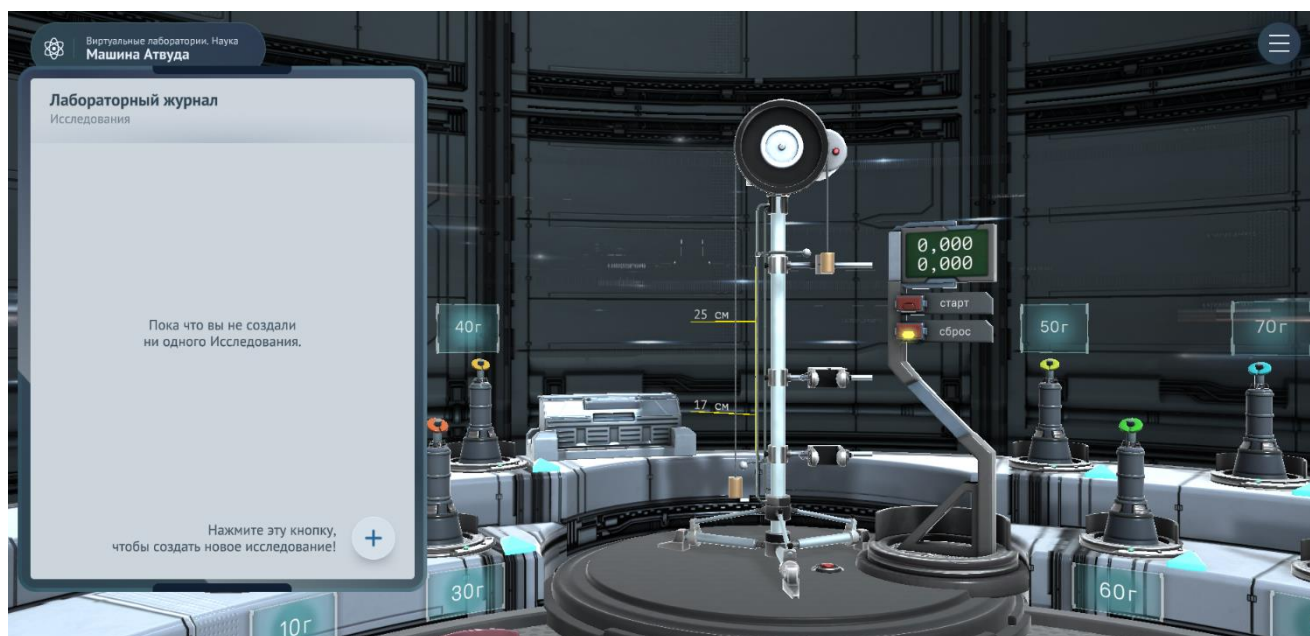
#### **5.3.1 Вызов журнала**

Чтобы открыть журнал, нажмите на журнал или его подставку (Рисунок 19).



*Рисунок 19 – Вызов журнала*

Журнал откроется в левой части экрана (Рисунок 20). Если в текущей сцене уже были сделаны записи в журнале, то они будут отображаться в открытом журнале. Если записей не было — откроется пустой журнал.



*Рисунок 20 – Лабораторный журнал*

Чтобы свернуть открытый журнал, нажмите на его подставку или зажмите журнал левой кнопкой мыши и перетяните его за границу экрана слева.


### **5.3.2 Просмотр списка исследований**

Список исследований представляет собой набор карточек, каждая из которых содержит данные об исследовании: номер, время и дату создания, название исследования, массы используемых перегрузков и количество записей о результатах исследования (Рисунок 21).



Рисунок 21 – Список исследований

### 5.3.3 Создание нового исследования

Чтобы создать новое исследование, нажмите кнопку  в правом нижнем углу журнала (Рисунок 21). Откроется панель с вариантами исследований (Рисунок 22). Чтобы выбрать тип исследования, нажмите соответствующую кнопку.

