

Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)

Лабораторная работа №3
«Свет, цвет и альбедо»

Выполнили:
Макаренко Николай
Тихомиров Андрей
Янаков Филипп
Б03-202

1 Введение

1.1 Цели

При помощи компьютера, КМОП-матрицы, объектива и дифракционной решётки изучить зависимость альбедо отражающей поверхности от её цвета в видимой области спектра.

1.2 Задачи

- ознакомиться с установкой, поняв принцип ее работы
- получить изображения на Raspberry Pi при помощи модуля picamera для различных ламп и листов бумаги
- откалибровать матрицу
- преобразовать фотографию спектра ртутной лампы в вектор интенсивностей
- сопоставить номер столбца и длину волны через пики интенсивности ртутной лампы
- получить калибровочную зависимость длины волны от относительного номера пикселя
- построить общий график интенсивностей света лампы накаливания, отражённого от цветных поверхностей
- построить общий график альбедо цветных поверхностей
- сделать выводы о проделанной работе

2 Теория

2.1 Термины и определения

Свет – это электромагнитное излучение, которое образуется при термоядерной реакции на Солнце, а также излучается другими природными или искусственными источниками.

Электромагнитный непрерывный (сплошной) спектр содержит последовательность всех частот (или длин волн) электромагнитных излучений, плавно переходящих друг в друга. Источники непрерывного спектра: раскаленные твердые тела, светящиеся жидкости, плотные газы, а также высокотемпературная плазма.



Рис. 1: Экспериментальная установка. Общий вид

Видимая часть спектра - это диапазон $380 \text{ нм} \div 780 \text{ нм}$. Действуя на светочувствительные рецепторы глаза, в зависимости от длины волны он вызывает неодинаковые зрительные ощущения.

Самым ярким представляется излучение с длиной волны около 555 нм, расположенное в желто-зеленой части спектра.

Эталон МКО – дает значения относительной световой эффективности излучения с длинами волн в диапазоне от 380 нм до 780 нм через 1 нм.

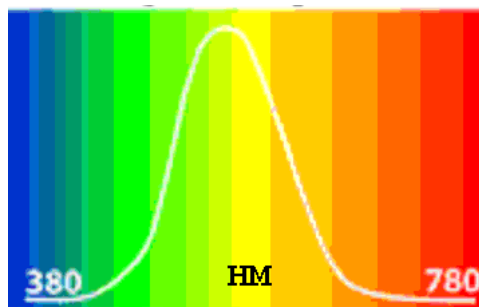


Рис. 2: Фотометрическая кривая (МКО)

Истинное альбедо (совпадающее с коэффициентом диффузного отражения) – это: «отношение количества света, отраженного по всем направлениям матовой поверхностью к количеству света, упавшего на нее» по определению Ламберта.

Если поверхность освещается и наблюдается вертикально, то такое истинное альбедо называют нормальным.

2.2 Физическая система

Представляет из себя падающий свет на листы бумаги. Свет в последствии отражается и попадает в дифракционную решетку.

2.3 Экспериментальная установка

В экспериментальной установке используются: объектив, который фокусирует свет, отраженный от исследуемой поверхности, регулируемая щель, дифракционная решетка, обеспечивающая разложение на спектральные составляющие, и камера со светочувствительной матрицей, подключенная к компьютеру.



Рис. 3: Экспериментальная установка. Общий вид



Рис. 4: Экспериментальная установка. Камера формирования исследуемого излучения



Рис. 5: Камера со светочувствительной матрицей для регистрации излучения

3 Программа и методика измерений

3.1 Методика получения изображения

Фотографии различных спектров получаются при помощи модуля picamera Raspberry Pi.

