



Виртуальная лаборатория



НАУКА

Изучение законов фотоэффекта

Руководство
пользователя



Содержание

Термины и определения	3
1 Системные требования	4
2 Интерфейс приложения	5
3 Управление камерой	6
4 Главное меню	8
4.1 Инструкции	8
4.2 Режим подсказок	9
4.3 Виртуальная клавиатура	10
4.4 Полноэкранный режим	11
4.5 Меню работы со сценами	11
4.5.1 Сохранение сцены	11
4.5.2 Сохранение копии сцены	12
4.5.3 Создание новой сцены	12
4.5.4 Просмотр и загрузка сцен пользователя	13
5 Описание объектов	14
5.1 Установка Столетова	14
5.2 Галерея катодов	16
5.3 Галерея стандартных светофильтров	16
5.4 Галерея-хранилище	17
5.5 Генератор светофильтров	17
5.6 Лабораторный журнал	18
5.6.1 Вызов журнала	18
5.6.2 Просмотр списка исследований	19
5.6.3 Создание нового исследования	20
6 Порядок изучения явлений фотоэффекта	21

Термины и определения

В Руководстве пользователя используются следующие общие термины:

Виртуальная лаборатория	Приложение «Виртуальная лаборатория «Наука», раздел «Изучение законов фотоэффекта».
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 левую кнопку мыши 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 Виртуальной лаборатория «НАУКА», раздел «Изучение законов фотоэффекта»:

- **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 (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) с поддержкой драйверов WebGL 2.0;
 - MacOS X «Snow Leopard» 10.6 с поддержкой драйверов WebGL 2.0;
 - Linux или Debian с поддержкой драйверов WebGL 2.0.

2 Интерфейс приложения

Виртуальная лаборатория является виртуальной трехмерной средой для проведения опытов по изучению законов фотоэффекта.

Интерфейс Виртуальной лаборатории (Рисунок 1) включает следующие элементы:

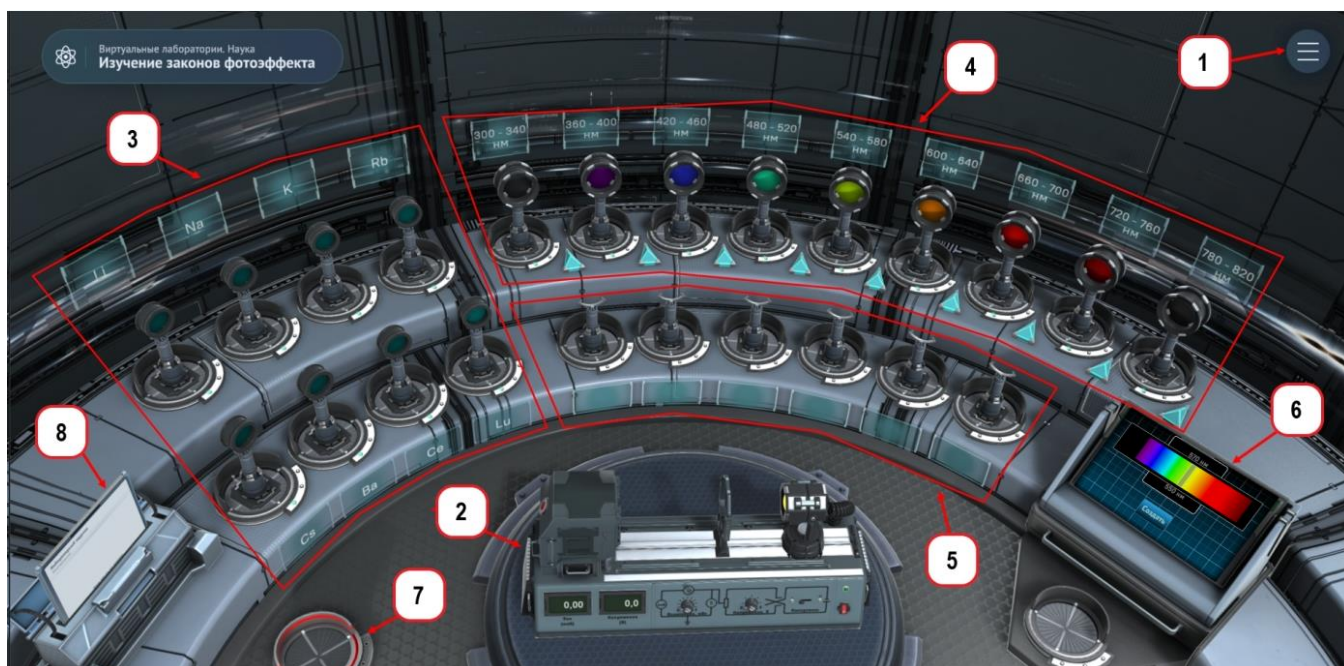


Рисунок 1 – Интерфейс приложения «Виртуальная лаборатория «Наука», раздел «Изучение законов фотоэффекта»

