



shaped light stimuli and demonstrate effective brightness. The laboratory installation is a stroboscope in which the Raspberry Pi 3 single-board computer is involved. The article describes the principle of the strobe operation, its structural chart of the strobe and its management program listing.

References:

1. Luizov A.V. *Eye and light*. - L.: Energoatomizdat. Leningrad Branch, 1983. 144 pages
2. Lutz M. *We study Python, 4th edition*. - Trans. with English. - St. Petersburg: Symbol-Plus, 2011. 1280 pages
3. Kravkov S.V. *Eye and eye work*. - M. - L.: Publishing house of the USSR, 1950.
4. Goldovsky E.M. *Physical fundamentals of film technology*. Moscow: Goskinoizdat. 1939.
5. Prytkov S.V. *Development of an additive color reproduction setup // XLV Ogaryov Readings. Materials of the scientific conference. In 3 parts*. - Saransk: publishing house of the Mordovian University, 2017. - p. 405 - 409.

Статья отправлена: 02.11.2017 г.

© Прытков С.В.

ЦИТ: ua317-031 DOI: 10.21893/2415-7538.2017-07-1-031

УДК 681.784:86:388

**ПРИМЕНЕНИЕ КОЛОРИМЕТРА «САТУРН» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЕТОТЕХНИКИ
APPLICATION OF COLORIMETER «SATURN» IN EDUCATIONAL
ACTIVITY OF THE ELECTRONICS AND LIGHTING EQUIPMENT
INSTITUTE**

**к.т.н., доц. Прытков С.В. / c.t.s., as.prof Prytkov S. V.
студент Русяйкин В.С. / student Rusyaikin V.S.
студент Кубасов Ю.В. / student Kubasov Y.V.**

МГУ им. Н. П. Огарева, Саранск, ул. Большевикская, д. 68, 430005
National Research Mordovia State University, Saransk, Bolshevistskaya Str. 68, 430005

Аннотация. В данной работе рассматривается устройство колориметра разработанного сотрудниками и студентами института электроники и светотехники. Приводится структурная схема колориметра. Описываются лабораторные работы, в которых задействован колориметр.

Ключевые слова: диффузный излучатель, RGB — светодиоды, светодиоды белого свечения, аддитивное воспроизведение цвета, метамеризм, коррелирования цветовая температура, цветопередача.

Современное состояние светотехники, электроники и компьютерных технологий открывает широчайшие возможности для создания комфортной цветоцветовой среды, адаптирующейся под вкусы и потребности людей. Но воспользоваться этими возможностями в полном объеме смогут только эрудиты от техники, способные к самостоятельному обучению. Это влечет за собой высокие требования к уровню подготовки инженеров светотехников.

Качественное образование трудно себе представить без хорошей учебно-методической литературы и сопутствующей материально-технической базы. Для решения данной проблемы сотрудниками кафедры светотехники института электроники и светотехники был задуман эксперимент по привлечению студентов к разработке учебных лабораторных стендов.



В данной статье описывается одна из таких разработок — колориметр «Сатурн», а также приводится краткое содержание трёх лабораторных работ, в которых он используется.

На рисунке 1 приведена структурная схема колориметра.

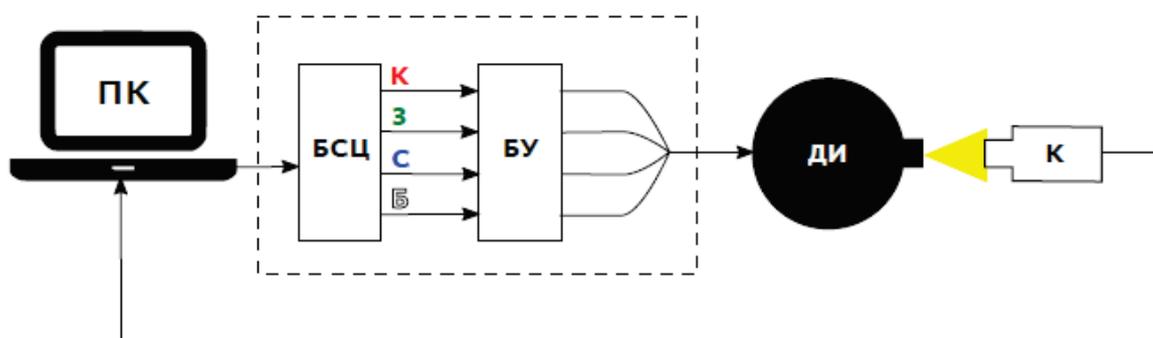


Рис. 1. Структурная схема колориметра Сатурн:

ПК – персональный компьютер, БСЦ – блок смешения цветов, БУ – блок усиления, ДИ – диффузный излучатель, К – колориметр

Колориметр состоит из:

1. Персонального компьютера, с программным обеспечением (ПО) для колориметрических расчетов и управления установкой;

2. Блока смешения цветов (БСЦ). Блок реализован на плате Arduino Nano. Изменение координат цвета реализовано с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ);

3. Блока усиления (БУ) предназначенного для сопряжения платы Arduino с линейкой светодиодов. Дело в том что, максимальное выходное напряжение платы Arduino Nano 5 В, а светодиодные линейки работают от напряжении питания 12 В. БУ усиливает сигнал, поступаемый с ШИМ выходов Arduino Nano;

4. Диффузного излучателя (ДИ), предназначенного для формирования однородного излучения. ДИ представляет собой интегрирующую сферу с диффузно-отражающим покрытием. Внутри интегрирующей сферы находятся две RGB линейки и две линейки с белыми светодиодами. Причем, источники излучения смонтированы таким образом, чтобы прямое излучение от них не попадало на выходное отверстие;

5. Спектрорадиометра, предназначенного для контроля выходных параметров (R_a , $T_{цв}$, координаты цветности x, y).

Принцип действия, устройство БСЦ и электрическая схема БУ приведены в [1] и [2]. Программное обеспечение для калибровки и управления работой колориметра использует библиотеку подпрограмм для колориметрических расчётов, разработанную сотрудниками и студентами института электроники и светотехники [3].

Калибровка колориметра осуществляется с помощью спектрорадиометра Spectros 1211, но для этого подойдёт любой спектрорадиометр, который измеряет спектр в абсолютных значениях спектральной плотности энергетической величины. С помощью калибровки устанавливается связь



основных цветов колориметра «Сатурн» с основными цветами международной системы XYZ.

Колориметр «Сатурн» используется как в научно-исследовательской, так и в образовательной деятельности института. Что касается последней, то прибор задействован в лабораторных работах по курсам «Основы физиологической оптики и колориметрии», «Основы светотехники и колориметрии», «Основы колориметрии».

В ходе выполнения лабораторной работы «Аддитивное воспроизведение цвета» студенты изучают принципы построения колориметрических систем, знакомятся с существующими международными колориметрическими системами, учатся переходить из одной колориметрической системы к другой, воспроизводить цвет с заданными координатами цвета, воспроизводить цвет черного тела при заданной цветовой температуре. Кроме того, работая с колориметрической установкой «Сатурн», студенты могут наглядно увидеть, как изменяется цвет при изменении его координат цвета.

Следующая лабораторная работа, которая также выполняется на колориметре «Сатурн», называется «Изучение метамеризма и цветопередающих свойств самосветящихся цветовых стимулов». В ходе ее выполнения студенты наблюдают такое явление как метамеризм, когда разные спектры приводят к одинаковому цвету, учатся воспроизводить белый цвет разными способами, измерять спектральное распределение энергетической яркости диффузного излучателя, коррелированную цветовую температуру, координаты цвета X, Y, Z и общий индекс цветопередачи Ra.

Третья лабораторная работа, выполняемая с помощью данного колориметра называется «Определение цветового охвата системы самосветящихся стимулов». Известно, что система трёх линейно независимых реальных цветов может воспроизвести только определенное подмножество пространства реальных цветов. Это подмножество называется цветовым охватом системы. В ходе выполнения данной лабораторной работы студенты учатся рассчитывать координаты цвета, компоненты цвета, определять яркость основных цветов, а также определять и воспроизводить стимулы, которые входят в цветовой охват установки «Сатурн» и определять стимулы, которые уже колориметр воспроизвести не может.

