

# **Свет, цвет и альбедо**

## **Отчет о лабораторной работе №3**

Насилков Георгий, Копцев Савелий, Жданов Максим

Группа Б03-501

# Введение: Цель и Задачи

## Цель работы

Определить спектральную зависимость истинного альбедо матовых поверхностей различных цветов в видимом диапазоне (380-780 нм) с использованием компьютерной системы регистрации излучения.

## Основные задачи

- Освоить технику получения спектральных изображений с Raspberry Pi.
- Выполнить спектральную калибровку системы.
- Провести измерения интенсивности света от лампы накаливания, отраженного от поверхностей (белый, красный, желтый, зеленый, синий).
- Обработать данные и рассчитать зависимость альбедо от длины волны.

# Теория: Природа Света

Свет — это электромагнитное излучение. Его ключевая характеристика — длина волны или частота. Солнечный спектр, достигающий Земли, включает волны от 290 нм до 20000 нм.

Непрерывный спектр содержит все частоты, плавно переходящие друг в друга. Его дают раскаленные тела, жидкости, плотные газы и плазма. В оптической области он представлен семью основными цветами.

Видимая часть спектра (380-780 нм) вызывает различные зрительные ощущения в зависимости от длины волны.



Рисунок 1: Электромагнитный спектр

# Восприятие Света и Альбедо

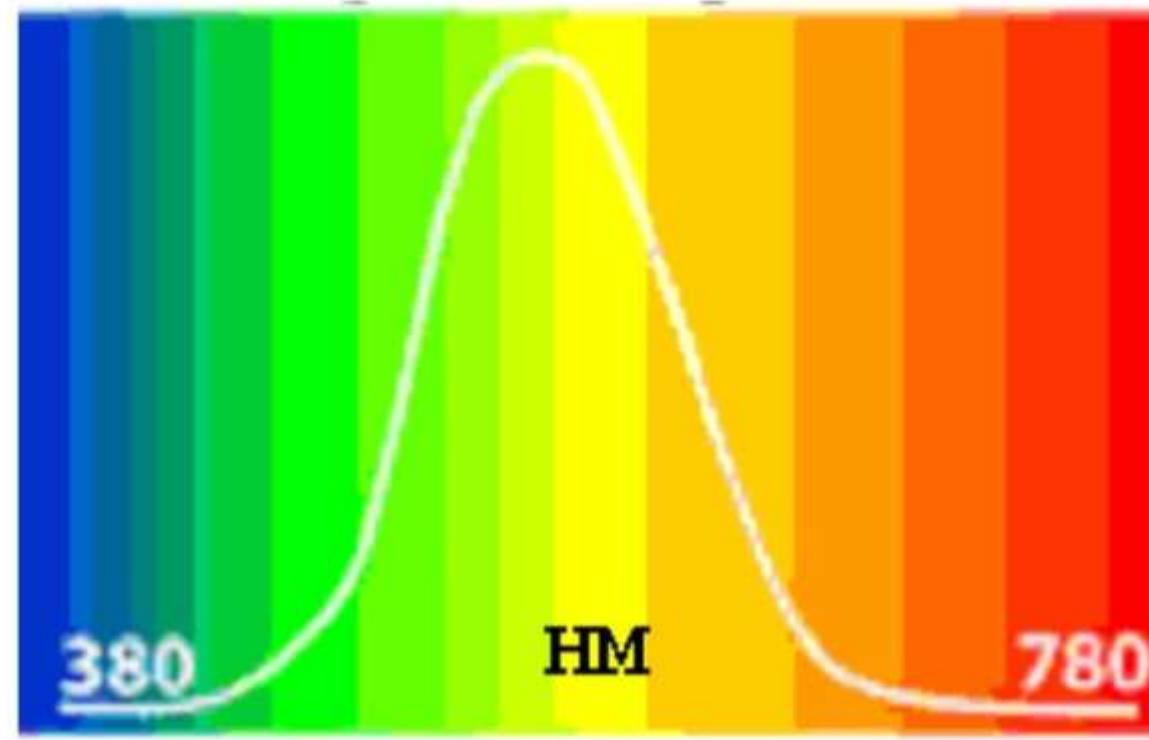


Рисунок 2: Фотометрическая кривая (МКО)

На Рисунке 2 показана кривая спектральной чувствительности человеческого глаза. Самым ярким кажется излучение около 555 нм (желто-зеленая часть).