- 1) **Главное меню** (см. раздел 4 «Главное меню»).
- 2) **Установка Столетова** — трехмерная модель, которая имитирует строение реального прибора и повторяет логику его поведения (см. п. 5.1 «Установка Столетова»).
- 3) **Галерея катодов** (см. п. 5.2 «Галерея катодов»).
- 4) **Галерея стандартных светофильтров** (см. п. 5.4 «Галерея-хранилище»).
- 5) **Галерея-хранилище** (см. п. 5.4 «Галерея-хранилище»).
- 6) **Генератор светофильтров** (см. п. 5.5 «Генератор светофильтров»).
- 7) **Слот для удаления светофильтров**.
- 8) **Лабораторный журнал** (см. п. 5.6 «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).

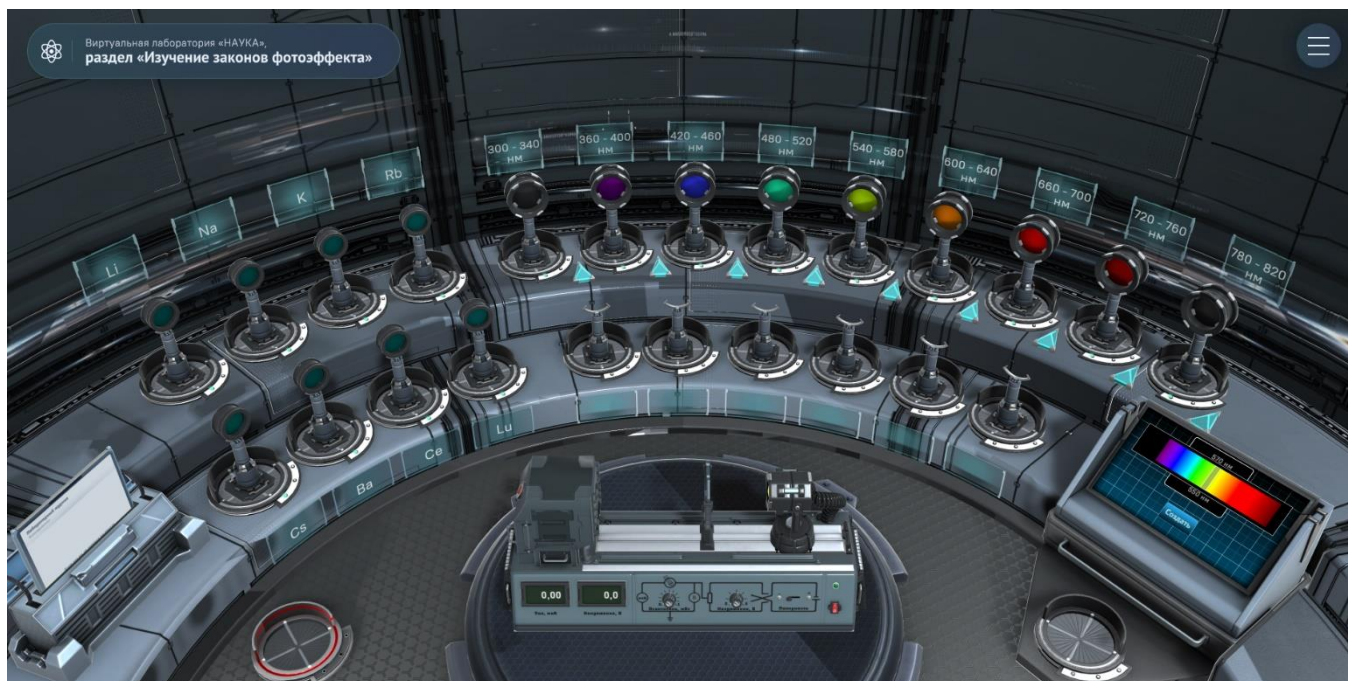


Рисунок 2 – Положение камеры по умолчанию

Чтобы **приблизить/отдалить** камеру, вращайте колесо мыши. При использовании сенсорного экрана коснитесь экрана двумя пальцами, разведите их в стороны или сведите вместе. 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. Камера перемещается не более чем на 10° .

