

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК \_\_\_\_\_

Здоровиков  
Игорь Юрьевич

Динамическая система искусственного дневного освещения  
на основе светодиодов

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискателя степени магистра технических наук  
по специальности 1-41 80 01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные  
компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах»

---

Научный руководитель  
Степанов Андрей Анатольевич  
кандидат технических наук

---

Минск 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Светодиоды излучают не только уникальный по своим характеристикам свет, но и завидный оптимизм по поводу своего места на рынке светотехники. По-английски светодиод называется lightemittingdiode, или LED.

Особенно активно экспансия LED разворачивается в области интерьерного оформления и светодизайна.

Интерес к светодиодам растет быстрее, чем территория их применения в светотехнике. Производители и потребители, продавцы и покупатели — все как будто замерли на старте, боясь отстать от других. И только дизайнеры уже вовсю пользуются уникальными возможностями светодиодов. Давно прошло то время, когда светодиоды были интересны одним лишь ученым. Теперь светодиодная тема у всех на слуху. Говорят, за ними будущее!

Олег Лосев, создатель одного из первых светодиодов в середине 1920-гг. Хотя люминесценцию в карбиде кремния впервые наблюдал Раунд в 1907 г., Олег Владимирович Лосев в Нижегородской радиолaborатории в 1923 г. показал, что она возникает вблизи p-n-перехода. О. В. Лосев вполне оценил практическую значимость своего открытия, позволявшего создавать малогабаритные твердотельные (безвакуумные) источники света с очень низким напряжением питания (менее 10 В) и очень высоким быстродействием. Полученные им два авторских свидетельства на «Световое реле» (первое заявлено в феврале 1927 г.) формально закрепили за Россией приоритет в области светодиодов, утраченный в 1960-гг. в пользу США после изобретения современных светодиодов, пригодных к практическому применению [2].

Многослойные тонкопленочные структуры, изготовленные из органических соединений, которые эффективно излучают свет при пропускании через них электрического тока. Основное применение органических светодиодов — OLED находит при создании устройств отображения информации (дисплеев). Предполагается, что производство таких дисплеев будет гораздо дешевле, нежели производство жидкокристаллических дисплеев.

Главная проблема для OLED — время непрерывной работы, которое должно быть не меньше 15 тыс. часов. Одна проблема, которая в настоящее время препятствует широкому распространению этой технологии, состоит в том, что «красный» OLED и «зеленый» OLED могут непрерывно работать на десятки тысяч часов дольше чем «синий» OLED. Это визуально искажает изображение, причем время качественного показа неприемлемо для коммерчески жизнеспособного устройства. Хотя сегодня «синий» OLED все-таки добрался до отметки в 17,5 тыс. часов непрерывной работы.

Дисплеи из органических светодиодов широко применяются в сотовых телефонах, GPS-навигаторах, для создания приборов ночного видения.

Человеческое тело создано в удивительной гармонии с окружающей средой. Возьмем, к примеру, ваши глаза. Вы можете видеть, что происходит вокруг нас, в них много клеток сетчатки, которые общаются с гормональными центрами управления в головном мозге. Получая различный спектр солнечного света помогает нам чувствовать себя живыми утром и сонными вечером.

Но что происходит, когда вы целый день сидите в офисе. Большинство из нас вынуждены целый день находиться под люминесцентными лампами, испускающими холодный свет, который подавляет мелатонин, что может привести, в итоге, к потребности увеличения сна. Помимо этого, у них достаточно сильное излучение в ультрафиолетовом диапазоне, что тоже не очень хорошо, в частности, для зрения. Исследование Гарвардского университета показало, что длительное воздействие света с холодной цветовой температурой может серьезно испортить ваши циркадные ритмы. Если вы работаете при холодном свете в ночную смену, ситуация ещё хуже. Всемирная организация здравоохранения зашла так далеко, чтобы назвать работу в ночную смену как вероятный канцероген, связывая его с раком у мужчин и женщин.

Учёные видят спасение в светодиодах, которые созданы для комфортной работы с нормальным суточным ритмом. Для отдыха и подготовки ко сну лучше использовать освещение с тёплыми тонами. Для работы в офисе рекомендуется нейтральная цветовая температура. Более холодные тона подстёгивают организм к высокой энергетической отдаче, но он просто не может находиться долго в таком режиме и происходит более быстрое истощение его ресурсов.

