

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники

(институт)

Кафедра Промышленная электроника

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Промышленная электроника»

_____ А.А. Шевцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студентка Гизатуллина Диана Маратовна

1. Тема Светодиодный модуль для светильника со вторичной оптикой

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 30 мая 2016г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____

Тип светильника: офисный (внутреннее освещение); напряжение питания: 220В 50Гц;

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Введение. 1. Состояние вопроса. 2. Основная часть. 2.1. Сравнительный анализ светодиодов. 2.2. Компоновка платы. 2.3. Компоновка модуля. 2.4. Выбор драйвера. 3. Примерная компоновка светильника. Заключение.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

1. Обзорный лист. 2. Основные параметры светодиодов. 3. Сравнительные характеристики светодиодов. 4. Варианты компоновки платы. 5. Схема светодиодного модуля. 6. Светодиодный светильник. Общий вид.

6. Консультанты по разделам

7. Дата выдачи задания « 02 » февраля _____ 2016__ г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

А.К. Кудинов

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Д.М. Гизатуллина

(И.О. Фамилия)

Аннотация

Объем 66 с., 38 рис., 12 табл., 22 источника.

Цель бакалаврской работы — снижение затрат на офисное освещение и улучшение условий труда офисных работников.

Задачи работы заключались в разработке наиболее конкурентного светодиодного модуля для офисного светильника, а именно в проведении сравнительного анализа светодиодов разных производителей и на разные токи, выборе компоновки платы светодиодов, разработке компоновки плат в модуле, выборе драйвера, обеспечивающего необходимое напряжение питания и ток светодиодного модуля.

Работа состоит из трех глав, в которых решены упомянутые задачи.

Для сравнительного анализа были использованы технические описания светодиодов таких марок, как Samsung, NationStar, Nichia, Epistar, SemiLEDs. В результате анализа выявлен наиболее эффективный светодиод, который в дальнейшем использовался при разработке светодиодного модуля. Также в данной работе предложен вариант компоновки светильника, состоящего из одного модуля.

Областью применения данного светодиодного модуля являются системы освещения офисных помещений.

Содержание

Введение	5
1. Состояние вопроса	7
1.1 Сравнительный анализ различных источников света	7
1.2 Классификация и анализ светильников	11
2 Основная часть	23
2.1 Сравнительный анализ светодиодов разных производителей на разные токи	23
2.2 Компоновка платы	40
2.3 Компоновка модуля	45
2.4 Выбор драйвера	55
3 Примерная компоновка светильника	60
Заключение.....	62
Список использованной литературы.....	64

Введение

В наше время известно большое количество различных осветительных приборов. Это обычные, всем известные, лампочки накаливания, энергосберегающие люминесцентные, галогенные (подвид ламп накаливания), ртутные, натриевые, светодиодные светильники и др. Назначение и область применения осветительных приборов могут быть очень разными. Их характеристики также различны. В то же время каждый вид этих источников света имеет определенные недостатки и преимущества. На выбор светильника влияют такие показатели, как интенсивность и яркость, или качество света. Осветительный прибор должен излучать свет, создающий комфортные условия для работы и отдыха людей, не портящий глаза, не искажающий цвета окружающих предметов, т.е. у него должны быть высокие световой поток и коэффициент цветопередачи. Если светильник устанавливается в помещении, где живут или работают люди, то он не должен создавать угрозы здоровью. Другими словами, светильник не должен содержать в своем составе вредных веществ, нагреваться до высокой температуры, также он должен быть взрывобезопасным. В последнее время есть такая потребность у современного общества, как экономичное использование электрической энергии. Вопрос энергосбережения является важным и актуальным наряду с оптимизацией экономики и охраны окружающей среды. Осветительные системы в офисах, медицинских и учебных помещениях расходуют от 30% до примерно 55% от общего электропотребления. Руководители предприятий по разработке светильников всё чаще задумываются об энергосбережении и энергоэффективности своих продуктов. Если раньше предприятия, когда электроэнергия была относительно дешевой и доступной, когда было огромное производство металлов и химических материалов, делали упор на увеличение выпуска продукции, не придавая особого внимания энергоэффективности, то сейчас из-за исчерпания некоторых природных ресурсов и роста стоимости энергии большое внимание уделяется энергосбережению и эффективности.

Одной из самых актуальных задач современного мира является сбережение электроэнергии, и немного сэкономить её можно за счет повышения эффективности систем освещения. Решение этой задачи требуется для развития и модернизации экономики и энергетического комплекса многих стран. Спрос на качественное искусственное освещение растет. Приборы и устройства освещения непрерывно развиваются, а технологии в области освещения постоянно совершенствуются. Поэтому, кроме интенсивности и яркости, важное значение имеют такие показатели, как эффективность и экономичность. На экономичность и эффективность влияют такие показатели, как срок службы, количество потребляемой мощности, количество выделяемой световой энергии, светораспределение и затраты на монтаж и обслуживание.

Цель бакалаврской работы — снижение затрат на офисное освещение и улучшение условий труда офисных работников.

1. Состояние вопроса

1.1 Сравнительный анализ различных источников света

Кратко рассмотрим существующие виды источников световой энергии. А также проанализируем их основные характеристики, достоинства и недостатки.

Наиболее простые и очень давно известные светильники – это, конечно, лампы накаливания. Что это за такая лампа? У неё телом накала является тугоплавкий проводник, который помещён в прозрачный сосуд. Сосуд может быть заполнен газом, либо каким-то инертным газом. Когда через этот проводник протекает электрический ток, то он сильно нагревается. А из-за этого излучается световая энергия. Лампы накаливания имеют низкую чувствительность к перепадам напряжения. Они очень дешевые относительно остальных видов ламп. Но при этом коэффициент полезного действия такого светильника очень маленький. Слишком низкие световой поток и световая отдача (к примеру, при потребляемой мощности 75 Вт у этой лампы световой поток равен примерно 935 Лм, а световая отдача – 12 Лм/Вт [1]). Также данные лампы имеют короткий срок службы (обычно до 1000 часов). Лампы накаливания опасны тем, что нагреваются, и при перегорании могут взорваться. Ещё один недостаток – высокий уровень инфракрасного излучения. Одной из разновидностей ламп накаливания являются галогенные. Просто этот тип ламп содержит в газе-наполнителе небольшие добавки галогенов, таких как бром, йод, хлор, а также их комбинации. Срок службы таких источников освещения может достигать 4000 часов – чуть больше, чем у обычных лампочек накаливания.

Другой вид ламп – это газоразрядные светильники. В колбе таких источников света находится газ, пары металла или их смесь. За счет электрического разряда в этих газообразных веществах производится свечение. К этому виду ламп относятся люминесцентные, ртутные, натриевые, неоновые, металлогалогенные и др. Самый низкий коэффициент передачи среди

газоразрядных светильников имеют ртутные светильники. Их эффективность примерно равна 35-45 Лм/Вт. Такие лампы очень опасны. При неосторожном повреждении колбы в помещениях, где находятся люди, вредные пары металла (в данном случае ртути) выйдут наружу и распространятся по помещению. Концентрация этих паров будет достаточной для отравления людей. Поэтому ртутные лампы не стоит использовать для освещения квартир, учебных и медицинских учреждений, офисов. Натриевые лампы имеют достаточно большой срок службы и обладают неплохой эффективностью по сравнению с ртутными, но зато они дороже. Также у них очень невысокий коэффициент цветопередачи. Ртутные, натриевые и др. лампы относятся к газоразрядным лампам высокого давления. Такие светильники небезопасны для домашнего использования. Также стоит отметить, что данные источники света горят в полную силу не сразу после включения. Им необходимо время (до нескольких минут) для полного зажигания газа или паров. Ещё для них характерно наличие мерцания и гудения. К газоразрядным источникам низкого давления относятся люминесцентные лампы. Данный вид на сегодняшний день очень популярен. Люминесцентные светильники, практически заменившие лампы накаливания, более экономичны. Они обладают световой отдачей в 7-10 раз большей, чем лампочки накаливания. Срок службы люминесцентных светильников может достигать до 15000 часов. Данные светильники имеют разные оттенки свечения. Лампу можно выбрать из широкого диапазона цветовой температуры. Они бывают тепло-белого, холодно-белого и дневного света. Если важна цветопередача, то можно выбрать люминесцентные светильники с улучшенной цветопередачей. Лампы низкого давления имеют некоторые недостатки. Во-первых, они довольно громоздки. Также такой источник чувствителен к температуре окружающего воздуха. Вот, например, она может не загореться при низких температурах. Ещё данный вид ламп имеет следующий недостаток: лампа может мигать. Это мигание происходит в такт колебаниям переменного тока питающей сети. Это явление называется стробоскопическим эффектом.

Этот эффект может вызвать неприятные ощущения у людей. Также данное явление приводит к небольшому нарушению правильного восприятия мира. Например, стробоскопический эффект мешает правильно определить скорость движения предметов.

На сегодняшний день все большую популярность набирают светодиодные лампы. Они могут использоваться практически везде, в любых местах, которые необходимо осветить. Первое их достоинство по сравнению с другими светильниками – это низкое потребление электрической энергии. Светодиодные светильники очень экономичны. Их эффективность почти в двадцать раз больше, чем у традиционных лампочек накаливания. У светодиодов самый долгий срок службы – до 80-100 тысяч часов. Также с помощью данных приборов можно создать цветной и белый свет очень хорошего качества. Следует отметить, что с помощью данных источников света можно получить широкий спектр цветов. Известны светодиоды с различными оттенками белого света. Выбирая различные серии светодиодов, можно получить как теплый свет, так и холодный. Светодиодный светильник безопасен для использования в жилых и рабочих помещениях. Обычно она не содержит стекло, поэтому не взрывается, не разбивается. Данные источники света не имеют в своем составе вредных и опасных для здоровья людей элементов, таких как ртуть и свинец. Они не приносят вреда экологии и не требуют специальной утилизации. Но пока светодиодные светильники стоят дороже относительно своих конкурентов. Также следует отметить, что светодиоды имеют свойство деградации. Быстрая деградация может наступить, если через светодиод пропускать силу тока большую, чем та, на которую он рассчитан. У светодиодов бывает температурная деградация, из-за которой он может потускнеть. В процессе работы светодиод нагревается, поэтому в светильнике должен быть охладитель. Деградация снижает яркость и срок нормальной работы светодиодов. Также вызывает снижение яркости использование рассеивателей, так как светодиоды излучают направленный свет (угол рассеивания обычно

составляет до 120° - 140°). Свойство высокой направленности таких источников света можно назвать как достоинством, так и недостатком. Это зависит, в первую очередь, от условий применения светильников. С одной стороны, используя данное свойство, можно отлично сконцентрировать поток света, и тем самым создать локальное освещение рабочего места. Другими словами, направить весь свет в полезное, нужное направление. С другой стороны, высокая направленность может нанести вред человеческим глазам. Кроме направленности, светодиоды вредны для здоровья глаз из-за синей и фиолетовой составляющих света. Эти составляющие имеют малую длину волны и, соответственно, большую частоту и энергию. Большая концентрация синих и фиолетовых пучков света может повредить сетчатку глаза, так как это излучение может нагреть ткань сетчатки (получится фототермическая травма) или фотоны этого излучения смогут вызвать какие-нибудь химические изменения в этих тканях (фотохимическая травма) [2]. Но можно избежать пагубного влияния таких источников на глаза, если светильник использовать вместе со специальным приспособлением – рассеивателем. Следующий недостаток заключается в том, что мощные виды светильников могут иметь большой вес. А это не очень удобно при транспортировке, установке и эксплуатации таких светильников. Ещё один важный недостаток – это различие параметров отдельных светодиодов. Потому что не существует двух одинаковых, с совпадающими характеристиками, светодиодов. Даже в одной партии их световой поток, цветовая температура, вольтамперные характеристики будут немного различаться. Поэтому иногда бывает проблематично добиться одинакового и равномерного освещения.