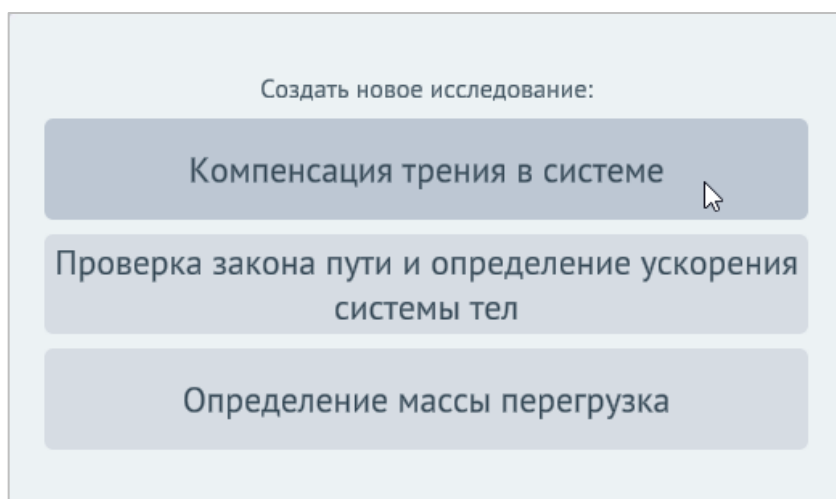




Рисунок 22 – Выбор типа исследования

После этого откроется страница для записей. Вид страницы для записей зависит от типа выбранного исследования.

Чтобы создать новое исследование, нажмите кнопку  в правом нижнем углу журнала (Рисунок 21).

Чтобы удалить исследование, нажмите кнопку  в правом верхнем углу карточки исследования.

Если список исследований не помещается на экран, то справа от списка отобразится полоса прокрутки. Чтобы просмотреть список, наведите указатель мыши на журнал и вращайте колесо мыши или потяните полосу прокрутки вверх или вниз. При использовании сенсорного экрана пролистайте список пальцем.

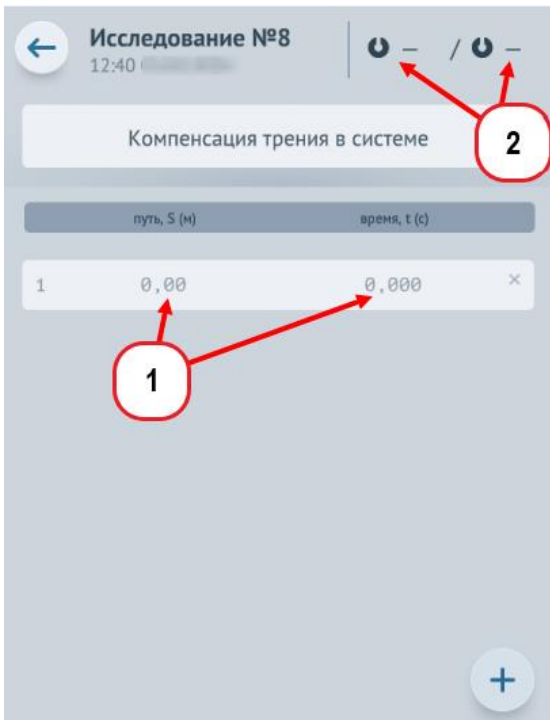





Рисунок 23 – Страница для записей

Чтобы внести данные, нажмите левой кнопкой мыши на нужное поле ввода (1 на рисунке 23) и введите значения с помощью клавиатуры вашего устройства или виртуальной клавиатуры (см. п. 4.3 «Виртуальная клавиатура»).

В поля (2) введите значения массы перегрузков, используемых в исследовании.

Чтобы добавить строку для записей, нажмите кнопку  в правом нижнем углу страницы.

Чтобы удалить строку с записями, нажмите  в правом верхнем углу строки.

Чтобы вернуться к списку исследований в журнале, нажмите кнопку  в левом верхнем углу страницы.