МКО ввело понятие «стандартного наблюдателя» для усредненного оптического восприятия. Яркость, измеренная по этому эталону, называется фотометрической яркостью.

Альбедо — это доля падающего потока излучения, отраженная от поверхности. Истинное альbedo — отношение света, отраженного матовой поверхностью во всех направлениях, к падающему свету.

# Виды Альбедо и Спектры



## Линейчатые спектры

Нагретые разреженные газы излучают линейчатые спектры, содержащие дискретный набор частот. Например, атомы паров ртути при электрическом разряде.



## Истинное альbedo

Отношение количества света, отраженного по всем направлениям матовой поверхностью, к количеству света, упавшего на нее.



## Зависимость от длины волны

Альбедо изменяется с длиной волны, так как доля отражаемого света зависит от цветовых свойств поверхности.



## Монохроматическое альbedo

Измеряется для разных спектральных диапазонов (оптическое, УФ, ИК) и для отдельных длин волн.

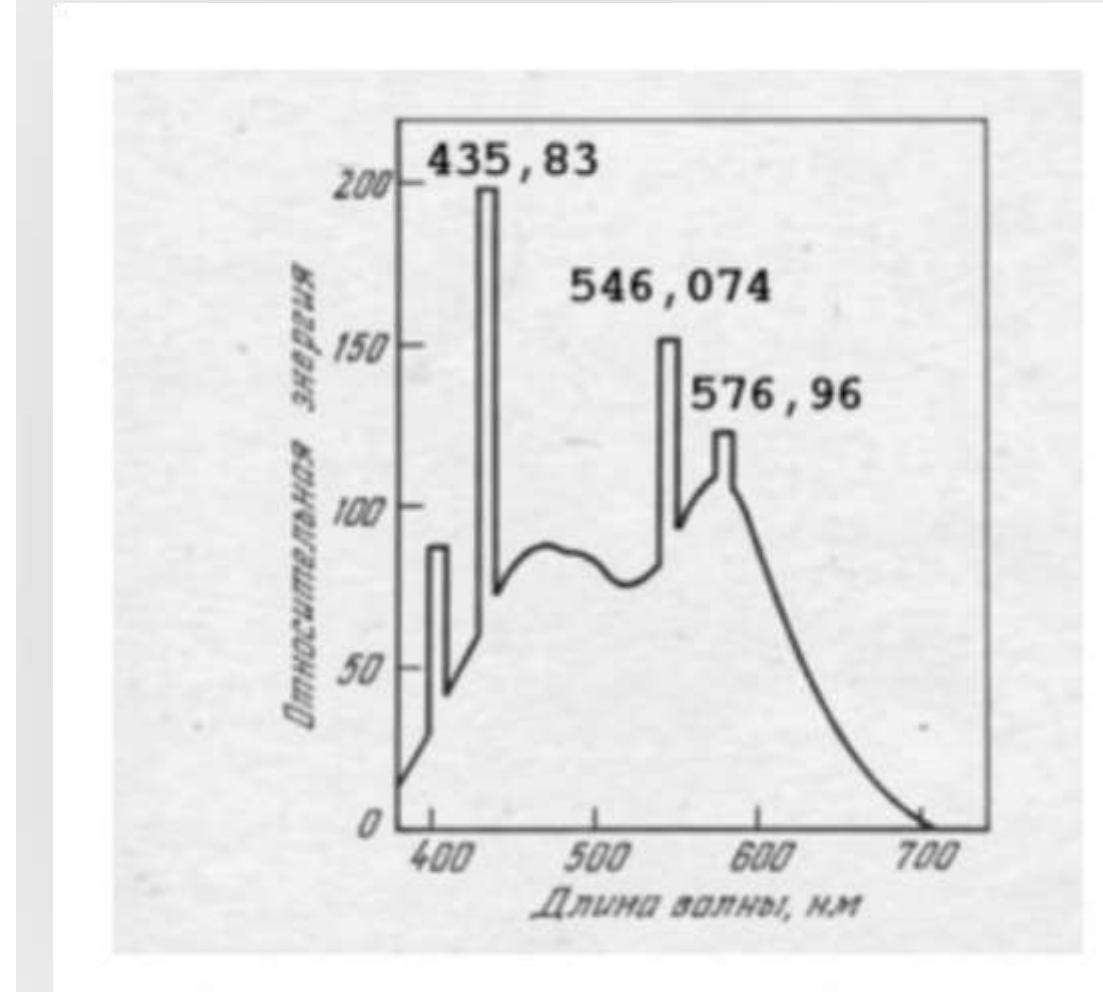


Рисунок 3: Спектральная зависимость люминесцентной лампы дневного света

# Экспериментальная Установка



## Ключевые элементы:

**Источник света:** Лампа накаливания и ртутная лампа для калибровки.

**Исследуемая поверхность:** Матовые образцы бумаги (белый, красный, желтый, зеленый, синий).

**Спектральный элемент:** Дифракционная решетка.

**Система регистрации:** Модуль `_picamera_` на `_Raspberry Pi_`.

**Управляющий компьютер:** Для управления камерой и сохранения данных.

Рисунок 4: Внешний вид экспериментальной установки