При растущих ценах на электроэнергию лампы накаливания уже не могут конкурировать на рынке освещения. Во некоторых европейских странах уже вводится запрет на использование традиционных ламп накаливания. Эти лампы очень активно заменяют более экономичные компактные люминесцентные лампы. Как уже говорилось, люминесцентные обладают большей светоотдачей,

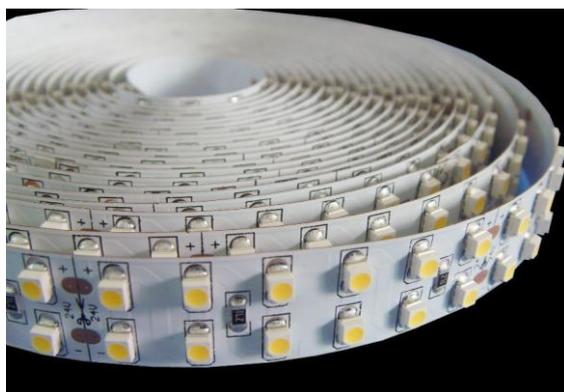
а также у них больший срок службы. К тому же они могут напрямую заменять лампы накаливания в существующих светильниках. Самыми экономичными на сегодняшний момент считаются светодиодные светильники: у них высокая эффективность, самый долгий срок службы. Эти виды светильников начали использоваться в освещении совсем недавно. С каждым годом качество светодиодов растет и все большее число производителей осветительной техники занимаются производством светодиодной продукции. Но пока эти источники света уступают люминесцентным лампам в цене. Однако со временем их цена падает и, может быть, в ближайшем будущем именно светодиодные светильники станут основным источником искусственного освещения. Целью данной работы является снижение затрат на офисное освещение и улучшение условий труда офисных работников. Поставленная цель достигается разработкой светодиодного модуля для светильника, который имел бы небольшие затраты энергии и в то же время создавал качественный, максимально комфортный свет.

1.2 Классификация и анализ светильников

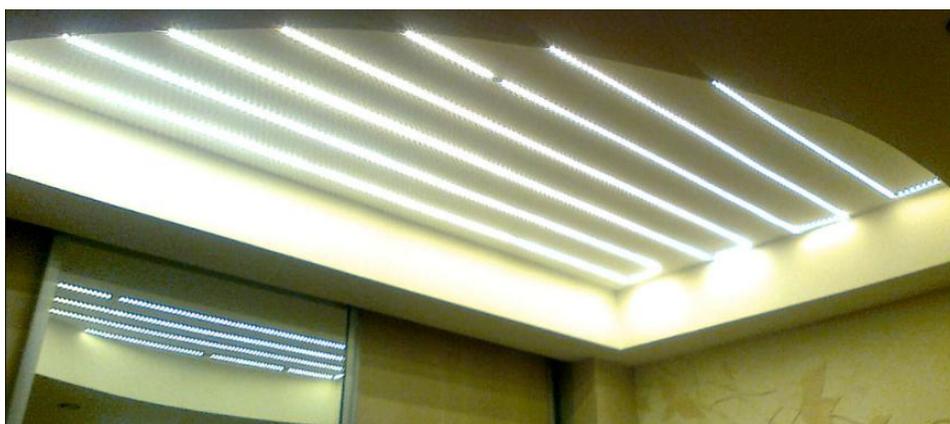
Перед разработкой светильника необходимо определить, какими параметрами должен обладать будущий осветительный прибор. Требования на источник искусственного света зависят от цели и области применения. Цель может быть разной, поэтому светильники тоже могут быть разными: осветительные приборы общего назначения (для освещения помещений, улиц и т.д.), специального назначения (декоративное освещение, сигнальные и аварийные источники света). Светодиодные приборы могут использоваться во многих областях применения: они используются для освещения рабочих мест, для подсветки стен, их можно применять в качестве потолочных светильников, а также в качестве источников прямого наблюдения. Светодиоды используют для уличного, аварийного, утилитарного, акцентного освещения. Промышленные помещения должны освещаться круглосуточно, поэтому к светильникам для промышленного освещения предъявляют следующие требования: экономичность, долгий срок службы, они не должны требовать частого

обслуживания. Светильники для освещения жилых помещений и офисов должны быть безопасными, не слепящими, экономичными, беззвучными, иметь хорошую цветопередачу. Наружное освещение очень отличается от внутреннего по дизайну, способу монтажа и техническим характеристикам. Уличные светильники должны быть приспособлены к погодным условиям, то есть их корпуса должны иметь высокую степень защиты.

В данной работе происходит разработка светодиодного модуля для офисных светильников. Офисные светильники – это приборы, применяющиеся для освещения квартир, учебных и медицинских заведений, загородных домов, офисных учреждений, торговых центров и магазинов и др. На сегодняшний день существует немалое количество разновидностей офисных светильников. Если посмотреть вид исполнения, то офисные осветительные приборы могут быть выполнены в виде светодиодной панели, светодиодной ленты, точечного светильника, также может быть простой лампочкой, подобной лампе накаливания, только вместо нити накаливания в ней находится светодиод. Примеры некоторых видов светильников и их применение приведены на рисунках 1.1, 1.2 и 1.3.



а)



б)

Рисунок 1.1 - Светодиодная лента (а) и её применение (б)



а)



б)

Рисунок 1.2 – Точечный светильник (а) и его применение (б)



а)



б)

Рисунок 1.3 – Встраиваемая светодиодная панель (а) и её применение (б)

Под светодиодной лентой подразумевают длинную полосу печатной платы. На её поверхность нанесены светодиоды. Светодиодная лента может состоять из светодиодов одной серии и цвета или из светодиодов разных цветов.

Часто к ленте со светодиодами разного цвета применяется пульт, с помощью которого можно дистанционно управлять цветом свечения всей ленты.

На современном рынке можно найти светодиодные светильники разных форм, размеров, цвета. В зависимости от типа монтажа все офисные светильники можно разделить на следующие группы:

- Встраиваемые светильники, как понятно из названия, встраиваются в подвесной или натяжной потолок таким образом, что виден только рассеиватель. Остальную часть светильника – драйверы, корпус - скрывает потолок. К данному типу светильников можно отнести и точечные светильники, которые по-другому называют спотами или даунлайтами. Они используются скорее для создания декоративного освещения или в помещениях, где внешний вид осветительного устройства имеет значение. Они очень хорошо подходят для освещения рабочего места из-за приближенного к естественному излучаемого света. Такие светильники так же часто используют для подсветки стен, мебели и других деталей интерьера. Существуют специальные квадратные светильники с габаритными размерами 595×595 мм, которые производятся для встраивания в подвесные потолки системы «Армстронг».

- Накладные светильники крепятся прямо или непосредственно на поверхность потолка. Среди таких видов светильников хорошо популярны растровые. В данных светильниках используется решетка, изменяющая такие световые параметры, как направленность и силу света. Существует два наиболее известных типа решёток. При использовании зеркальной экранирующей решетки свет отражается от его источника, тем самым усиливается яркость, хотя мощность остается той же самой. Такие светильники нередко встречаются в крупных государственных и медицинских учреждениях или солидных частных предприятиях. Рассмотренные решётки не слишком дорогие, и поэтому эти светильники можно встретить и в обычных жилых домах. Параболическая решётка очень хорошо рассеивает свет, за счет чего светильники с этой решёткой используют в таких помещениях, где есть необходимость

круглосуточного освещения, а также в таких, где каждый день бывает большое количество людей. К таким помещениям относятся аэропорты, железнодорожные вокзалы и другие. Одна из разновидностей параболической решётки - это бипараболическая. Она очень хорошо рассеивает свет, и при этом не создаёт никаких бликов и формирует эффект дневного света. Именно поэтому бипараболическая решётка очень подходит для создания освещения в офисах, комфортного для программистов и других специалистов, много работающих за компьютером. Накладные светильники довольно удобны при монтаже и применяются также часто, как и первый тип светодиодных светильников. Среди накладных есть и точечные светильники. Эти точечные светильники можно размещать, в отличие от встраиваемых, около пластика, который является легко возгораемым веществом.

- Подвесные светильники, которые закрепляются с помощью цепей и тросов на некотором расстоянии от потолка. У таких светильников можно регулировать высоту расположения, изменяя длину цепи или троса. Данный способ крепления позволяет использовать мощные осветительные приборы, не нарушая норм пожаробезопасности, а также обеспечивает равномерное освещение рабочего места.

Выбор конкретного типа светильника зависит от назначения светильников и помещения, в котором они будут установлены, а также от вкусов хозяина помещения.

Также можно выбрать светильники с определенными световым потоком и цветовой температурой, то есть выбрать любую яркость и температуру свечения. Выбор светильника с определенными параметрами также зависит от назначения светильников и помещения, в котором они будут установлены. Офисные светильники предназначены для освещения помещений, где человек проводит большое количество времени в процессе работы, обучения, где яркость освещения играет большую роль. Освещение от данного светильника должно быть максимально комфортным, а также не вредящим глазам. Диапазон

цветовой температуры светодиодов лежит в пределах 2200-14000 К. Для освещения квартир и офисов обычно используют светодиодные светильники с диапазоном светового потока от 1200 до 5000 Лм. На рисунке 1.4 приведена градация цветовой температуры, по которой видно, что при низкой цветовой температуре получается теплый белый или красный свет, который излучает горящая свеча. При увеличении температуры мы можем получить белый или нейтральный, а затем холодный белый или синий, который напоминает облачное небо.



Рисунок 1.4 – Градуация цветовой температуры

Цветовая температура офисного светильника влияет на настроение людей, на их эмоциональное восприятие внешней окружающей среды, внешнего вида предметов. Вот к примеру, теплый белый свет оказывает спокойное воздействие на человека, расслабляет его, белое или нейтральное освещение создает рабочую атмосферу, холодное освещение формирует значительный контраст и используется в тех помещениях, где происходит работа, нуждающаяся в очень хорошем цветоразличении. Специалисты утверждают, что в квартирах и других жилых помещениях следует использовать теплый белый свет, в помещениях, где выполняется много зрительной работы рекомендуется дневной 3000-4000К, в помещениях, где необходимо хорошее цветоразличение - холодный свет от 4500 до 6400К.

В документах и материалах фирмы Philips Color Kinetics [3] есть таблица, которая показывает, какую цветовую температуру выбрать для создания

определенной атмосферы и какая подходит для определенной области применения (рисунок 1.5).

Цветовая температура	Теплый свет 2700 К	Белый свет 3000 К	Нейтральный 3500 К	Холодный свет 4100 К	Дневной свет 5000-6500 К
Эффекты и атмосфера	Теплая Уютная Открытая	Дружеская Интимная Индивидуальная	Дружеская Располагающая Безопасная	Ясная Чистая Продуктивная	Яркая Тревожная Подчеркивающая цвета
Области применения	Рестораны Вестибюли гостиниц Бутики Жилые помещения	Библиотеки Офисные помещения Магазины	Выставочные залы Книжные магазины Офисные помещения	Офисные помещения Классные комнаты Супермаркеты Больницы	Галереи Музеи Ювелирные магазины Помещения для медицинских осмотров

Рисунок 1.5 – Эффект, атмосфера и область применения в зависимости от цветовой температуры

Из рисунка 1.5 видно, что теплый свет расслабляет человека. Такой свет можно охарактеризовать как уютный, дружеский. Свет с высокой цветовой температурой может раздражать, тревожить человека. Он подчеркивает цвета и применяется в тех помещениях, где работа людей требует высокой точности и внимательности. Для рабочего места наиболее комфортной является цветовая температура 4000 – 5500 К. Обычно в офисных светильниках применяются светодиоды со цветовой температурой 3000-6500 К.

Мощность, потребляемая светодиодными светильниками зависит от размеров светильников (точнее от количества светодиодов), от типа используемых светодиодов. На современном рынке есть светильники мощностью 15 Вт, есть 40-45. Маломощные светильники обычно излучают меньший световой поток, чем светильники большей мощности. Известные осветительные светодиодные приборы со световым потоком 2000-3500 Лм потребляют энергию 25-40 Вт. Потребление мощности также зависит и от марки светодиодов. На дешевых китайских светодиодах обычно падает большое напряжение, они потребляют большую мощность, чем качественные приборы. Многие производители светильников используют такие марки, как Samsung, Cree, Osram, Nichia. Считается, что это светодиоды очень хорошего качества.

Рассмотрим подробнее светодиодные панели, которые предлагают приобрести различные производители офисных светильников. Нас интересуют

основные параметры, габариты, используемые компоненты (типы светодиодов, рассеивателя) и цена источников искусственного освещения.