Колориметр «Сатурн» является удобным инструментом для проведения колориметрических экспериментов, проверки расчетных данных и уже нашёл себе применение в виде лабораторной установки для проведения лабораторных занятий по дисциплинам «Основы физиологической оптики и колориметрии», «Основы колориметрии», «Основы светотехники и колориметрии».

Все лабораторные работы направлены на эффективную реализацию процесса обучения. Её основными задачами являются ознакомление студентов с типовыми методиками выполнения измерений энергетических и световых характеристик, ознакомление с международными колориметрическими системами, методами расчета количественных и качественных характеристик излучения в данных системах, ознакомление со способами воспроизведения излучения с заданными цветовыми параметрами.



Литература:

1. Прытков С.В. Четырёхканальная установка аддитивного воспроизведения цвета/ С.В. Прытков, К.А. Смолин, Р.Н. Вергасов // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: материалы XII Всеросс. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Саранск, 15-16 марта 2017 г.) в рамках IV Всеросс. светотехн. форума / редкол.: О.Е. Железникова (отв. ред.) [и др.]; МГУ им. Н.П. Огарёва. - Саранск: Издатель Афанасьев В.С., 2017. - с. 499 — 504.

2. Прытков С.В. Разработка установки аддитивного воспроизведения цвета /С.В. Прытков, В.С. Русайкин, К.А. Смолин // XLV Огарёвские чтения. Материалы научной конференции. В 3-х частях.— Саранск: изд-во морд. ун-та, 2017. – с. 405 — 409.

3. Прытков С.В. Разработка и применение библиотеки подпрограмм для колориметрических расчётов /С.В. Прытков, В.С. Русайкин, К.А. Смолин // XLV Огарёвские чтения. Материалы научной конференции. В 3-х частях.— Саранск: изд-во морд. ун-та, 2017. – с. 389 - 394.

Abstract

In this paper, the device of the colorimeter developed by the staff and students of the Institute of Electronics and Lighting is considered. The structural diagram of the colorimeter is given. Describe the laboratory work in which the colorimeter is involved.

Key words: diffuse radiator, RGB - LEDs, white light emitting diodes, additive color reproduction, metamerism, correlated color temperature, color rendering.

References:

1. Prytkov S.V., Smolin K.A., Vergasov R.N. (2017). Chetyrokhkanal'naya ustanovka additivnogo vosproizvedeniya tsveta [Four-channel installation of additive color reproduction] in *materialy XII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem v ramkakh IV Vserossiyskogo svetotekhnicheskogo foruma* [materials XII All-Russian scientific and technical conference with international participation in the IV All-Russian lighting forum], pp. 499-504

2. Prytkov S.V., Rusyaikin V.S., Smolin K.A., (2017). Razrabotka ustanovki additivnogo vosproizvedeniya tsveta [Development of the installation of additive color reproduction] in *XLV Ogarovskiye chteniya* [XLV Ogarev's readings], pp. 405-409

3. Prytkov S.V., Rusyaikin V.S., Smolin K.A., (2017). Razrabotka i primeneniye biblioteki podprogramm dlya kolorimetricheskikh raschotov [The development and application of library routines for colorimetric calculations] in *XLV Ogarovskiye chteniya* [XLV Ogarev's readings], pp. 389-394

Статья отправлена: 06.11.2017 г.

© Прытков С.В.

ЦИТ: ua317-087 DOI: 10.21893/2415-7538.2017-07-1-087

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ
DEVELOP A METHOD FOR EVALUATING THE
EFFECTIVENESS OF AUTOMATED LIGHTING CONTROL
SYSTEMS**

Мышонков А.Б., Шандиков А.М. / Myshonkov A.B., Shandikov A.M.

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарева

Аннотация. *Статья посвящена изучению рынка существующих*