Следует учитывать фактор влияния цветовой температуры при планировании освещения для жилых и офисных помещений. Дома лучше использовать приборы освещения до 3500 К, в школах – до 4000 К и в офисах – 4000-5000 К. Более холодные тона можно использовать в помещениях, где люди не находятся долгое время. К примеру, коридоры, тамбуры, лестничные клетки, уличное освещение и т.п.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель работы состоит в исследовании и создании динамической системы искусственного освещения на основе светодиодов, получении цветowych диаграмм светодиодов и их анализ.

Предметом исследования являются цветowe диаграммы светодиодов, полученные при помощи программного обеспечения «ColorCalculator».

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Анализ возможностей использования светодиодов для различных видов освещения.
2. Анализ влияния источников освещения с различной цветовой температурой на человека.
3. Анализ основных возможностей программного обеспечения «ColorCalculator».
4. Проведение исследования при помощи программного обеспечения «ColorCalculator».

Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», в НИЛ 4.7 "Устройства обработки и отображения информации".

Соискателем самостоятельно проведен обзор и анализ научной и патентной литературы, выявлены и оценены современные методы и подходы к созданию динамической системы искусственного освещения на основе светодиодов, освоены принципы и возможности получения цветowych диаграмм и их анализ при помощи программного обеспечения «ColorCalculator», изучено влияние параметров источника света на работоспособность человека. Все основные результаты, выводы получены соискателем самостоятельно.

Основные положения и результаты диссертации обсуждались на 52-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемых источников из 30 наименований. Общий объем диссертации 58 страниц, в том числе 23 рисунка и 1 таблица.

Во введении проведено краткое знакомство с областью, в рамках которой проводилась научно-исследовательская работа. Раскрыта актуальность выбранной темы магистерской диссертации.

Первая глава диссертационной работы содержит краткое описание истории развития светодиодной техники: начиная от производства первых светодиодов и заканчивая современными исследованиями в данной области. Также в первой главе приводится описание физических принципов построения динамических систем искусственного освещения. Освещается понятие цветовой температуры и влияние на человека.

Во второй главе приводятся обзор программного обеспечения «ColorColculator»: приводится общее описание программы, интерфейсов работы с программой, иллюстрации примеров работы программы, а также описание 3 основных режимов работы.

В третьей главе данной диссертационной работы приводится сравнительный анализ светодиодов для использования в научно-исследовательской работе. Приводятся основные параметры выбранных светодиодов. Также в третьей главе представлены цветовые диаграммы используемых светодиодов, полученные при помощи программного обеспечения «ColorColculator».

В заключение диссертации резюмируются результаты о проделанной работе, а также приводится список литературы, используемой при её написании.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Человеческий глаз имеет особенность приспосабливаться к изменению цветовой температуры в диапазоне 3000 К - 10000 К. Динамическое освещение — это качественная имитация природного света, стимулирующая работу человеческого организма в оптимальных условиях. В зависимости от времени, наружной освещенности и требуемых задач — система управления светом позволяет улучшить работоспособность. Правильное освещение — один из способов мотивации и повышения производительности труда, на который, к сожалению, до настоящего времени еще не так часто обращают внимание.

В процессе работы над диссертацией была рассчитана модель динамической системы искусственного дневного освещения на основе белых светодиодов Nichia, позволяющая получать источник света с различными цветовыми температурами.

Изучено влияние зависимости цветовой температуры на работоспособность человека и проведен анализ цветового спектра излучения, полученного с помощью светодиодов, имеющих различные цветовые температуры. Так было установлено, что в зависимости от времени суток и цветовой температуры работоспособность выше, если утром использовать холодный белый свет: повышает энергию и обеспечивает хорошее начало дня. В течение рабочего времени освещение плавно меняется на нейтральный белый свет к обеду: постепенное изменение помогает снижению утомляемости во время работы. В обед используется теплый белый свет – это способствует расслаблению. После обеда освещенность снова изменяется на холодный свет и затем плавно снижается до теплого. Дома лучше подходит теплый белый свет, т.к. он действует расслабляющее, создавая ощущение «домашнего уюта».

Как правило, цветовую температуру подразделяют на 4 диапазона:

- 1) теплый белый (2700-3200 К);
- 2) нейтральный белый или дневной (3500-4500 К);
- 3) белый (4700 - 6000 К);
- 4) холодный белый (от 6000 К).

Динамическое освещение подходит для абсолютно любой сферы применения: для создания рабочей атмосферы в офисе/на производстве или, например, для придания дому большего уюта.