Офисный светодиодный светильник LP-01 потребляет мощность до 40 Вт. Его световой поток 3200 Лм. Марка светодиодов – Epistar, угол рассеяния которых равен 120°, а индекс цветопередачи 80. Напряжение осветительного прибора колеблется в пределах 100-277 В. Конечно, это переменное напряжение потом преобразуется драйвером в постоянное определенного значения, которое подается на светодиодные модули. Его размеры: 1195x295x11 мм. Использует матовый рассеиватель. Производитель такого светильника обещает, что срок службы прибора равен 50 тысяч часов. Стоит такой светильник 3025 рублей. [4]

Светильник INTEKS Office-50 имеет коэффициент мощности 0,95. Потребляет энергию в 50 Вт, но его световой поток – до 4850 Лм. Индекс цветопередачи – не ниже 85. Светильник использует светодиоды марки OSRAM DURIS, количество которых равно 80. В качестве материалов для рассеивателя используются микропризма или опал. Габаритные размеры: 595x595x40, то есть он имеет квадратную форму. Весит такой светильник 2 кг. Стоимость светодиодного светильника INTEKS Office-50 равна 2600 рублей. [5]

У накладного офисного светильника GM-L35-65 потребляемая мощность равна 35 Вт, а световой поток 3100 Лм. Напряжение питания 165-245 В. Его габариты: 960x145x56 мм, а вес – 2 кг. Данный светильник устанавливается на любую плоскую поверхность потолка, на стены, может подвешиваться на тросе. Производителем светодиодов является американская компания Cree, срок службы которых – 75 тысяч часов. У светильника корпус алюминиевый, а в качестве рассеивателя используется поликарбонат. [6]

Светильник потолочный L670 имеет низкую по сравнению с предыдущими лампами потребляемую энергию – около 12 Вт. Но и световой поток у него меньше - всего 1680 Лм. Его габаритные размеры: 670x125x85 мм, а вес – 0,9 кг. Питается переменным напряжением 220 В. Светодиодный модуль состоит из качественных японских светодиодов NICHIA с ресурсом более 100

000 часов и с углом свечения 120° . Их количество – 12 штук. Стоимость такого светильника составляет 2240 рублей. [7]

Московская компания Trion-Led также занимается производством офисных светодиодных светильников. Светодиодный модуль из серии «Эконом» Trion Line NS14 собран из светодиодов китайского происхождения NationStar. Этот светильник состоит из четырех плат, светодиоды на которых подключены группами 2×7 . Отдельная плата излучает световой поток 1030 Лм при токе через светодиоды 350мА и потребляет мощность 9 Вт. Габаритные размеры каждой платы – $495 \times 13,5$ мм. [8]

Светодиодные панели или модули в своей структуре содержат светодиоды, плату, радиатор, рассеивающую крышку, патрон и блок питания.

Плат может быть несколько. Они могут соединяться между собой последовательно или параллельно. На плате располагаются определенное количество светодиодов, которые также между собой могут соединяться последовательно или параллельно. Так как светодиоды имеют направленные оптические свойства, то светильник нуждается в рассеивающей крышке. Схемы направлений потоков света без и с рассеивателем показаны на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Светильник без (а) и с рассеивающей крышкой (б)

Светодиодный модуль должен работать в режиме постоянного тока. Поэтому для него нужен драйвер. Драйвер для светодиодного модуля бывает внутреннего и внешнего типа [9]. Схемы включения драйвера к светодиодному модулю представлены на рисунке 1.7. Драйвер внутреннего типа встроен в корпус светодиодного модуля, и патрон модуля подключается к сети

переменного тока напрямую. Внешний тип находится вне корпуса светодиодного модуля.

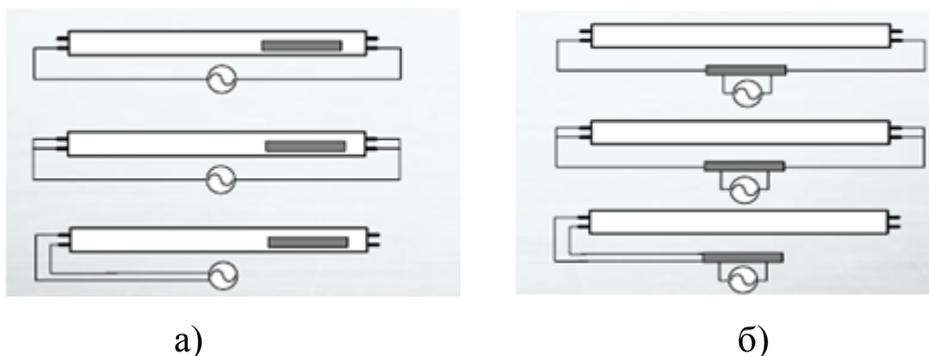


Рисунок 1.7 – Внутренний тип драйвера (а) и внешний тип драйвера (б)

Для освещения светодиоды должны испускать белый свет. Существует несколько способов создания белого света. Для получения этого света можно использовать сразу три светодиода разного цвета (красного, зеленого и голубого). При смешении этих цветов получают именно белый цвет. Такая технология ухудшает индекс цветопередачи. Использование трех светодиодов приводит к неестественной передаче пастельных тонов. Также такая технология достаточно сложна. Другой способ получения белого света – это использование люминофора. Для получения белого света берут ультрафиолетовый или голубой диод и покрыть его слоем желтого люминофора. От толщины этого слоя зависит световая температура данного светодиода. [10] Структура синего светодиода с люминофором показана на рисунке 1.8.

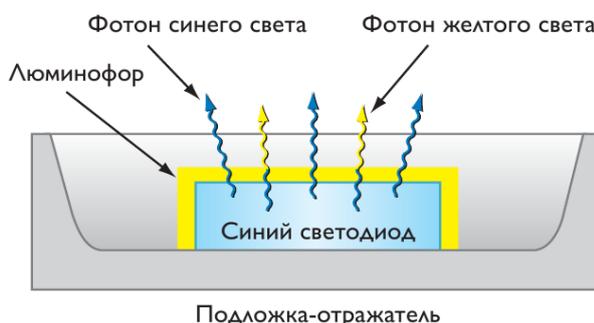


Рисунок 1.8 – Структура синего светодиода с люминофором

Светодиоды обычно крепятся на светильник, а точнее на печатную плату, поверхностным монтажом. Такой светодиод состоит из подложки, на которой располагается кристалл светодиода, припаянный к контактам корпуса.

Существуют несколько типов поверхностных или SMD светодиодов. В зависимости от размеров бывают SMD3528, SMD5050 и т.д. Цифры после SMD обозначают размеры полупроводниковых приборов в миллиметрах. Совсем недавно появились новые типы светодиодов, которые содержат четыре и шесть выводов (WS2812B и WS2812S соответственно). В их корпусе находятся три светодиода разного цвета. Эта технология была рассмотрена выше. По внешности такие диоды почти не отличаются от SMD5050. Однако в корпусе этих полупроводниковых приборов есть ШИМ-контроллер WS2811, который позволяет управлять отдельным светодиодом в одном корпусе. Таким образом с помощью этого контроллера можно менять цветовую отдачу осветительного прибора.

Основной задачей данной бакалаврской работы является разработка наиболее конкурентного светодиодного модуля для офисного светильника. Под светодиодным модулем понимается сборка из двух или более светодиодов с полным набором электрических, оптических, механических и тепловых компонентов. Эта сборка не содержит устройства управления. Офисный светильник, который содержал бы один или несколько таких модулей, должен при потреблении мощности 20 Вт излучать световой поток не менее 2000 Лм/Вт. Другими словами, обладать световой отдачей не менее 100 Лм/Вт. Поэтому для решения задачи следует проделать следующее:

- 1) Произвести сравнительный анализ светодиодов разных производителей и на разные токи.
- 2) Выбрать компоновку платы светодиодов
- 3) Произвести компоновку плат в модуле
- 4) Выбрать драйвер, обеспечивающий необходимое напряжение питания и ток светодиодного модуля
- 5) Произвести компоновку светильника со вторичной оптикой

2 Основная часть

2.1 Сравнительный анализ светодиодов разных производителей на разные токи

Проведем сравнительный анализ светодиодов различных производителей для выбора наиболее оптимального варианта. Результатом этого анализа будет сравнительная характеристика: зависимость световой отдачи от тока. Эта характеристика считается очень важной. Под световой отдачей обычно понимают такое количество света, которое выделяет прибор, потребляющий мощность 1Вт. Чем выше этот параметр, тем эффективней преобразовывается электрическая энергия в световую. Считается, что, чем мощнее светодиод, т.е. чем больше энергии он потребляет, тем эффективнее используется потребляемая мощность. Но так не всегда. Эффективность сильно зависит от качества светодиода. При выборе марки светодиода необходимо смотреть на то, кто является производителем. На современном рынке можно найти немало количество светодиодов китайского производства, у которых не очень хорошее качество. Таким светодиодами могут потреблять большую мощность, но световой поток у них будет относительно небольшим. Зарекомендовали себя, как производители светодиодов хорошего качества, такие компании, как Nichia (Япония), Cree (США), Samsung (Южная Корея), Osram (Германия), Edison (Тайвань). Но стоит добавить, что светодиоды таких производителей имеют высокую цену.

Мы не будем анализировать все существующие светодиоды, а рассмотрим только наиболее популярные. Мы возьмем полуваттные светодиоды компаний Samsung, Edison, Nichia, SemiLeds и NationStar. Рассматриваемые светодиоды будут только средней мощности.

Для начала возьмем светодиоды корейского производителя Samsung. Проанализируем светодиод средней мощности 0,5 Вт Samsung_LM281A. Как производится анализ? Самое первое, что мы делаем, - это открываем и изучаем даташит или техническую документацию на светодиод [11]. На первой странице

(рисунок 2.1) после оглавления мы видим линейку буквенных обозначений и таблицу с общей информацией о светодиоде.

1. Product Code Information

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
S	P	M	W	H	T	2	2	8	F	D	5	B	A	V	0	S	0

Digit	PKG Information	Code	Specification																								
1 2 3	Samsung Package Middle Power	SPM																									
4 5	Color	WH	White																								
6	Product Version	T	Initial version																								
7 8	Form Factor	22	2.8 x 3.5 x 0.65 mm; 2 pads																								
9	Product	8	LM281A																								
10	Sorting Current (mA)	F	150 mA																								
11	Chromaticity Coordinates	D	ANSI Standard																								
12	CRI & Sorting Temperature	5	Min. 80 25 °C																								
13 14	Forward Voltage (V)	BA	<table> <tr><td>A2</td><td>2.9-3.0</td></tr> <tr><td>A3</td><td>3.0-3.1</td></tr> <tr><td>A4</td><td>3.1-3.2</td></tr> <tr><td>A5</td><td>3.2-3.3</td></tr> <tr><td>A6</td><td>3.3-3.4</td></tr> </table>	A2	2.9-3.0	A3	3.0-3.1	A4	3.1-3.2	A5	3.2-3.3	A6	3.3-3.4														
A2	2.9-3.0																										
A3	3.0-3.1																										
A4	3.1-3.2																										
A5	3.2-3.3																										
A6	3.3-3.4																										
15 16	CCT (K)	<table> <tr><td>W0</td><td>2700</td><td>W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG</td></tr> <tr><td>V0</td><td>3000</td><td>V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG</td></tr> <tr><td>U0</td><td>3500</td><td>U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG</td></tr> <tr><td>T0</td><td>4000</td><td>T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG</td></tr> <tr><td>R0</td><td>5000</td><td>R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, RA</td></tr> <tr><td>Q0</td><td>5700</td><td>Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, QA</td></tr> <tr><td>P0</td><td>6500</td><td>P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, PA</td></tr> <tr><td>S0</td><td></td><td>S1 S2 S3</td></tr> </table>	W0	2700	W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG	V0	3000	V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG	U0	3500	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG	T0	4000	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG	R0	5000	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, RA	Q0	5700	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, QA	P0	6500	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, PA	S0		S1 S2 S3	
W0	2700	W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG																									
V0	3000	V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG																									
U0	3500	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG																									
T0	4000	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG																									
R0	5000	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, RA																									
Q0	5700	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, QA																									
P0	6500	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, PA																									
S0		S1 S2 S3																									

Рисунок 2.1 – Таблица с общими параметрами

Под каждой цифрой из линейки находится кодовая буква, соответствующая определенным параметрам, характеристикам светодиода. В таблице находится расшифровка этих букв. Что нам нужно? Смотрим на каком максимальном токе может работать светодиод. Светодиод Samsung_LM281A способен работать на токах до 150mA. Если через светодиод пропускать примерно такой ток, то это может привести к быстрой его деградации и выходу из строя. Превышение максимального значения силы тока, естественно,

приведет к перегоранию данного полупроводникового прибора. Видим, что рабочее напряжение нашего светодиода лежит в диапазоне 2,9 – 3,4 В. В этой таблице можно ещё найти информацию о цвете нашего светодиода – он белый; коэффициент цветопередачи светодиода Samsung_LM281A: минимальный 80. Коэффициент цветопередачи показывает, насколько соответствуют цвета, передающиеся при освещении данным источником света, реальным цветам. Под реальным или естественным цветом предмета принимают его цвет при освещении его источником, признанным эталонным. Чем выше этот коэффициент, тем лучше происходит передача цвета предметов.