# Описание Эксперимента: Калибровка

01

## Регистрация эталонного источника

Включаем ртутную лампу, отражаем её излучение от белого матового листа бумаги и фотографируем спектр с четкими линиями известной длины волны.

02

## Настройка камеры

Тщательно настраиваем яркость и контраст камеры через управляющий скрипт, чтобы избежать пересвета и обеспечить максимальную четкость спектральных компонентов.

03

## Программная обработка

После получения оптимального изображения переходим к программной обработке для установления точной зависимости между номером пикселя и длиной волны.

# Обработка Данных: Методика

## Обрезка и преобразование

Каждая фотография спектра обрезалась до полезной области. Спектральное изображение преобразовывалось в одномерный вектор интенсивностей.

## Сопоставление с эталоном

Полученные пики были сопоставлены с известными эталонными длинами волн ртути.

## Измерение интенсивности

Интенсивность отражения для каждого цветного образца была измерена и откалибрована.

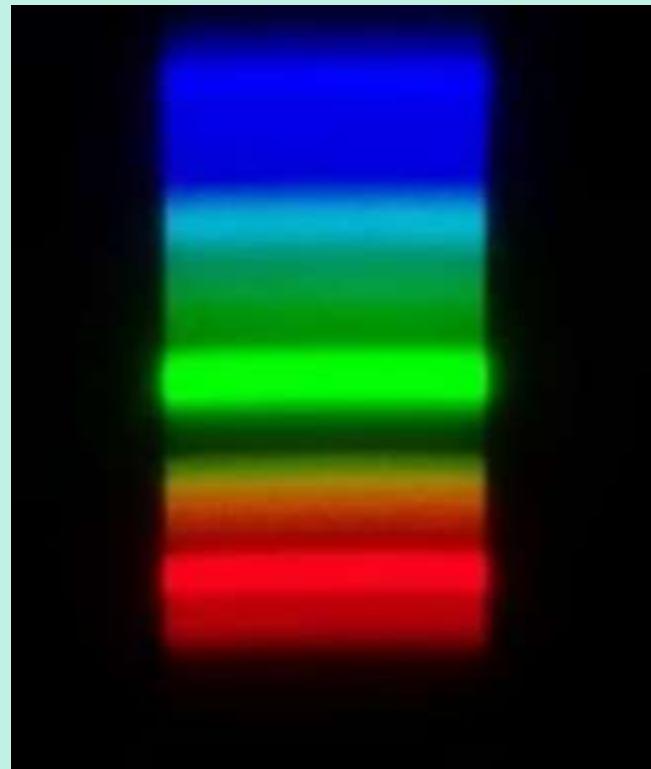
## Идентификация пиков

На спектре ртутной лампы были идентифицированы яркие пики интенсивности.