Чтобы **сфокусировать** камеру на установке Столетова, кликните по прибору или вращайте колесо мыши (сводите пальцы при использовании сенсорного экрана) до перехода камеры к фокусу на установке (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Фокусировка камеры на установке Столетова

Чтобы **сфокусировать камеру на генераторе светофильтров**, кликните по прибору или вращайте колесо мыши (сводите пальцы при использовании сенсорного экрана) до перехода камеры к фокусу на приборе (Рисунок 4).

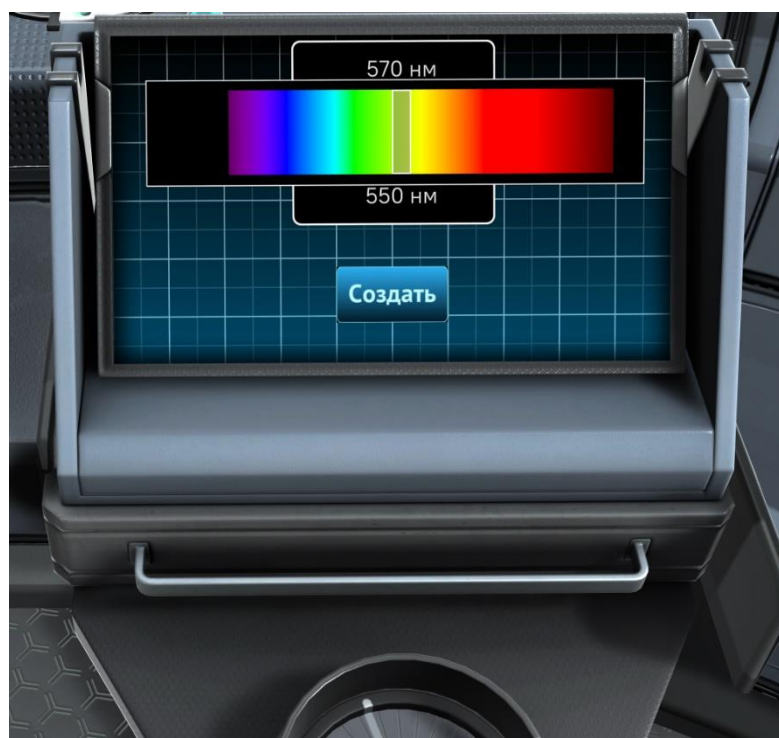







Рисунок 4 – Фокусировка камеры на генераторе светофильтров

Чтобы **вернуть камеру в положение по умолчанию**, вращайте колесо мыши или разводите пальцы в стороны. Также можно вернуть камеру в положение по умолчанию, кликая по установке или галерее-хранилищу (5 на рисунке 1).

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 5):

- 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»).

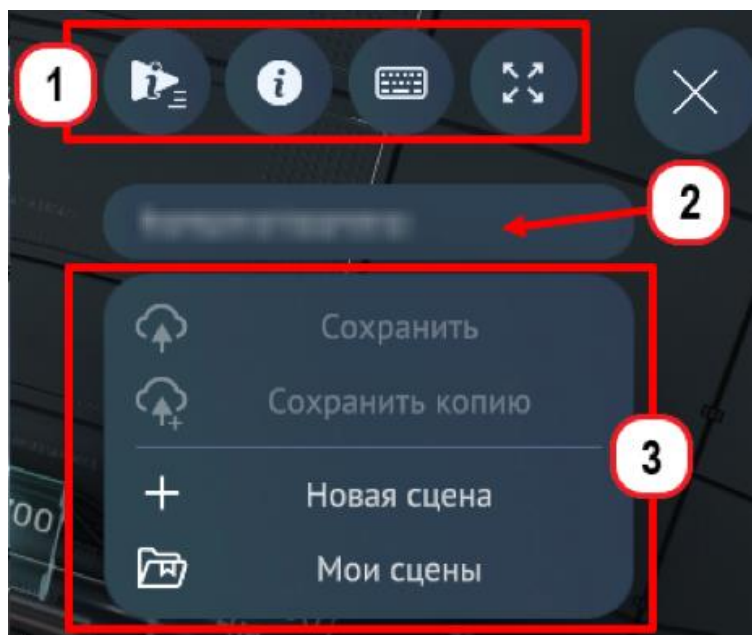




Рисунок 5 – Главное меню

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 5). Откроется меню выбора инструкции (Рисунок 6).