Смотрим следующую страницу и по таблице (рисунок 2.2) выбираем значение светового потока, который различен для светодиодов разной цветовой температуры. У нашего светильника световая температура 4000-5000 К. Пологая, что бин светового потока S2, для цветовой температуры 4000 К световой поток излучается светодиодом в пределах 59-62,5 Лм, а для 5000 К – 61-64,5 Лм.

a) Luminous Flux Bins ($I_f = 150 \text{ mA}$, $T_s = 25^\circ\text{C}$)

Nominal CCT (K)	CRI (Ra) Min.	Product Code	Flux Bin	Flux Range (Φ_v , lm)
2700	80	SPMWHT228FD5BAW0S0	S1	51.0 ~ 54.5
			S2	54.5 ~ 58.0
			S3	58.0 ~ 61.5
3000	80	SPMWHT228FD5BAV0S0	S1	52.0 ~ 55.5
			S2	55.5 ~ 59.0
			S3	59.0 ~ 62.5
3500	80	SPMWHT228FD5BAU0S0	S1	53.0 ~ 56.5
			S2	56.5 ~ 60.0
			S3	60.0 ~ 63.5
4000	80	SPMWHT228FD5BAT0S0	S1	55.5 ~ 59.0
			S2	59.0 ~ 62.5
			S3	62.5 ~ 66.0
5000	80	SPMWHT228FD5BAR0S0	S1	57.5 ~ 61.0
			S2	61.0 ~ 64.5
			S3	64.5 ~ 68.0
5700	80	SPMWHT228FD5BAQ0S0	S1	56.5 ~ 60.0
			S2	60.0 ~ 63.5
			S3	63.5 ~ 67.0
6500	80	SPMWHT228FD5BAP0S0	S1	55.5 ~ 59.0
			S2	59.0 ~ 62.5
			S3	62.5 ~ 66.0

Рисунок 2.2 – Таблица значений светового потока в зависимости от цветовой температуры

Для Samsung_LM281A взяли 60 Лм из меньшего диапазона значений при токе 150 мА и температуре 25°C.

Ещё из этого документа мы возьмем вольтамперную характеристику (ВАХ) и график зависимости относительного светового потока от прямого тока. Зачем они нам нужны? Мы проводим анализ светодиодов на разных токах (60мА-90мА-120мА-150мА-180мА), чтобы потом можно было построить сравнительные характеристики прямого напряжения диода, светового потока и

световой отдаче от прямого тока. Вольтамперная характеристика светодиода Samsung_LM281A при температуре 25°C и график зависимости относительного светового потока от прямого тока представлены на рисунках 2.3 и 2.4 соответственно.

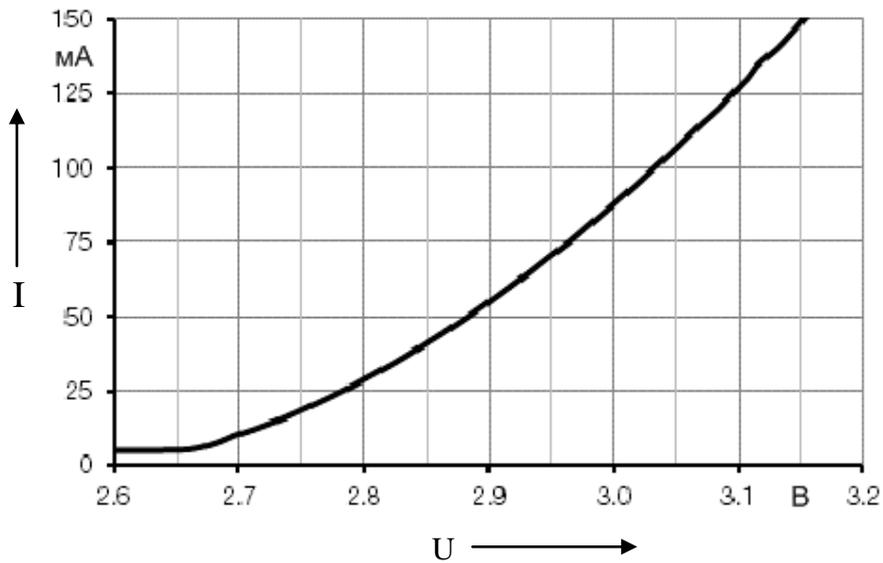


Рисунок 2.3 – Вольтамперная характеристика Samsung_LM281A

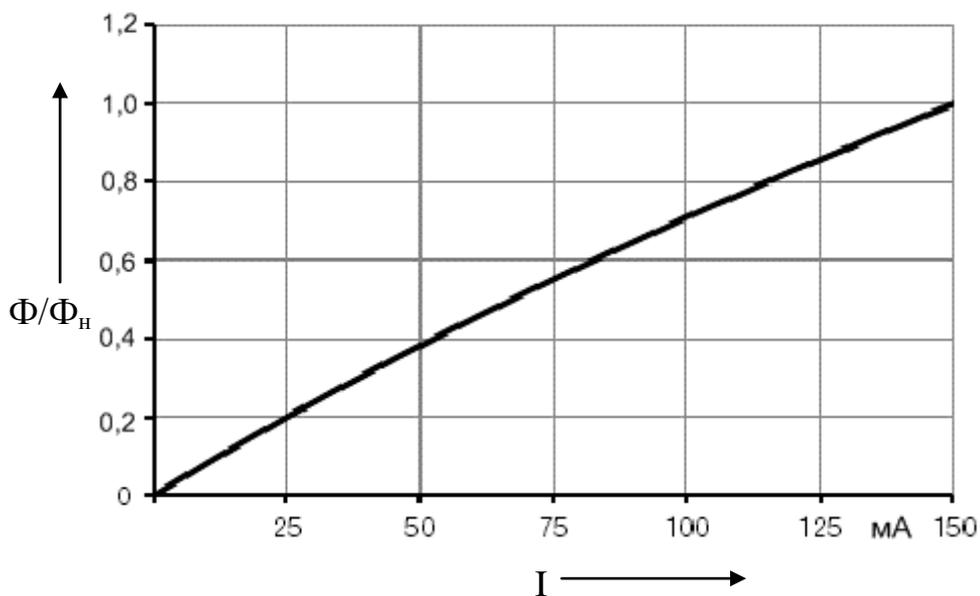


Рисунок 2.4 – График зависимости относительного светового потока от прямого тока светодиода Samsung_LM281A

Теперь по вольтамперной характеристике определяем значения напряжений для токов 60мА-90мА-120мА-150мА. Данная характеристика не доходит до тока 180мА, так как светодиод Samsung_LM281A не работает на токах свыше 150мА. Видим, что при прямом токе 150 мА падение напряжения на светодиоде примерно равно 3,15 В. Полученные значения заносим в таблицу 1. Теперь смотрим на график зависимости относительного светового потока от прямого тока и определяем значения светового потока для токов 60мА-90мА-120мА-150мА. Здесь по вертикальной оси отложен относительный световой поток в процентах. При токе 150мА выделяется, как мы нашли из рисунка 2, световой поток 60Лм. По графику 100% это 150мА, то есть 100% = 60 Лм. Найденные значения светового потока занесли в таблицу 1.

Ещё нам нужно посчитать мощность, выделяемую одним светодиодом и световую отдачу. Мощность P найдем по формуле (2.1), известной ещё из курса физики в школе:

$$P = U \cdot I, \quad (2.1)$$

где U – прямое напряжение, которое падает на наш светодиод, В;

I – прямой ток через него, А.

Световая отдача находится как отношение светового потока к мощности светодиода по формуле (2.2):

$$\eta = \frac{\Phi}{P}, \quad (2.2)$$

где Φ – световой поток светодиода, Лм;

P – мощность светодиода, Вт.

Все полученные результаты свели в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Параметры светодиода Samsung_LM281A при различных токах

Прямой ток I, мА	Прямое напряжение U, В	Световой поток Φ, Лм	Мощность P, Вт	Световая отдача η , Лм/Вт
60	2,92	28	0,18	159,8
90	3	40,25	0,27	149
120	3,08	51,48	0,37	139,3
150	3,15	60	0,47	128

Теперь у нас есть все данные для построения кривых светодиода Samsung_LM281A. Те же расчеты проделали и для других светодиодов.

Взяли ещё один светодиод такой же марки Samsung_LM561B. По технической документации [12] нашли нужные параметры. Вольтамперная характеристика и график зависимости относительного светового потока от прямого тока привели на рисунках 2.5 и 2.6 соответственно. Все найденные рассчитанные по характеристикам параметры свели в таблицу 2.2. Светодиод Samsung_LM561B работает на токах до 200 мА. Значение максимального импульсного тока, которое может выдержать диод, может находиться в пределах до 300мА. Падение напряжения на нем немножко меньше, чем на предыдущем: диапазон значений прямого напряжения 2,7 - 3,2 В. Значение светового потока при цветовой температуре 4000К взяли 33 Лм для тока 65мА. При токе 150 мА световой поток равен 70,5 Лм, что больше, чем у светодиода Samsung_LM281A. Следовательно, световая отдача светодиода Samsung_LM561B выше. Минимальный коэффициент цветопередачи также равен 80. Данный светодиод неплохо подходит для освещения офисов, жилых помещений. Температура, при которой обеспечивается нормальная работа светодиода, лежит в пределах от минус 40 до 85°С.