## Калибровочная зависимость

Получена зависимость  $\lambda = a*n + b$  для перевода из шкалы пикселей в шкалу длин волн.

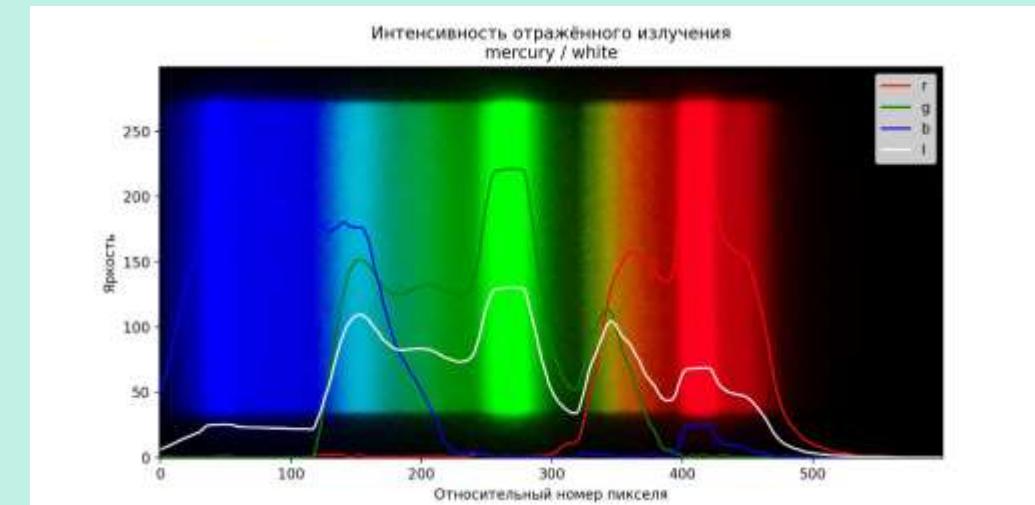
# Результаты Эксперимента:



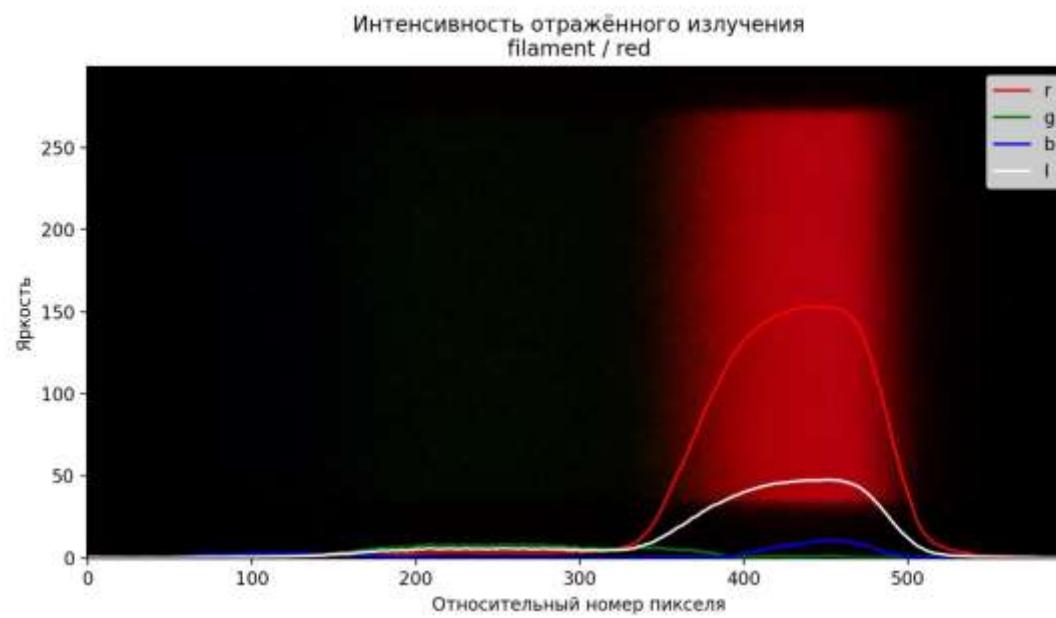
Камера фиксировала изображения, подобные тому что  
представлено на этой фотографии