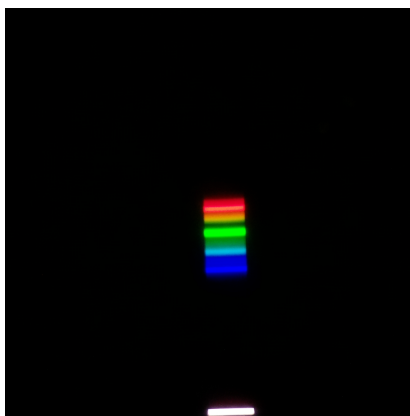


Рис. 6: Спектр ртутной лампы, отражённый от белого листа бумаги

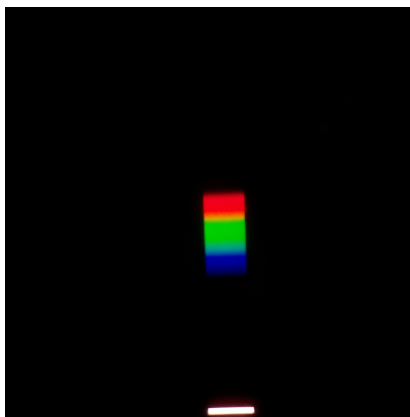


Рис. 7: Спектр лампы накаливания, отражённой от белого листа бумаги

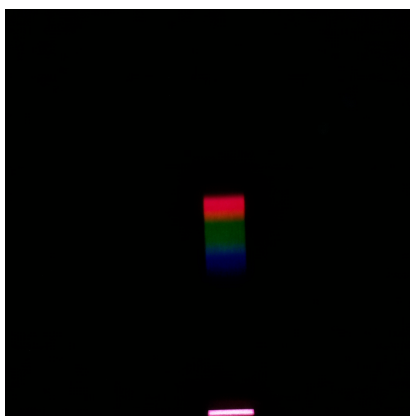


Рис. 8: Спектр лампы накаливания, отражённый от красного листа бумаги

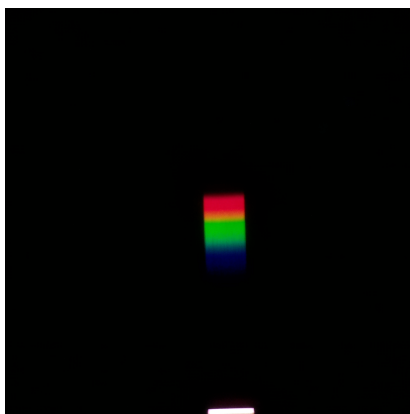


Рис. 9: Спектр лампы накаливания, отражённый от жёлтого листа бумаги

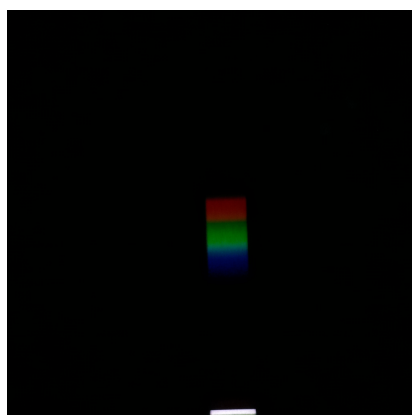


Рис. 10: Спектр лампы накаливания, отражённый от зелёного листа бумаги

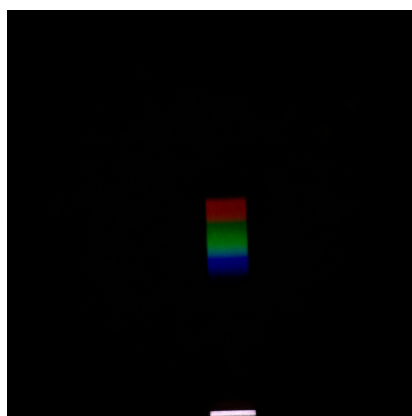


Рис. 11: Спектр лампы накаливания, отражённый от синего листа бумаги

3.2 Программа эксперимента

- получим фотографию спектра ртутной лампы, отраженного от белого листа бумаги
- получим фотографии спектров лампы накаливания, отраженных от листов бумаги разных цветов
- сохраним данные на git hub

4 Обработка данных

4.1 Методика обработки изображения

- с помощью imageio преобразовали изображение в трехмерный массив, где третье измерение это цвет через RGB
- обрезка изображения

4.2 Методика обработки данных

- используя библиотеки NumPy и Matplotlib, построим графики зависимости интенсивности света от относительного номера пикселя
- с помощью калибровки преобразуем этот график в график зависимости интенсивности света от длины волны
- приняв альбедо белого листа бумаги за 1, построим график зависимости альбедо от длины волны