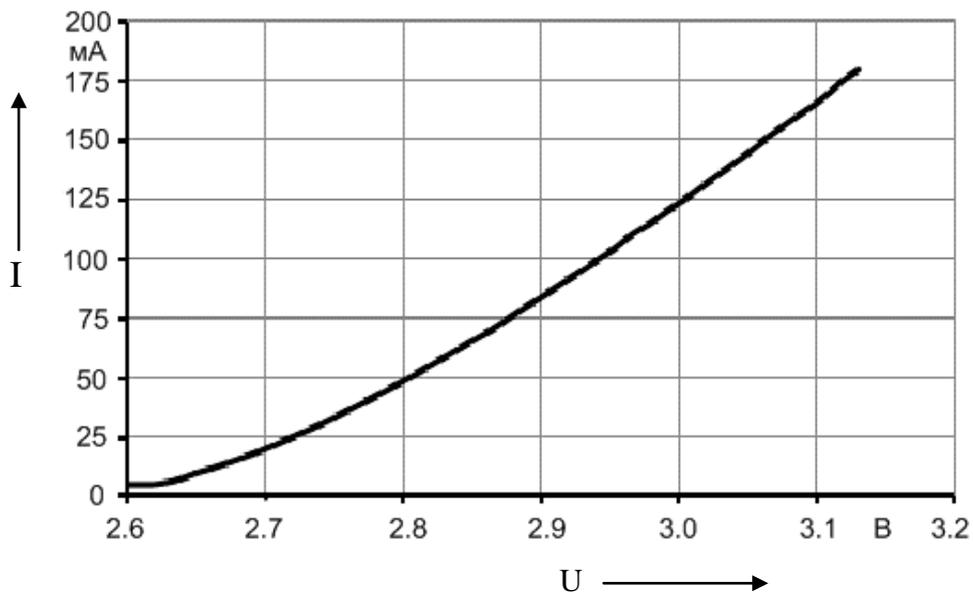


Рисунок 2.5 – Вольтамперная характеристика Samsung_LM561B

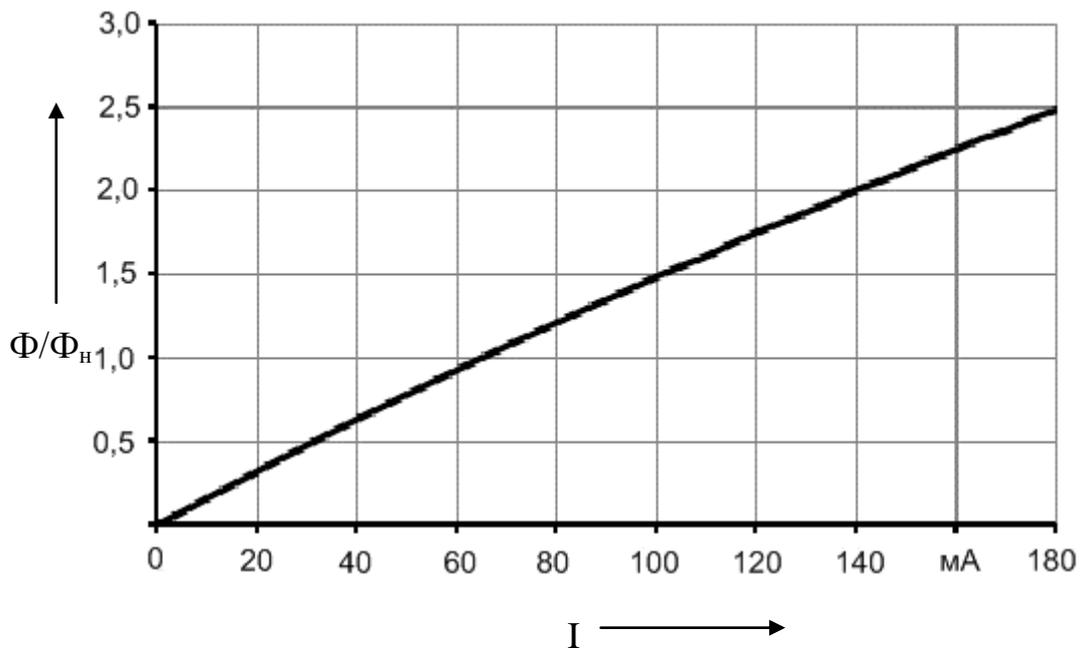


Рисунок 2.6 – График зависимости относительного светового потока от прямого тока Samsung_LM561B

Таблица 2.2 – Параметры светодиода Samsung_LM561B при различных токах

Прямой ток I, мА	Прямое напряжение U, В	Световой поток Φ, Лм	Мощность P, Вт	Световая отдача η , Лм/Вт
60	2,82	29,7	0,17	175,53
90	2,91	43,55	0,26	166,28
120	2,99	57,75	0,36	160,95
150	3,06	70,5	0,46	153,59
180	3,12	80	0,56	142,45

Проанализировали китайские светодиоды компании NationStar. Взяли полуваттную модель NationStar FM P3528. У этого светодиода максимальный прямой ток равен 200 мА [13]. Типичное значение светового потока при токе 150 мА равно 58,42 Лм. Коэффициент цветопередачи превышает 80. Необходимые для расчетов характеристики приведены на рисунках 2.7 и 2.8. Результаты расчетов и найденные по характеристикам параметры сведены в таблицу 2.3.

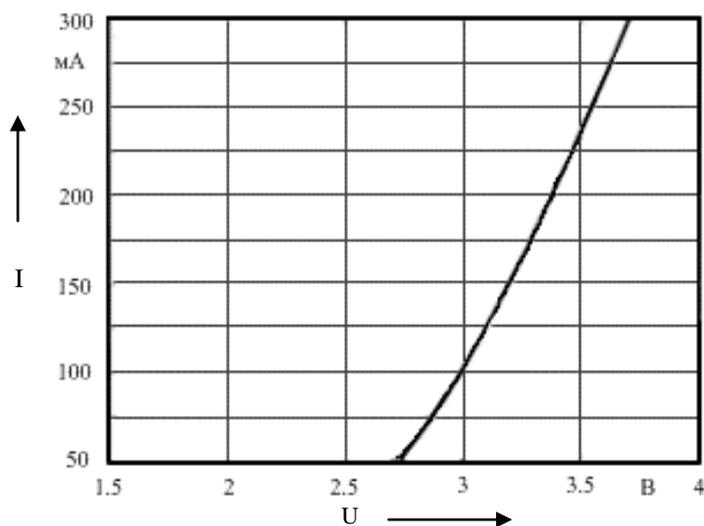


Рисунок 2.7 – Вольтамперная характеристика NationStar FM P3528

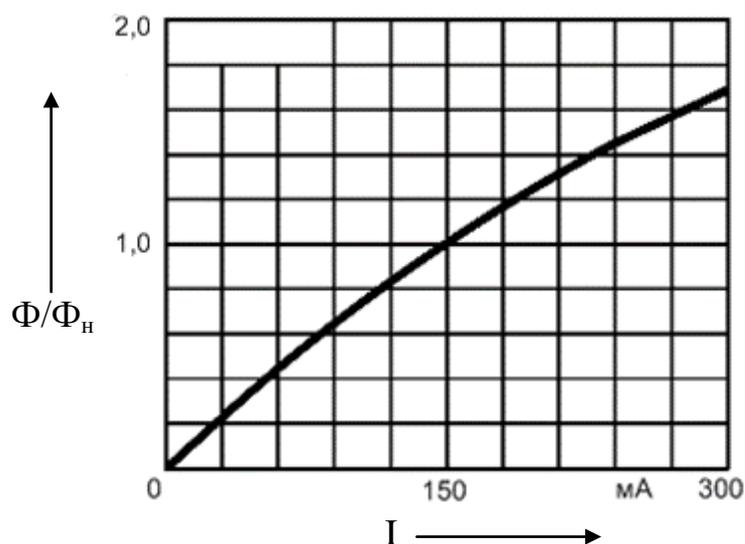


Рисунок 2.8 – График зависимости относительного светового потока от прямого тока светодиода NationStar FM P3528

Таблица 2.3 – Параметры светодиода NationStar FM P3528 при различных токах

Прямой ток I, мА	Прямое напряжение U, В	Световой поток Φ, Лм	Мощность P, Вт	Световая отдача η , Лм/Вт
60	2,83	26,8	0,17	157,8
90	2,95	38,7	0,27	145,8
120	3,02	48,84	0,36	134,8
150	3,1	58,42	0,47	125,6
180	3,19	69	0,57	120,2

Теперь рассмотрим светодиод фирмы Nichia NFSW172AT. Открываем техническую документацию [14] и видим, что максимальный ток равен 250мА. Рабочая температура такого светодиода колеблется в районе минус 40 до 125°С. Температура перехода не должна превышать 150°С. При рабочем токе 150мА на диоде падает напряжение 3 В. Световой поток при том же токе равен 55Лм. По вольтамперной характеристике и графику зависимости относительного светового потока от тока, представленных на рисунках 2.9 и 2.10 соответственно, рассчитали необходимые параметры и занесли в таблицу 2.4.

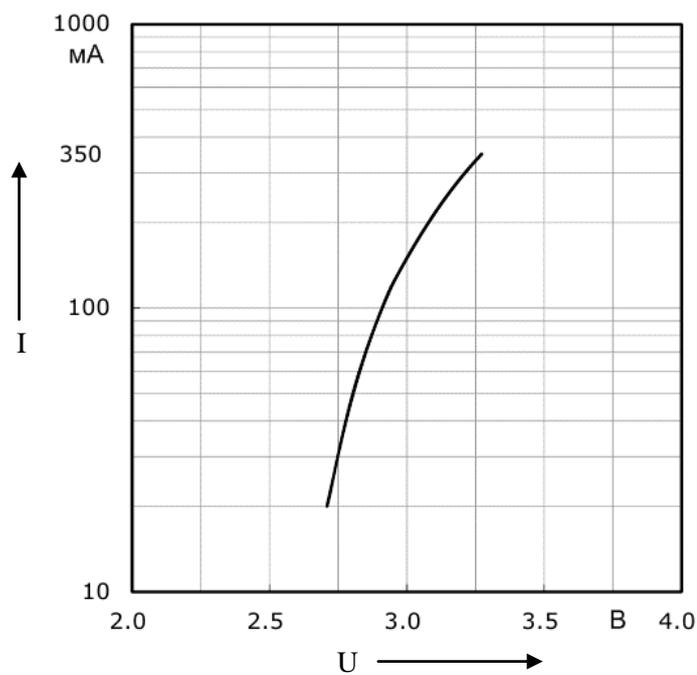


Рисунок 2.9 – Вольтамперная характеристика светодиода Nichia NFSW172AT

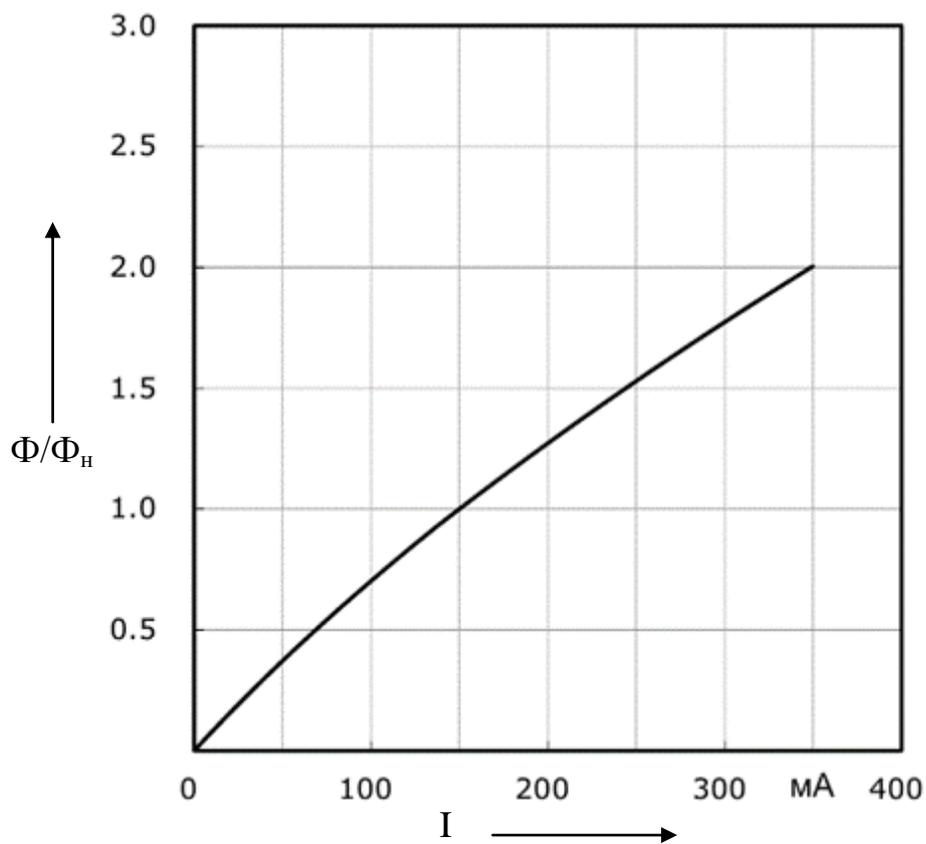


Рисунок 2.10 – График зависимости относительного светового потока от прямого тока светодиода Nichia NFSW172AT

Таблица 2.4 – Параметры светодиода Nichia NFSW172AT при различных токах

Прямой ток I, мА	Прямое напряжение U, В	Световой поток Φ, Лм	Мощность P, Вт	Световая отдача η , Лм/Вт
60	2,78	25	0,17	149,88
90	2,85	35,75	0,26	139,38
120	2,92	44,91	0,35	128,17
150	3,00	55,00	0,45	122,22
180	3,06	61,85	0,55	112,29

Теперь проанализируем полуваттные светодиоды компании Edison: PLCC 2835 и PLCC 5630. Обладают высокой эффективностью и большим сроком работы. Данные светодиоды являются хорошим выбором в качестве источника освещения в помещениях общего назначения. При разработке светодиодов серии PLCC 2835 использовалась технология InGaN/GaN. Минимальный коэффициент цветопередачи равен 80. Угол рассеивание таких светодиодов составляет 120°. Характеристики светодиодов серии PLCC 2835 приведены на рисунках 2.11 и 2.12. Для светодиода серии PLCC 2835 (2T03X5NW11000003) при токе 150мА взяли световой поток 62,5 Лм при 4000 К. Согласно технической документации данный светодиод может работать до 85°С и выдерживать токи до 200мА. Рабочее напряжение при данном токе равно 3,3 В. [15]