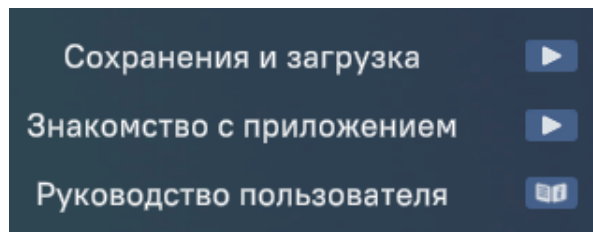



Рисунок 6 – Меню выбора инструкции


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 7).



Рисунок 7 – 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 5). В сцене рядом с объектами появятся точки подсказок, в левой части экрана откроется описание установки (Рисунок 8).



Рисунок 8 – 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 9):

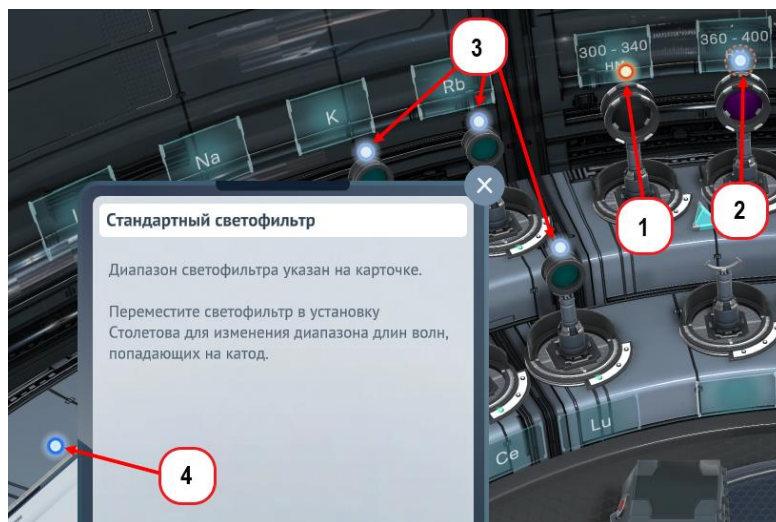








Рисунок 9 – Варианты цвета контура точки

- 1) Точка с оранжевым контуром  — подсказка открыта на экране (как на рисунке 9).
- 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 5). В этом режиме виртуальная клавиатура будет появляться на экране автоматически при вводе в любое текстовое поле (Рисунок 10).

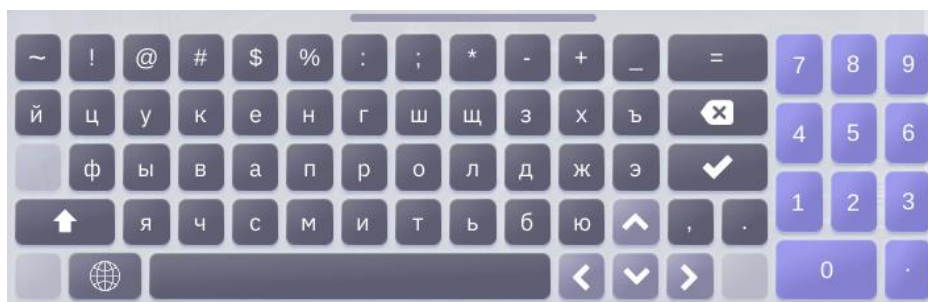






Рисунок 10 – Виртуальная клавиатура

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

Чтобы выйти 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 5). 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. 4.5.4 «Просмотр и загрузка сцен пользователя»).

Чтобы перейти к одному из действий, выберите нужный пункт меню работы со сценами (Рисунок 11).

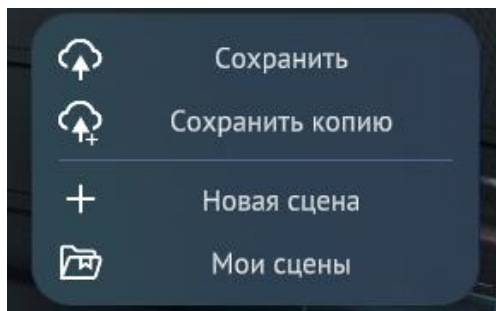



Рисунок 11 – Меню работы со сценами

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 11). 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 12).