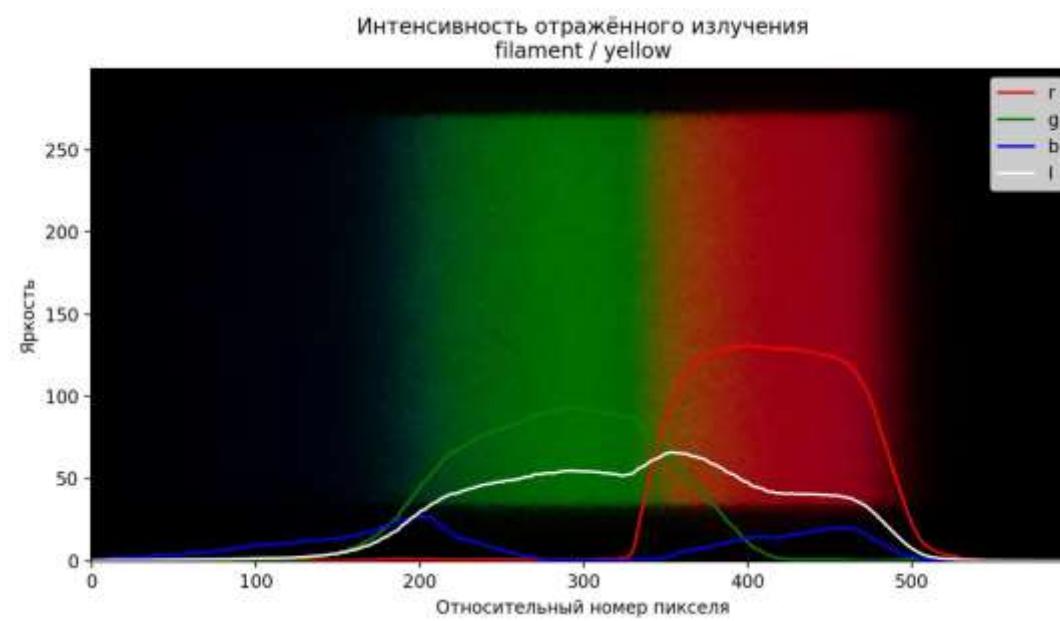
Интенсивность отраженного излучения ртутной лампы  
от белого листа:



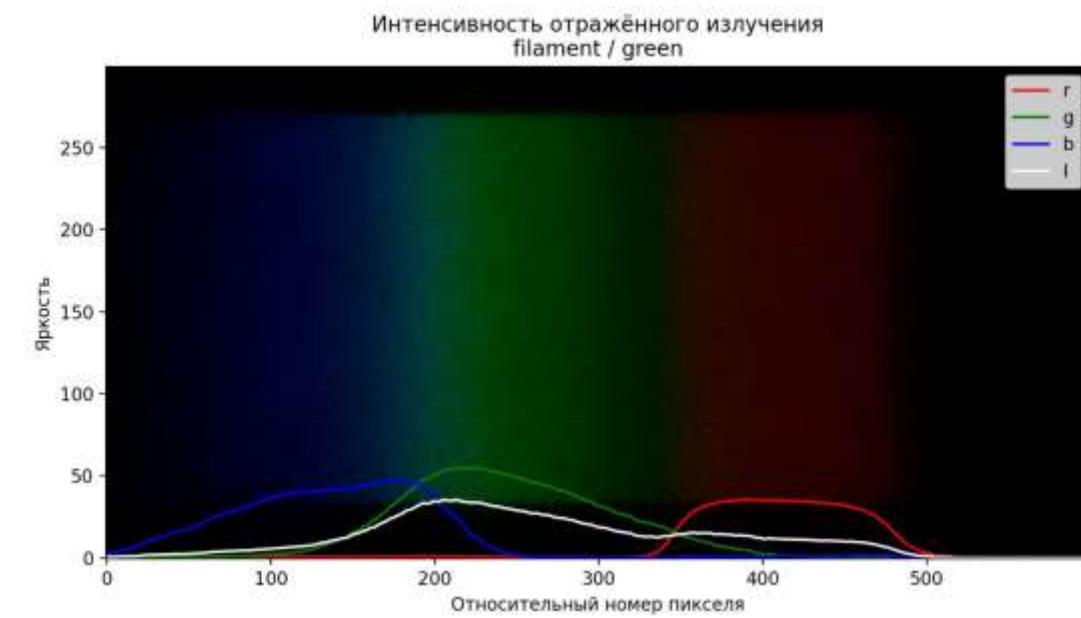
# Результаты Эксперимента:



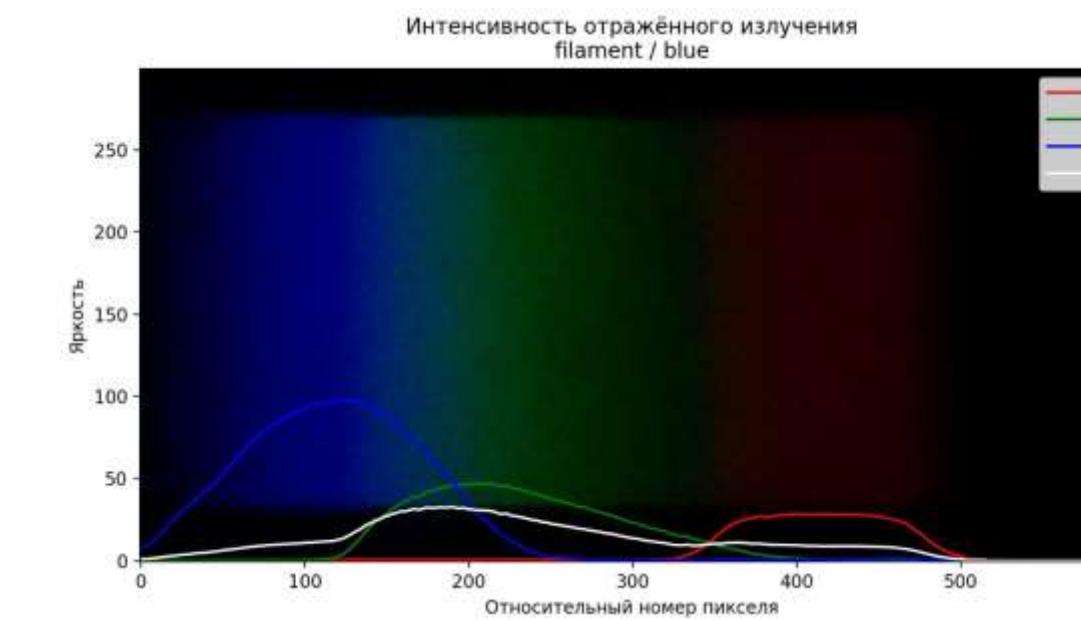
Интенсивность отраженного света (лампы накаливания) от красного листа