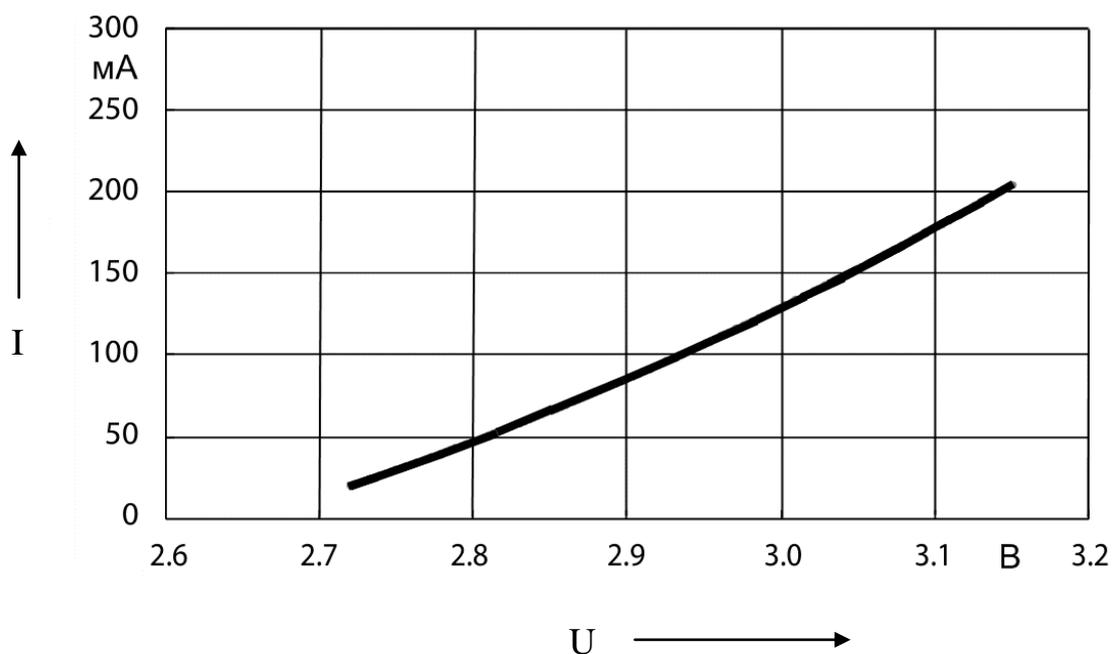


Рисунок 2.11 – Вольтамперная характеристика Edison PLCC 2835

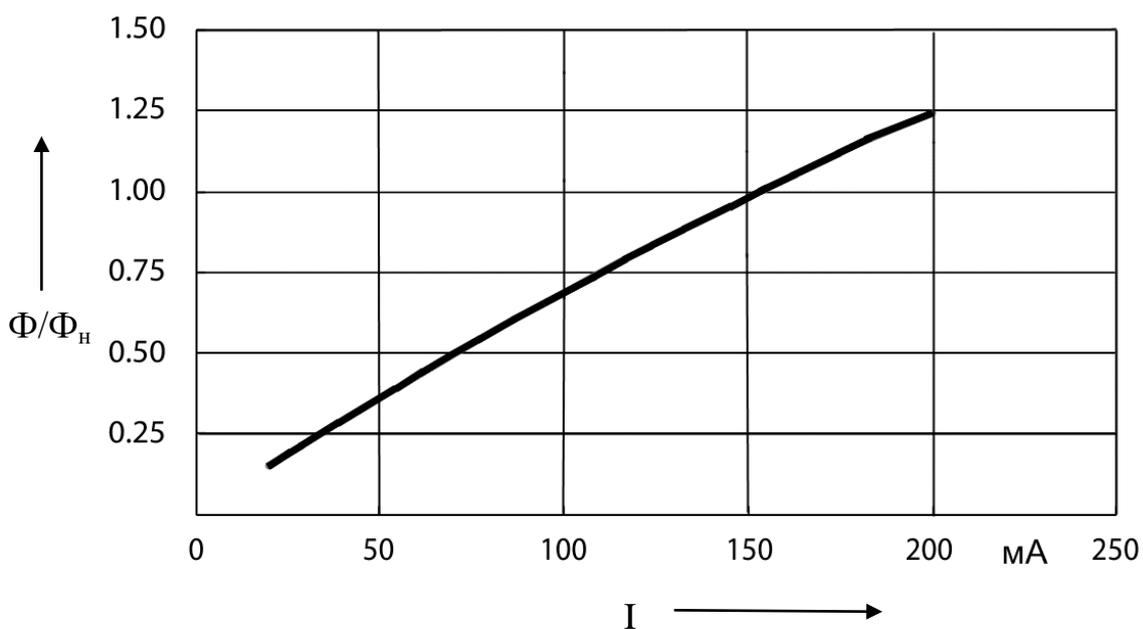


Рисунок 2.12 – График зависимости относительного светового потока от прямого тока

Светодиод серии PLCC 5630 (2T05X5NW20000001) обладает более низким коэффициентом передачи по сравнению с предыдущими диодами. Минимальный составляет всего 70. Его цветовая температура находится в пределах 3800-5000К. Из диапазона значений светового потока взяли 55 Лм.

Согласно технической документации, данный светодиод может работать до 80°C и, как и предыдущий, выдерживать токи до 200мА. При токе 150мА на нем также падает напряжение 3,3 В [16]. Все необходимые характеристики представлены на рисунках 2.13 и 2.14.

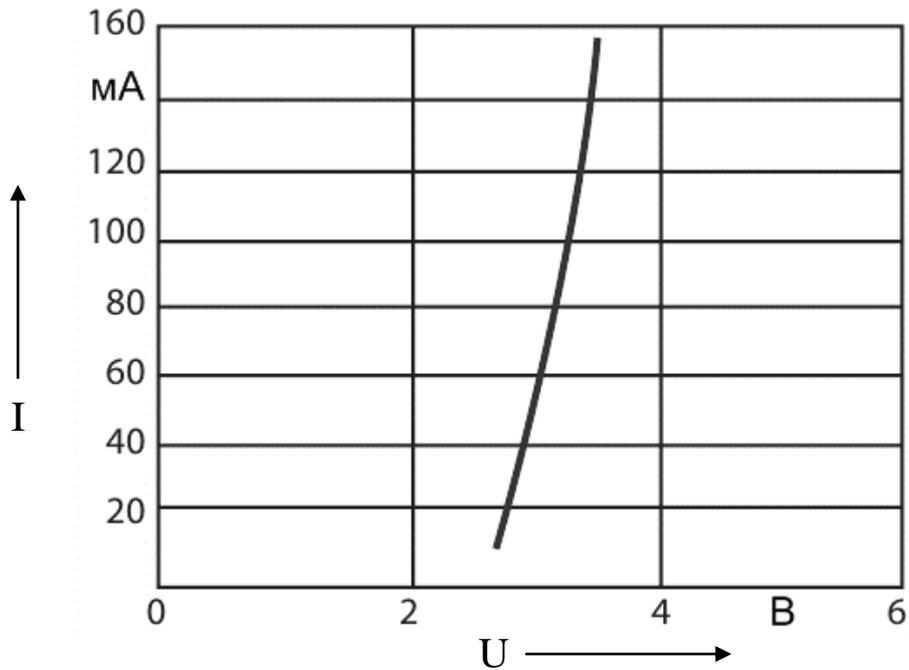


Рисунок 2.13 – Вольтамперная характеристика Edison PLCC 5630

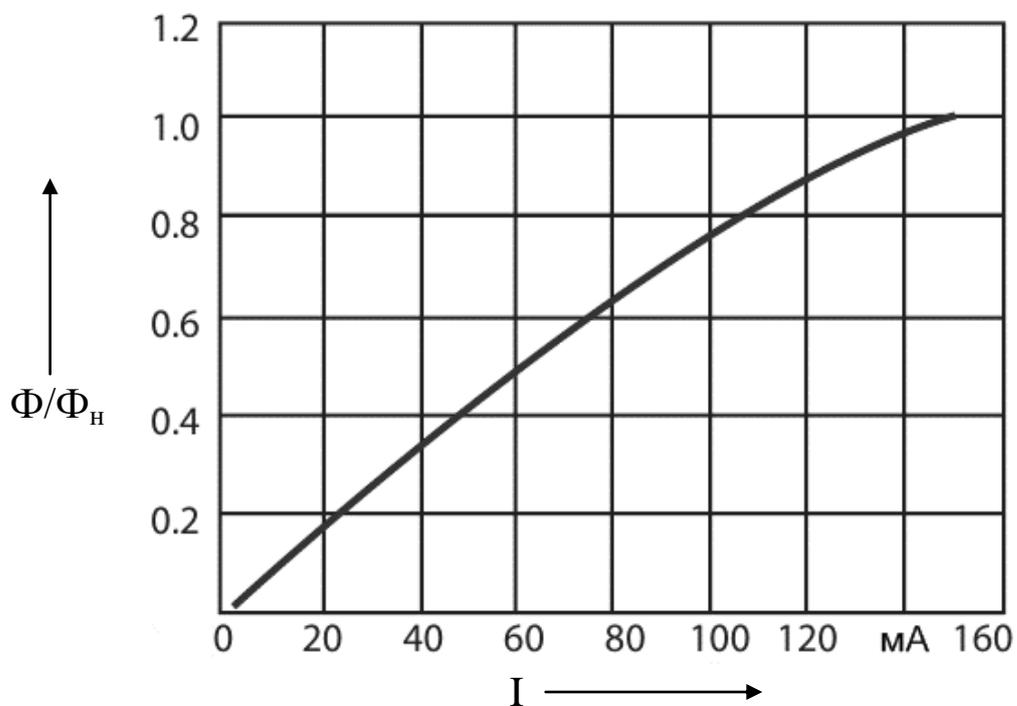


Рисунок 2.14 – График зависимости относительного светового потока от прямого тока светодиода Edison PLCC 5630

Все найденные и расчетные данные занесли в таблицы 2.5 и 2.6. Для второго светодиода почему-то характеристики даны для значений токов, не превышающих 160 мА, хотя предельное значение – 200 мА. Как видно из таблиц, первый светодиод имеет более высокую световую отдачу относительно второго.

Таблица 2.5 – Параметры светодиода Edison PLCC 2835 при различных токах

Прямой ток I, мА	Прямое напряжение U, В	Световой поток Φ, Лм	Мощность P, Вт	Световая отдача η, Лм/Вт
60	2,83	27,8	0,17	163,72
90	2,89	40,3	0,26	154,94
120	2,94	51,4	0,36	145,69
150	3,04	62,5	0,46	137,06
180	3,13	74,3	0,56	131,88

Таблица 2.6 – Параметры светодиода Edison PLCC 5630 при различных токах

Прямой ток I, мА	Прямое напряжение U, В	Световой поток Φ, Лм	Мощность P, Вт	Световая отдача η, Лм/Вт
60	3,05	27,4	0,18	149,73
90	3,13	38,4	0,28	136,32
120	3,22	47,2	0,39	122,15
150	3,3	55	0,50	111,11

Рассмотрели светодиод SLLP-5630-206H-NW LED корпорации SemiLEDs. Цветовая температура данного светодиода лежит в диапазоне 3700-4750 К. Это нейтральный белый светодиод с углом свечения 120°. Максимальный прямой ток не должен превышать 180 мА. При токе 150 мА на приборе падает напряжение 3,3 В, световой поток равен 51,3 Лм [17]. Необходимые характеристики для расчетов приведены на рисунках 2.15 и 2.16.

Результаты расчетов и найденные по характеристикам параметры сведены в таблицу 2.7.