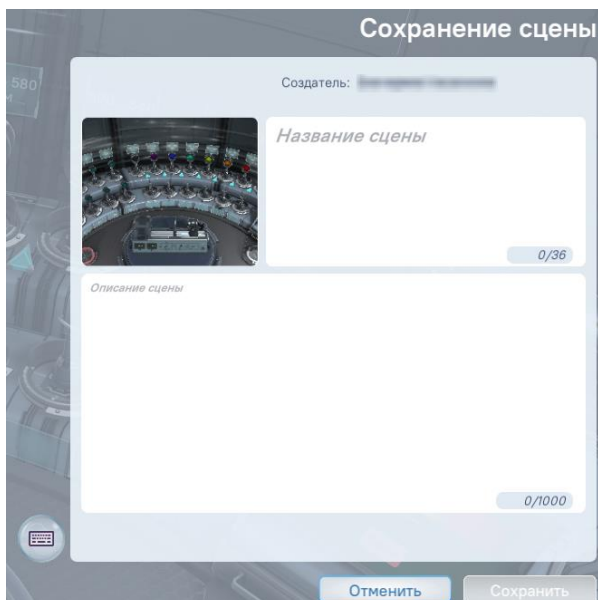







Рисунок 12 – Форма сохранения сцены

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 11). Откроется форма сохранения копии сцены, аналогичная форме сохранения сцены (Рисунок 12).

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 11). Если в сцене есть несохраненные данные, откроется окно с предупреждением о возможной потере данных (Рисунок 13).

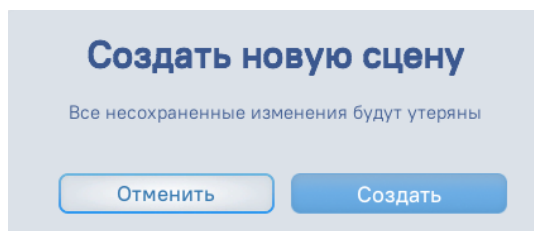


Рисунок 13 – Окно «Создать новую сцену»

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

4.5.4 Просмотр и загрузка сцен пользователя

Чтобы просмотреть список сохраненных вами сцен, выберите пункт «Мои сцены» в меню работы со сценами (Рисунок 11). Откроется страница библиотеки «Мои сцены» (Рисунок 14).

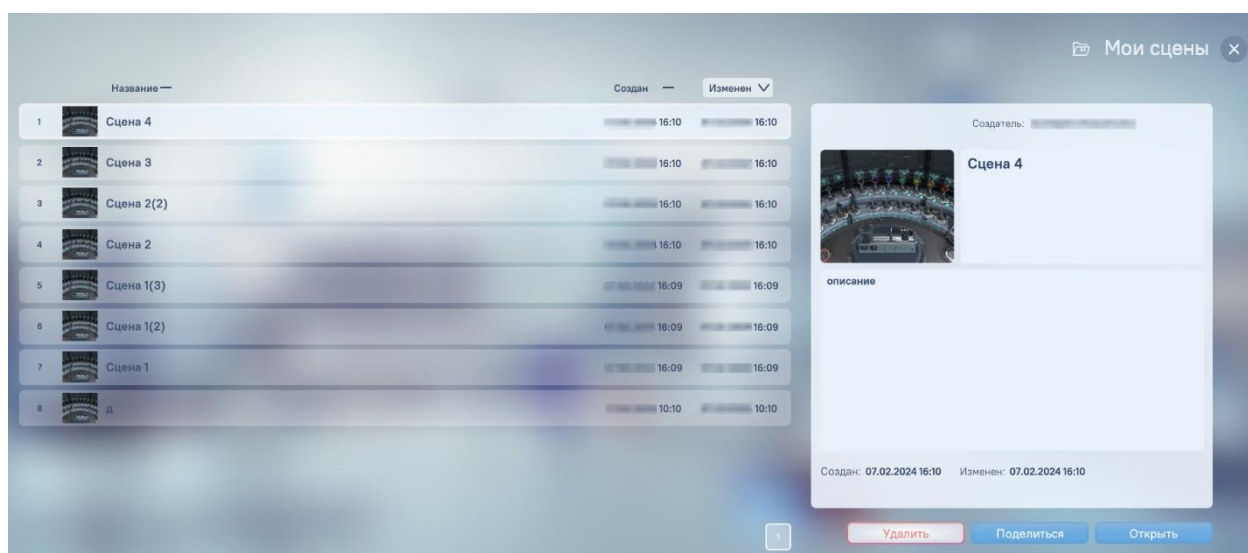



Рисунок 14 – Библиотека «Мои сцены»

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 Установка Столетова

Установка Столетова — прибор для изучения законов фототок эффекта. Для проведения исследования установите катод и светофильтр и настройте регуляторы мощности осветителя, напряжения и полярности прибора. Чтобы наблюдать явления фототок эффекта, сфокусируйте камеру на установке (см. раздел 3 «Управление камерой»).