Интенсивность отраженного света от желтого листа

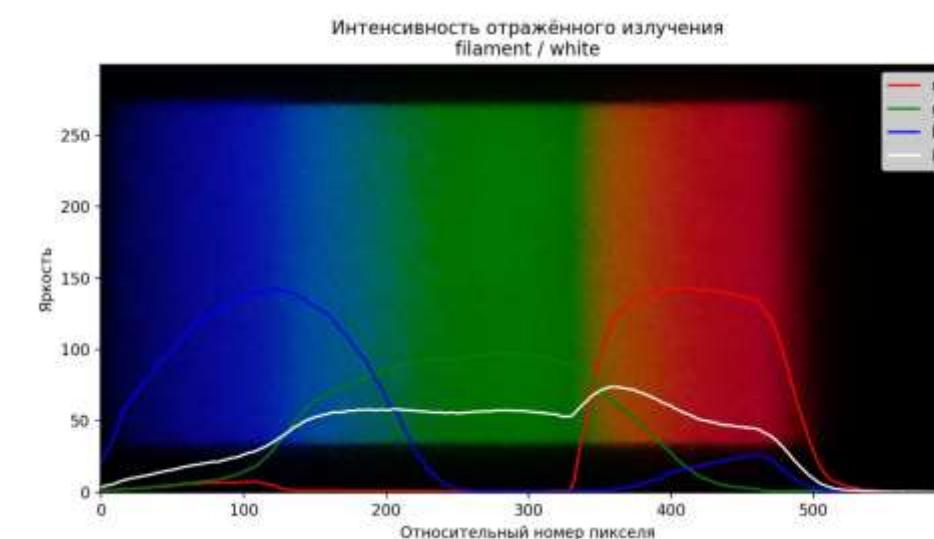


Интенсивность отраженного света от зеленого листа

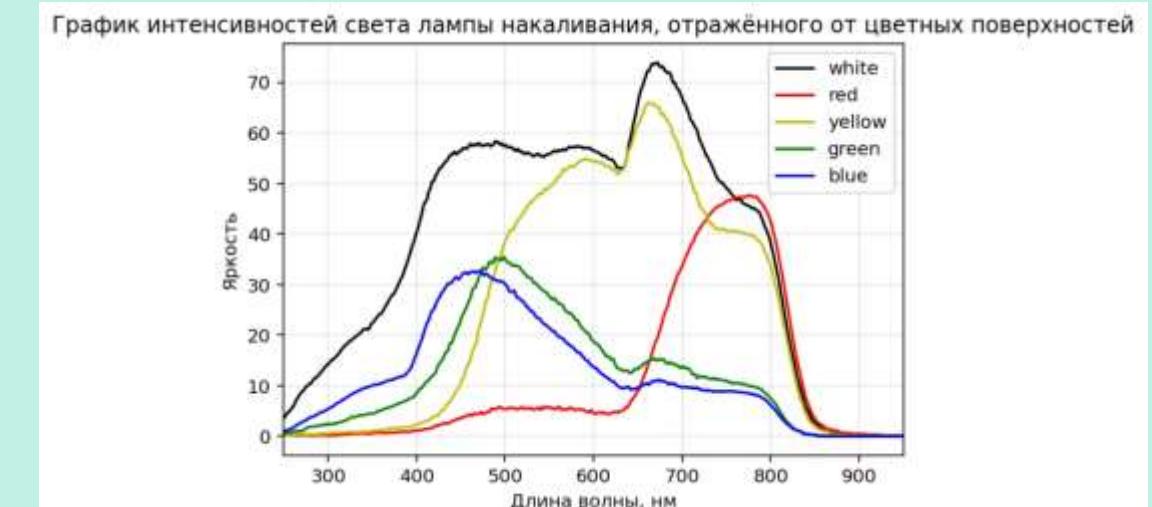


Интенсивность отраженного света от синего листа

# Результаты Эксперимента:



Интенсивность отраженного света (лампы накаливания) от белого листа



Интенсивности света лампы накаливания, отраженного от цветных поверхностей (после колибровки)