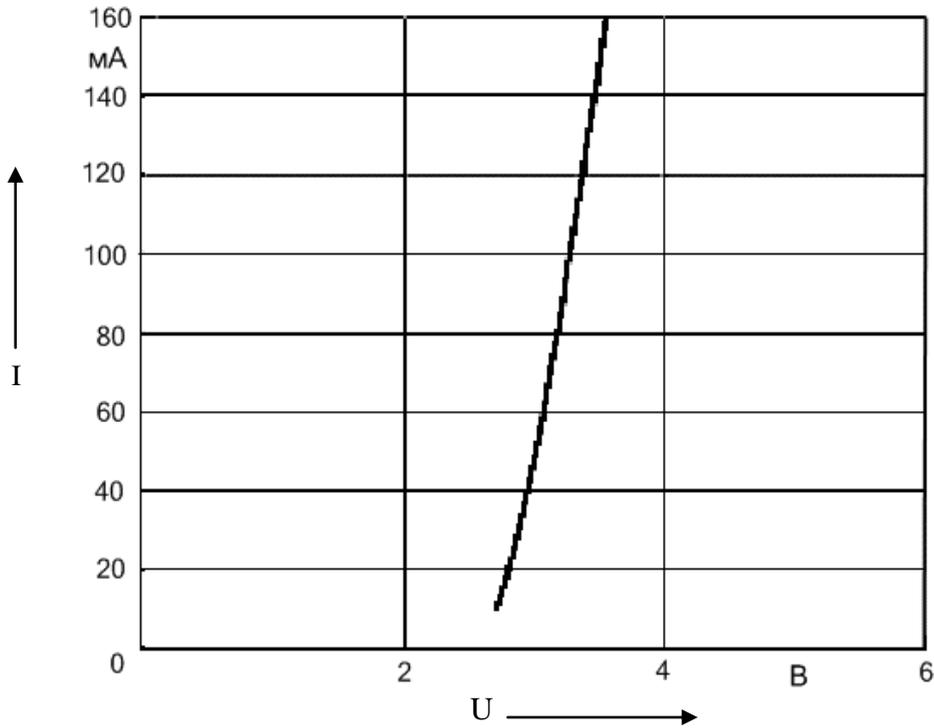


Рисунок 2.15 – Вольтамперная характеристика светодиода SemiLEDs SLLP-5630-206H-NW

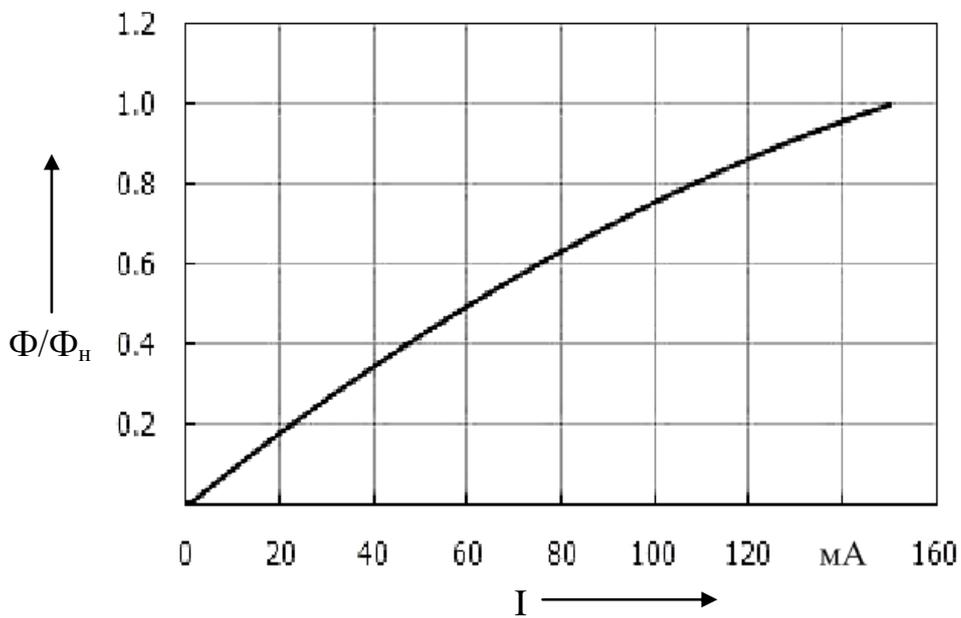


Рисунок 2.16 – График зависимости относительного светового потока от прямого тока светодиода SemiLEDs SLLP-5630-206H-NW

Таблица 2.7 – Параметры светодиода SemiLEDs SLLP-5630-206H-NW при различных токах

Прямой ток I, мА	Прямое напряжение U, В	Световой поток Φ, Лм	Мощность P, Вт	Световая отдача η, Лм/Вт
60	3	25,65	0,18	142,50
90	3,12	35,9	0,28	127,85
120	3,2	43,6	0,38	113,54
150	3,3	51,3	0,50	103,64

Сравнительные характеристики светодиодов приведены на рисунке 2.17.

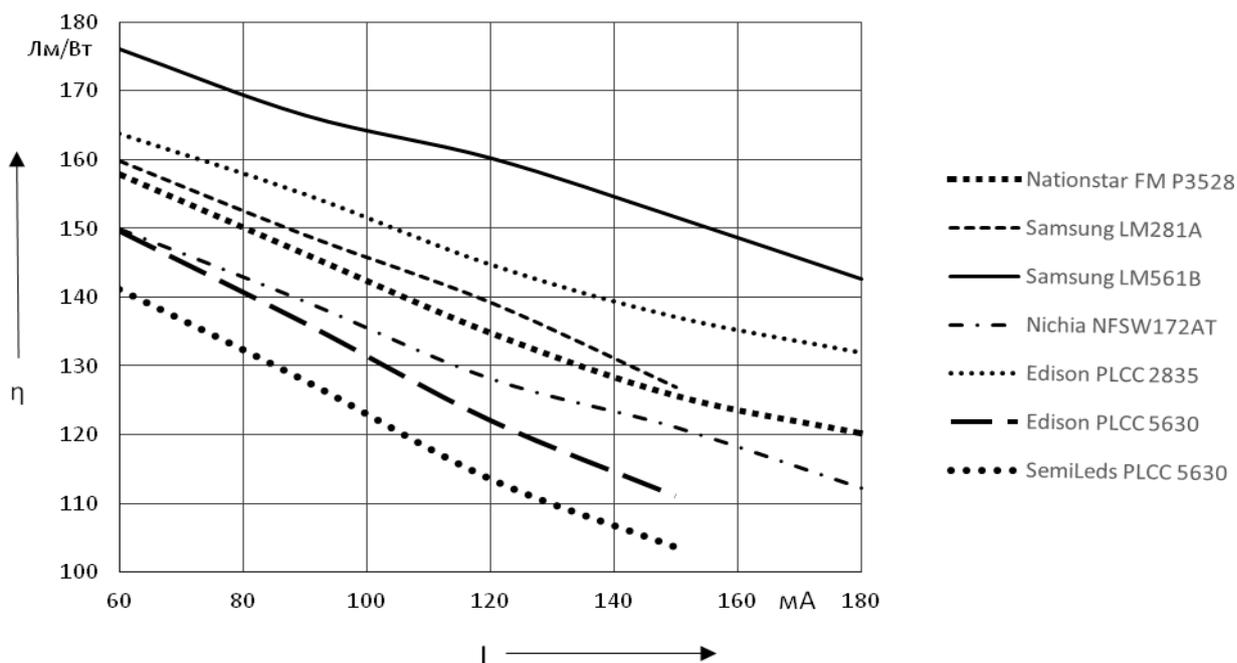


Рисунок 2.17 – График зависимостей световой отдачи различных светодиодов от тока

В результате анализа определили светодиод, обладающий наибольшей эффективностью. Это светодиод Samsung LM561B. При токе 150 мА его световая отдача составляет 153,6 Лм/Вт. Самая низкая светоотдача у светодиода SemiLEDs SLLP-5630-206H-NW.

2.2 Компоновка платы

В результате анализа были выбраны светодиоды Samsung_LM561B. Светодиоды на плате можно установить разными способами: последовательно, параллельно, последовательно-параллельно.

Нам нужно выбрать наиболее оптимальный вариант. Считается, что последовательное соединение полупроводниковых приборов наиболее эффективное, чем параллельное. Хотя такой вид включения не всегда можно легко реализовать, особенно когда последовательно соединяются не один или два диода, а шесть, семь и более.

Светодиод является нелинейным прибором, и его вольтамперная характеристика по форме похожа на ВАХ известного кремниевого диода. Рассматривая данную характеристику, важно отметить, что если падение напряжения немного повысить, например, на 0,2 В (для Samsung_LM561B от 2,9 до 3,1 В), то ток, протекающий через этот элемент, увеличится примерно в два раза (от 80 до 170 мА). Если по-другому это сформулировать, то получится вот так: если сильно увеличить или уменьшить силу тока, то напряжения на нем несильно изменится. Ещё один серьёзный момент заключается в следующем: напряжение светодиодов, которые входят в одну и ту же серию, необязательно будет точно одинаковым для каждого из них. Эта величина может различной, и разница может составлять несколько десятых долей вольта. Вот именно из-за этого наибольшее распространение имеют светодиодные драйверы, которые стабилизируют силу тока, а не напряжение. Также при сравнительном анализе светодиодов мы использовали зависимости относительного светового потока от тока, а не от напряжения. При параллельном и последовательном соединениях диодов могут возникнуть некоторые проблемы. Связаны эти трудности с тем, что вольтамперные характеристики полупроводниковых приборов одного и того же типа могут немного отличаться друг от друга [18]. При последовательном соединении приборов разброс обратных ветвей вольтамперных характеристик вызывает неравномерное распределение обратного напряжения между

приборами, что может привести к пробоем одного из приборов. Но нам не нужно подавать обратное напряжение на светодиоды, поэтому разброс обратных ветвей ВАХ отдельных светодиодов можно не учитывать. Рассмотрим схему последовательного включения светодиодов (рисунок 2.18).

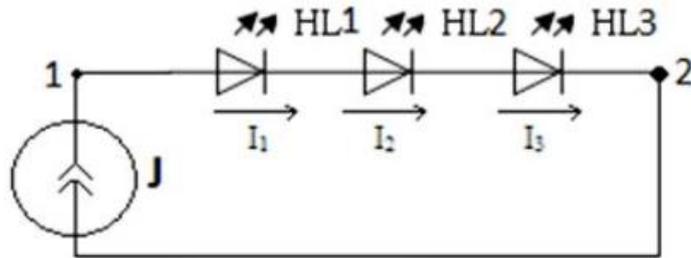


Рисунок 2.18 – Схема последовательного включения светодиодов

Здесь три светодиода последовательно подключены к источнику постоянного тока. Допустим, источник тока является идеальным, т.е. этот источник обеспечивает неизменяющееся значение силы тока при любой нагрузке. Все светодиоды соединены последовательно, и ток через все диоды протекает одинаковый. Следовательно, световой поток у всех приборов будет иметь одно и то же значение. Какое напряжение приложено ко всем диодам? Так как они соединены последовательно, то их падения напряжений складываются при нахождении эквивалентного. То, что на отдельных элементах напряжения неодинаковые, не имеет значения в данной схеме. Но при таком соединении полупроводниковых приборов можно столкнуться со следующими проблемами. Если перегорит хотя бы один прибор, то все оставшиеся то же перестанут гореть. Также, если необходимо соединить много диодов, то нужно применять высоковольтное питание для светильника. И тогда надо использовать повышающий преобразователь, что ведет к большим габаритам, повышенным затратам и снижению КПД.

Последовательное включение светоизлучающих диодов мы рассмотрели, теперь анализируем параллельное включение тех же трех приборов (рисунок 2.19).

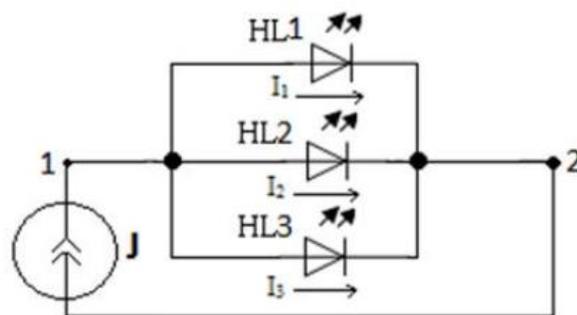


Рисунок 2.19 – Схема параллельного подключения светодиодов

В данной схеме необходимо, чтобы ток, вырабатываемый источником, был равен сумме токов, протекающих через каждый диод. И значение этих токов должно быть достаточным, чтобы светодиод нормально горел, и не превышать максимально допустимое значение. Например, полуваттные светодиоды Samsung работают на токе 150 мА, и, чтобы обеспечить этот режим, необходимо, чтобы источник тока вырабатывал 450 мА. Но было замечено, что у диодов значения прямого напряжения при одинаковом токе немного различно. При данном соединении приборов из-за разброса прямых ветвей вольт-амперных характеристик ток от источника питания распределится по ветвям не на идеально равные части, то есть ток 450 мА поделится не на равные 150 мА. Может получиться так, что одни приборы будут перегружены по току, а другие, наоборот, недоиспользованы. У приборов в одном светильнике будет различная яркость свечения. Возьмем нашу схему с параллельным соединением приборов. Допустим, что при прямом токе 150 мА напряжение на трех диодах равно 3,1 В, 3,3 В, 3,5 В. Тогда общий ток поделится примерно так: через первый потечет 170 мА, через второй – 150 мА, а через третий – 130 мА. Чтобы решить данную проблему, иногда в каждую параллельную ветвь добавляют по резистору. Но эти элементы понижают эффективность светильника. Также стоит учитывать, что распределение токов ещё зависит от того, какая температура у того или иного прибора [19]. Для решения этой проблемы необходимо стремиться к тому, чтобы приборы одинаково охлаждались. Ещё это распределение зависит от

активного сопротивления выводов и от взаимной индуктивности параллельных ветвей.