В процессе исследования можно регулировать параметры установки, использовать фотокатоды из разных материалов и светофильтры с разными длинами волн, создавать собственные светофильтры для изучения (см. п. 5.5 «Генератор светофильтров») и заносить результаты наблюдений в лабораторный журнал (см. п. 5.6 «Лабораторный журнал»).



Рисунок 15 – Внешний вид установки Столетова

Установка Столетова состоит из следующих элементов (Рисунок 15):

- 1) держатель катода;
- 2) держатель светофильтра;
- 3) цифровой амперметр;
- 4) цифровой вольтметр;
- 5) регулятор мощности осветителя;
- 6) регулятор напряжения;
- 7) переключатель полярности.

Чтобы начать исследование, поместите катод (см. п. 5.2 «Галерея катодов») в держатель катода (1 на рисунке 15), а светофильтр — в держатель светофильтра (2 на рисунке 15) на установке Столетова. Для этого зажмите катод или светофильтр левой кнопкой мыши, перетяните указатель мыши на держатель и отпустите (Рисунок 16).



Рисунок 16 – Наблюдение фотоэффекта на установке Столетова

На экране цифрового амперметра (3 на рисунке 15) отображается текущее значение фототока в цепи (в микроамперах).

Чтобы изменить мощность осветителя, наведите указатель мыши на регулятор (5 на рисунке 15) и вращайте колесо мыши или зажмите регулятор левой кнопкой мыши и поверните до нужного значения: по часовой стрелке — для увеличения напряжения, против часовой стрелки — для уменьшения.

- i Диапазон регулировки мощности: 0–1 мВт;
Точность регулировки: 0,1 мВт.

Чтобы изменить напряжение на катоде, наведите указатель мыши на регулятор (6 на рисунке 15) и вращайте колесо мыши или зажмите регулятор напряжения левой кнопкой мыши и поверните до нужного значения: по часовой стрелке — для увеличения напряжения, против часовой стрелки — для уменьшения. Установленное значение отображается на экране цифрового вольтметра (4 на рисунке 15).

- i Диапазон регулировки напряжения: 0–6 В;
Точность регулировки: 0,1 В.

Чтобы изменить направление питания, нажмите кнопку «Полярность» (7 на рисунке 15). В левом положении переключателя фотокатод подключен к «-» источника напряжения, в правом положении — к «+» источника.

5.2 Галерея катодов

Галерея катодов (3 на рисунке 15) содержит 8 катодов из разных материалов (Рисунок 17): цезий (Cs), барий (Ba), церий (Ce), лютеций (Lu), литий (Li), натрий (Na), калий (K), рубидий (Rb). Материал фотокатода отображается на карточке рядом с его держателем.



Рисунок 17 – Катоды

Чтобы переместить фотокатод, нажмите его левой кнопкой мыши, перетащите указатель в нужное место сцены и отпустите. Фотокатод можно разместить только в держателе установки Столетова (1 на рисунке 15) или в держателе галереи фотокатодов. Удалить фотокатод из сцены невозможно.

5.3 Галерея стандартных светофильтров

Галерея стандартных светофильтров содержит 9 светофильтров с фиксированным диапазоном длин волн. Диапазон светофильтра отображается на карточке над ним.

Чтобы переместить светофильтр, нажмите его левой кнопкой мыши, перетащите указатель в нужное место сцены и отпустите. Светофильтр можно разместить в держателе установки Столетова (2 на рисунке 15) и в держателях галереи стандартных светофильтров и галереи-хранилища (см. п. 5.4 «Галерея-хранилище»). Удалить стандартный светофильтр из сцены невозможно.



Рисунок 18 – Галерея стандартных светофильтров

5.4 Галерея-хранилище

Для временного хранения светофильтров используются держатели галереи-хранилища (5 на рисунке 1). Чтобы разместить светофильтр в галерее, нажмите его левой кнопкой мыши, переместите указатель мыши на держатель галереи и отпустите.

В галерее-хранилище можно разместить стандартные и пользовательские светофильтры (см. п. 5.5 «Генератор светофильтров»). Под каждым держателем со светофильтром отображается карточка с диапазоном длин волн светофильтра (Рисунок 19).



Рисунок 19 – Галерея-хранилище

5.5 Генератор светофильтров

Генератор светофильтров (6 на рисунке 1) позволяет создавать светофильтры с выбранным диапазоном длин волн (Рисунок 20).