# Результаты Эксперимента: График Альбедо

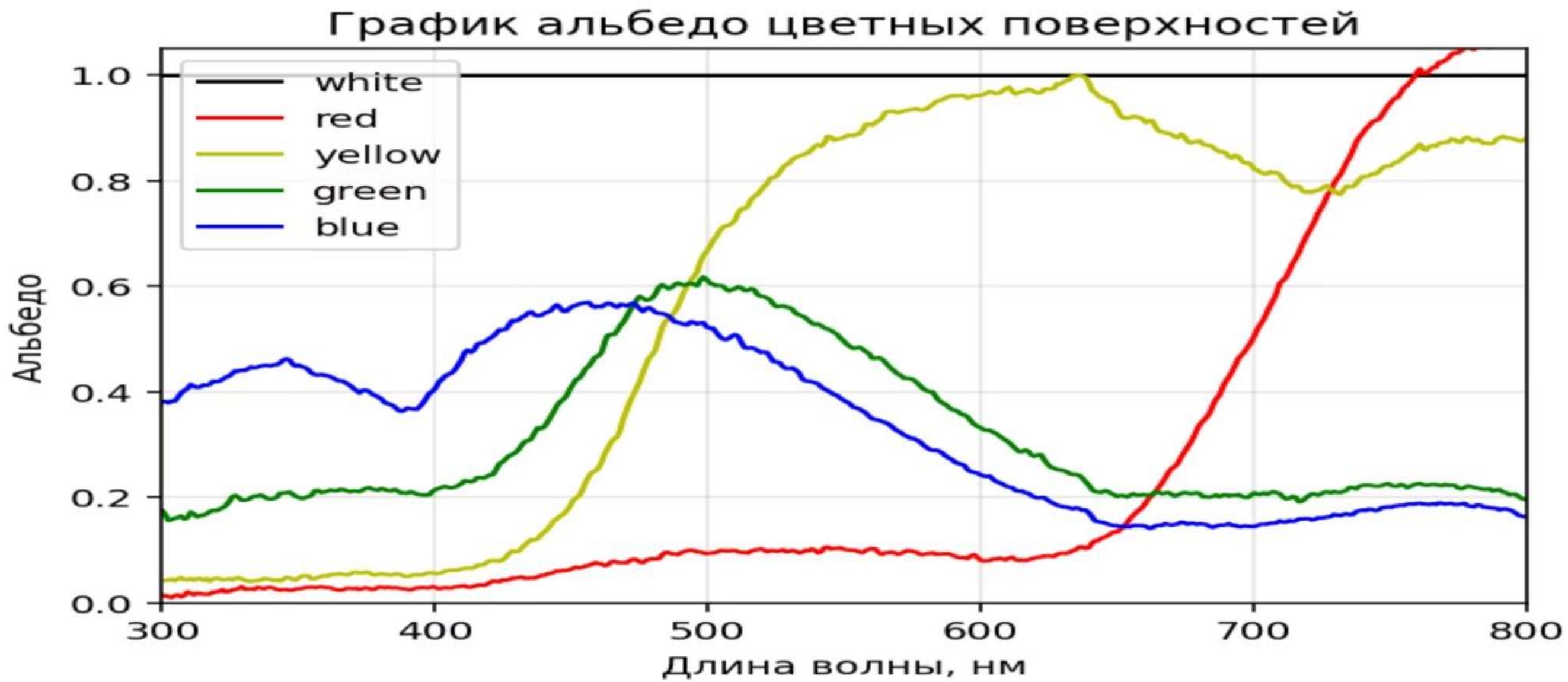


График альбедо цветных поверхностей

# Вывод: Зависимость Альбедо



## Изучено спектральное альбедо

Успешно изучена зависимость истинного спектрального альбедо матовых поверхностей от их цвета в видимой области спектра.



## Пики альбедо

Спектральное альбедо цветной поверхности достигает максимальных значений в узком диапазоне длин волн, соответствующем ее визуальному цвету.



## Соответствие физике

Полученные зависимости (например, для зеленого образца пик альбедо в области 510–520 нм) соответствуют физическим представлениям о природе цвета.