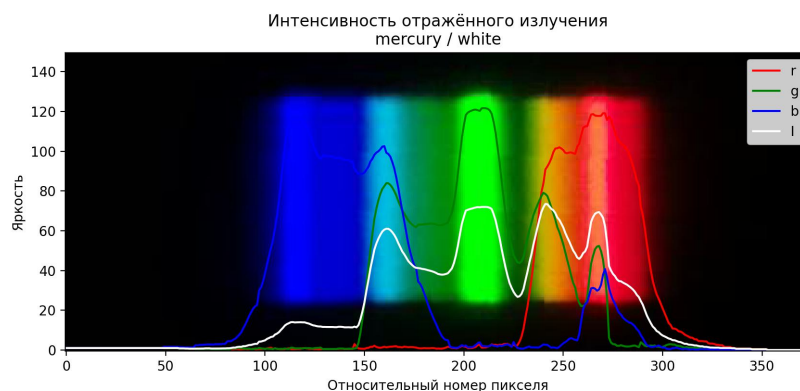
5 Код программы

5.1 Скрипты получения и обработки изображений и функции

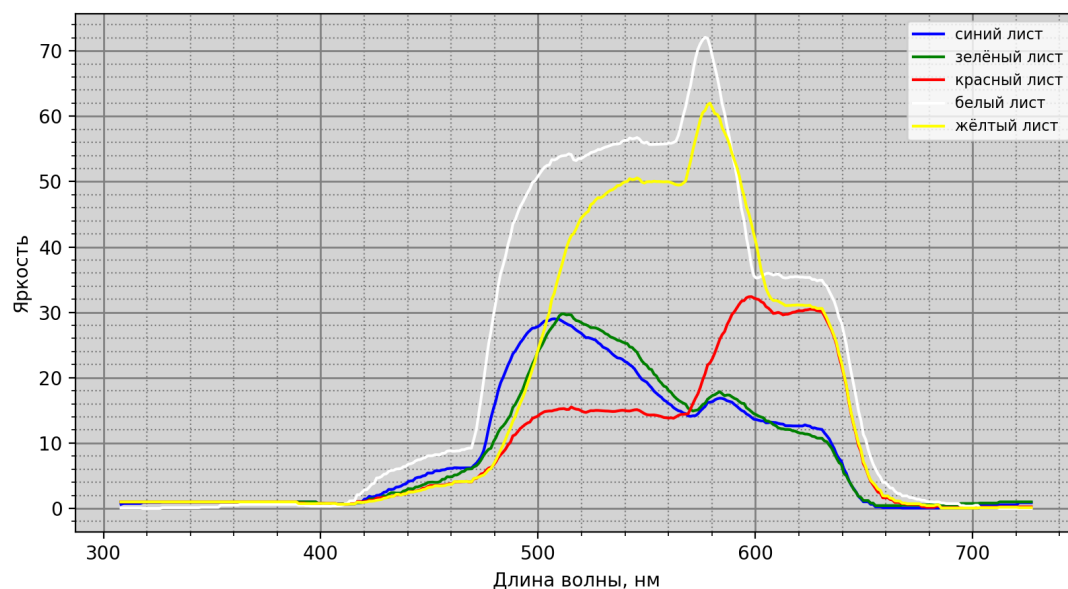
<https://github.com/yakov7podkova/get-labs>

6 Эксперимент

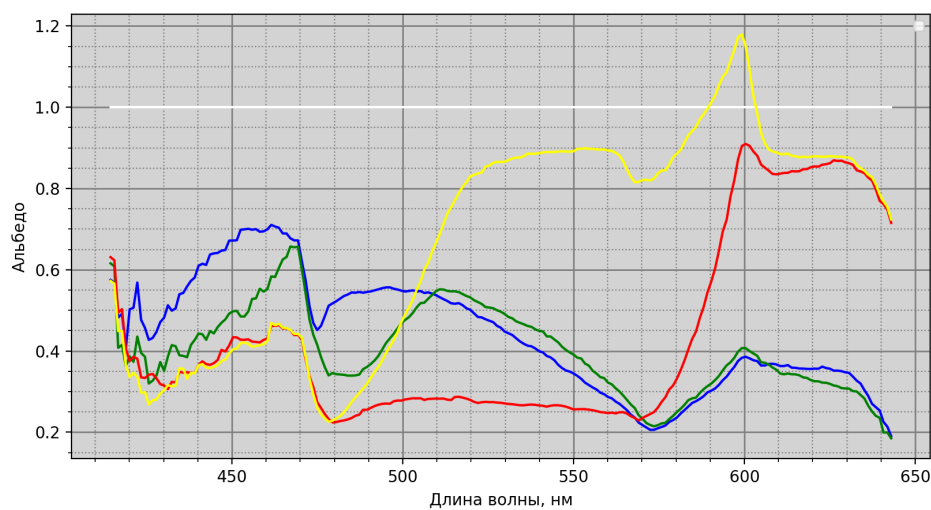
6.1 Калибровка



6.2 Графики интенсивностей



6.3 График альбедо



7 Результаты

Наибольшую интенсивность отраженного света имеет белый цвет, на втором месте желтый.

8 Итоги лабораторной работы

В результате лабораторной работы мы изучили зависимость альбедо отражающей поверхности от её цвета в видимой области спектра. Научились работать с модулем `рисатема`, написали скрипты для работы с матрицей и полученными изображениями.