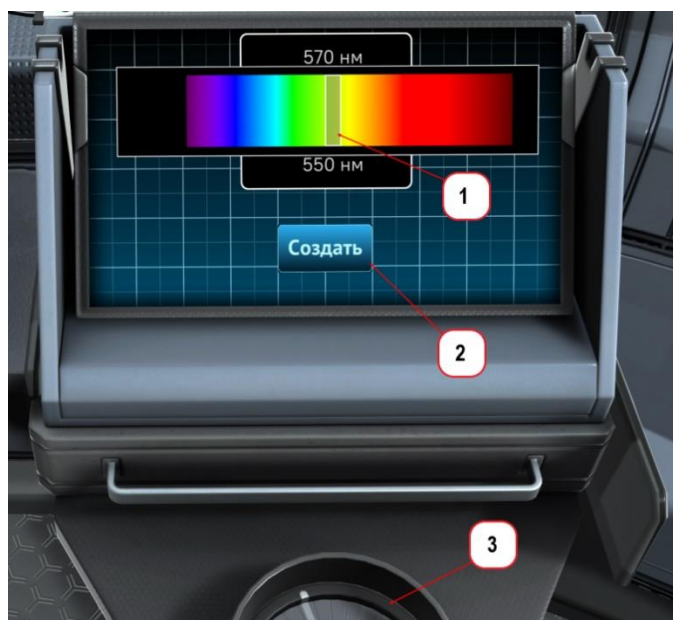


Рисунок 20 – Генератор светофильтров



Рисунок 21 – Готовый светофильтр

Чтобы выбрать диапазон длин волн светофильтра, нажмите ползунок на спектре (1 на рисунке 20), потяните вправо или влево до нужного положения и отпустите. Границы выбранного диапазона отображаются над спектром и под ним. Нажмите кнопку «Создать» (2), чтобы создать светофильтр с выбранным диапазоном. Готовый пользовательский светофильтр появится в слоте

для светофильтров (3). Пользовательские светофильтры можно разместить в галерее-хранилище (см. п. 5.4 «Галерея-хранилище»).

Чтобы удалить светофильтр из сцены, нажмите его левой кнопкой мыши, переместите в слот для удаления (7 на рисунке 1) и отпустите. Удалить можно только пользовательские светофильтры, созданные генератором светофильтров. Стандартные светофильтры удалить из сцены невозможно.



Рисунок 22 – Удаление светофильтра

5.6 Лабораторный журнал

Лабораторный журнал (8 на рисунке 1) используется для записи результатов наблюдения спектра изучаемого вещества. В процессе работы с журналом вы можете:

- открыть журнал (см. п. 5.6.1 «Вызов журнала»);
- просмотреть список исследований и удалить лишние (см. п. 5.6.2 «Просмотр списка исследований»);
- создать новое исследование (см. п. 5.6.3 «Создание нового исследования»).

5.6.1 Вызов журнала



Рисунок 23 – Вызов журнала

Чтобы открыть журнал, нажмите на журнал или его подставку (Рисунок 23).

Журнал откроется в левой части экрана (Рисунок 24). Если в текущей сцене уже были сделаны записи в журнале, то они будут отображаться в открытом журнале. Если записей не было — откроется пустой журнал.

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



Рисунок 24 – Лабораторный журнал в левой части экрана

5.6.2 Просмотр списка исследований

Список исследований представляет собой набор карточек, каждая из которых содержит данные об исследовании: номер, время и дату создания, тип исследования, материал фотокатода, количество записей о результатах исследования (Рисунок 25).

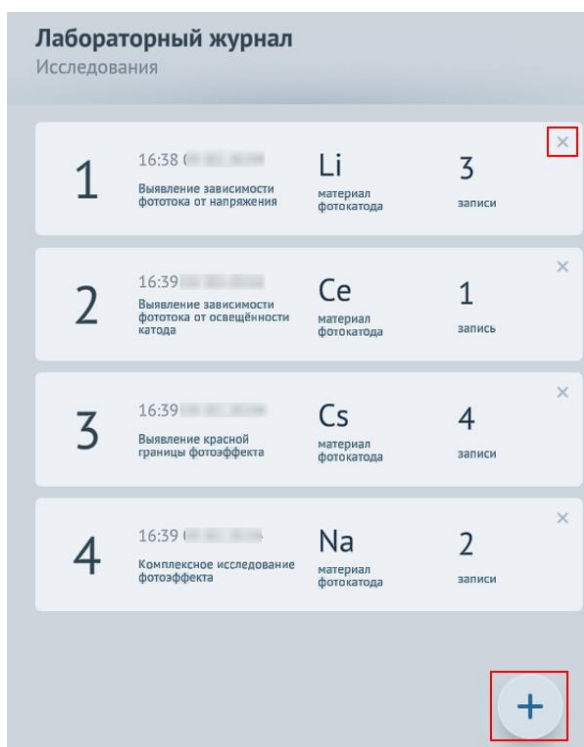




Рисунок 25 – Список исследований


Чтобы открыть карточку исследования, нажмите на нее левой кнопкой мыши.

Чтобы создать новое исследование, нажмите кнопку  в правом нижнем углу журнала (Рисунок 25).

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

Если список исследований не помещается на экран, то справа от списка отображается 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.

5.6.3 Создание нового исследования

Чтобы создать новое исследование, нажмите кнопку  в правом нижнем углу журнала (Рисунок 25). Откроется панель с вариантами исследований (Рисунок 26). Чтобы выбрать тип исследования, нажмите соответствующую кнопку.

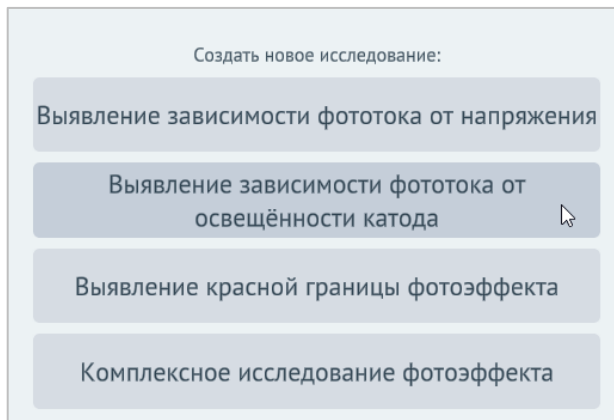


Рисунок 26 – Выбор типа исследования

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

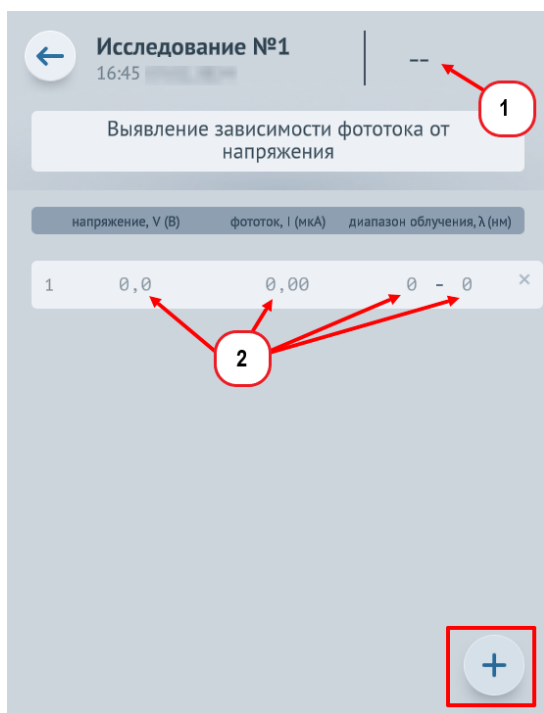


Рисунок 27 – Страница для записей

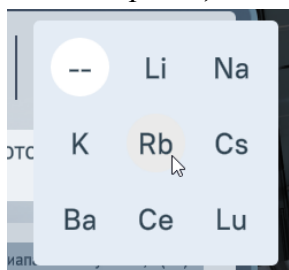





Рисунок 28 – Выбор материала фотокатода

Чтобы добавить строку для записей, нажмите кнопку  в правом нижнем углу страницы (Рисунок 27).

Чтобы выбрать материал фотокатода, нажмите на значок «--» в правом верхнем углу (1 на рисунке 27) — откроется меню выбора материала (Рисунок 28). В меню нажмите на материал, фотокатод из которого используется в исследовании.

Чтобы внести данные, полученные в результате исследования, нажмите на соответствующее поле ввода (2 на рисунке 27) и введите значение с помощью клавиатуры вашего устройства или виртуальной клавиатуры (см. п. 4.3 «Виртуальная клавиатура»).

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.

6 Порядок изучения явлений фотоэффекта

Чтобы начать наблюдать явления фотоэффекта (Рисунок 29), сфокусируйте камеру на приборе (см. раздел 3 «Управление камерой»), разместите фотокатод и светофильтр на установке Столетова и настройте параметры прибора (см. п. 5.1 «Установка Столетова»).



Рисунок 29 – Наблюдение явлений фотоэффекта

Используйте стандартные и пользовательские светофильтры (см. п. 5.5 «Генератор светофильтров»). Результаты наблюдения фиксируйте в лабораторном журнале (см. п. 5.6 «Лабораторный журнал»).