Последовательно-параллельное включение используется в тех случаях, когда необходимо соединить немалое число полупроводниковых приборов. Здесь светодиоды включаются последовательно в группы, которые затем соединяются между собой параллельно.

Очень часто в современных светильниках диоды соединяют между собой последовательно в группы, а группы между собой – параллельно. В некоторых устройствах используют последовательное включение пар светодиодов, где в каждой паре приборы соединены параллельно между собой.

Рассмотрим последовательное и последовательно-параллельное соединение полупроводниковых приборов. Во-втором случае соединим некоторое количество светодиодов последовательно между собой в группы, а затем эти группы включим параллельно, и наоборот, внутри группы светодиоды включим параллельно, а сами группы – последовательно.

Посмотрим, какими будут выходные параметры платы при соединении диодов последовательно по 7, 11 и 15 штук, при последовательно-параллельном соединении диодов 2x7 (две группы по семь последовательных диодов включены параллельно), 2x8 (две группы по восемь последовательных диодов включены параллельно), 2x9 (две группы по девять последовательных диодов включены параллельно), 2x11 (две группы по одиннадцать последовательных диодов включены параллельно). Также рассмотрим параллельное соединение групп диодов, внутри которых приборы включены между собой последовательно: 3x6 (три группы по шесть последовательных диодов включены параллельно) и 3x8 (три группы по восемь последовательных диодов включены параллельно). В качестве выходных параметров рассмотрим ток платы, общее напряжение и мощность. Светодиоды Samsung_LM561B работают на токах до 180мА, рабочее прямое напряжение у них 2,7 - 3,2 в зависимости от протекающего тока. Рассчитаем выходные параметры для токов 120мА, 150мА,

175мА. Результаты расчетов для плат с различными вариантами включения диодов приведены в таблицах 2.8 (последовательное включение светодиодов), 2.9 (по две параллельных группы с последовательными диодами) и 2.10 (по три параллельных группы с последовательными диодами).

Таблица 2.8 – Выходные параметры плат с последовательными включением светодиодов

Количество светодиодов	Ток через диод, мА/диод	Напряжение на диоде, В/диод	I _{вых} , мА	U(плата), В	Мощность P, Вт	Световой поток, Лм
7	120	2,99	120	20,93	2,51	404
	150	3,06	150	21,42	3,21	494
	175	3,12	175	21,84	3,82	550
11	120	2,99	120	32,89	3,95	635
	150	3,06	150	33,66	5,05	776
	175	3,12	175	34,32	6,01	864
15	120	2,99	120	44,85	5,38	866
	150	3,06	150	45,90	6,89	1058
	175	3,12	175	46,80	8,19	1178

Таблица 2.9 – Выходные параметры плат 2x6, 2x8, 2x9 и 2x11

Включение платы	Ток через диод, мА/диод	Напряжение на диоде, В/диод	I _{вых} , мА	U(плата), В	Мощность P, Вт	Световой поток, Лм
2x7	120	2,99	240	17,94	4,31	693
	150	3,06	300	18,36	5,51	846
	175	3,12	350	18,72	6,55	960
2x8	120	2,99	240	23,92	5,74	924
	150	3,06	300	24,48	7,34	1128
	175	3,12	350	24,96	8,74	1280
2x9	120	2,99	240	26,91	6,46	1040
	150	3,06	300	27,54	8,26	1269
	175	3,12	350	28,08	9,83	1440
2x11	120	2,99	240	32,89	7,89	1271

	150	3,06	300	33,66	10,10	1551
	175	3,12	350	34,32	12,01	1760

Таблица 2.10 – Выходные параметры плат 3x6 и 3x8

Включение платы	Ток через диод, мА/диод	Напряжение на диоде, В/диод	I _{вых} , мА	U(плата), В	Мощность P, Вт	Световой поток, Лм
3x6	120	2,99	360	17,94	6,46	1040
	150	3,06	450	18,36	8,26	1269
	175	3,12	525	18,72	9,83	1413
3x8	120	2,99	360	23,92	8,61	1386
	150	3,06	450	24,48	11,02	1692
	175	3,12	525	24,96	13,10	1884

2.3 Компоновка модуля

Мы рассмотрели несколько вариантов сборки платы. В принципе можно выбрать любую компоновку. Выберем наиболее простую в реализации – последовательное включение 11 светодиодов. Ведь в схемах с параллельным соединением необходимо учитывать возможное неравное распределение токов в группах. Разрабатываемый светильник будет принимать прямоугольную форму (узкий по ширине, вытянутый по длине). Теперь сделаем компоновку этих плат. Платы можно соединять между собой последовательно, параллельно, последовательно-параллельно. В результате этой компоновки мы должны получить модуль, мощность которого не более 20 Вт, а световой поток – не менее 2000 Лм.

Произвели последовательную, параллельную компоновку плат 1x11 в количестве до 5 штук. Расчеты для последовательного подключения плат приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Параметры светодиодного модуля при последовательном подключении различного числа плат 1x11

Количество плат	Ток на диоде, мА	I _{вых} , мА	U _{вых} , В	Мощность P, Вт	Световой поток, Лм
2	120	120	65,78	7,89	1271
	150	150	67,32	10,10	1551
	175	175	68,64	12,01	1727
3	120	120	98,67	11,84	1906
	150	150	100,98	15,15	2327
	175	175	102,96	18,02	2591
4	120	120	131,56	15,79	2541
	150	150	134,64	20,20	3102
	175	175	137,28	24,02	3454
5	120	120	164,45	19,73	3176
	150	150	168,30	25,25	3878
	175	175	171,60	30,03	4318

Расчеты для параллельного включения плат приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Параметры светодиодного модуля при параллельном подключении различного числа плат 1x1

Количество плат	Ток на диоде, мА	I _{вых} , мА	U _{вых} , В	Мощность P, Вт	Световой поток, Лм
2	120	240	32,89	7,89	1271
	150	300	33,66	10,10	1551
	175	350	34,32	12,01	1727
3	120	360	32,89	11,84	1906
	150	450	33,66	15,20	2327
	175	525	34,32	18,02	2591
4	120	480	32,89	15,79	2541
	150	600	33,66	20,20	3102
	175	700	34,32	23,87	3454
5	120	600	32,89	19,73	3176
	150	750	33,66	25,25	3878
	175	875	34,32	30,03	4318

Ранее уже было отмечено, что последовательное соединение наиболее предпочтительно, так как в этом случае нет необходимости обеспечивать

выравнивания токов в параллельных цепях. Параллельное соединение позволяет использовать более простые и дешевые драйверы без повышающих напряжение устройств. Лучшим вариантом являются многоканальные драйверы, у которых каждая линейка подключается к своему каналу, обеспечивающему необходимое постоянное значение тока. Конечно, такие светодиодные драйверы стоят недешево. Как видно из таблицы 1 при последовательном включении плат получается большое выходное напряжение, 4 и 5 плат уже не стоит использовать. Очень неплохой вариант – это 3 последовательных платы. Подходящие параметры модуля обеспечиваются при токе 150 мА через светодиоды: мощность модуля не превышает 20 Вт, а световой поток уже больше 2000 Лм. Ток в 150 мА является достаточным для яркого свечения диодов, и в то же время, это значение не так близко к предельному.

Светодиодный модуль, помимо светодиодов, включает в себя полный набор оптических, электрических, механических и тепловых компонентов, т.е он содержит корпус, драйвер и вторичную оптику. Зачем для нашего модуля нужна вторичная оптика? И что это вообще такое? Вторичная оптика - это линзы, отражатели, рефлекторы и рассеиватели. Поскольку светодиод излучает довольно чистый и узконаправленный свет, смотреть на него не совсем комфортно. При освещении необходимо создавать определенное светораспределение. Также нужно получать определенное количество света в определенных местах, т.е. свет нуждается в управлении. Именно вторичная оптика позволяет сделать направленный свет светодиодов приемлемым для освещения, комфортным для глаз людей, позволяет эффективно использовать световую энергию.

В нашем модуле будет использоваться рассеиватель. Рассеиватели обеспечивают комфортное светораспределение, делают излучаемый светодиодами свет менее опасным для глаз, также защищают осветительные приборы от внешней окружающей среды, от воздействий влаги, пыли и др. В качестве материалов для рассеивателей часто используют оргстекло,

поликарбонат, акриловое стекло и др. Существуют рассеиватели разных окрасок, с различными рисунками. Такой материал, как поликарбонат, может пережить повышенную температуру, относительно сильные механические воздействия. Он более пожаробезопасный, по сравнению с акриловым стеклом. Из такого материала обычно делают призматические рассеиватели. У таких рассеивателей очень маленького размера призмы преломляют свет, что приводит к рассеиванию световой энергии. Призматические рассеиватели пропускают и рассеивают наибольшее количество света. Очень прочным считается монолитный поликарбонат. В качестве примера на рисунке 2.20 приведен рассеиватель из поликарбоната с рисунком «микропризма». Светопропускаемость такого рассеивателя – 83%.



Рисунок 2.20 – Рассеивающая крышка из поликарбоната с рисунком «микропризма»

Что можно сказать в пользу полиметилметакрилата? Такой материал очень прозрачен, по этому параметру может обойти стекла. Этот материал по-другому называют акриловым стеклом. Акриловое стекло устойчиво к старению, имеет высокую долговечность. Используя акриловое стекло, получают опаловые или матовые рассеиватели. С такими рассеивателями можно создавать

светильники с оригинальным внешним видом. Матовые рассеиватели считаются самыми дорогими, ведь они делают свет мягким, теплым для органов зрения [20]. На рисунке 2.21 приведен рассеиватель с рисунком «опал». Светопроницаемость такого рассеивателя – 73%.



Рисунок 2.21 – Рассеивающая крышка из полиметилметакрилата с рисунком «опал»

На рисунке 2.22 показан рассеиватель с оригинальным рисунком «соты». Его светопроницаемость составляет 85%.



Рисунок 2.22 – Рассеивающая крышка из полиметилметакрилата с рисунком «соты»

Возьмем рассеиватель из полиметилметакрилата с рисунком «колотый лед». Его вид приведен на рисунке 2.23. Такой рассеиватель создаст очень комфортный свет, и в тоже время имеет очень привлекательный внешний вид.



Рисунок 2.23 - Рассеиватель из полиметилметакрилата с рисунком «колотый лед»

Как устанавливают рассеиватель? Обычно он крепится на корпус, точнее на профиль. Профили делают в виде прямоугольников, если сам модуль имеет прямоугольную форму. Рассеивающую крышку можно прикрепить к корпусу с помощью замков крепления, как показано на рисунке 2.24.



Рисунок 2.24 – Крепление рассеивающей крышки к корпусу с помощью замков крепления

Для светильников типа «Армстронг» применяют крепление, показанное на рисунке 2.25.



Рисунок 2.25 – Крепление рассеивающей крышки к корпусу типа «Армстронг»

Для того, чтобы светильники долго служили, светодиодам необходимо обеспечить правильное охлаждение. Зачем? Ведь выше говорилось о том, что светодиодные светильники не нагреваются до высоких температур. Но все-таки они нагреваются.

Большой составляющей всего излучения, выделяемого светодиодом, является тепло [21]. А это тепло, если оно не отводится, снижает световой поток, также снижает срок жизни самих светодиодов, вызывая их деградацию. На рисунке 2.26 приведена зависимость светового потока светодиода Samsung_LM561B от температуры.

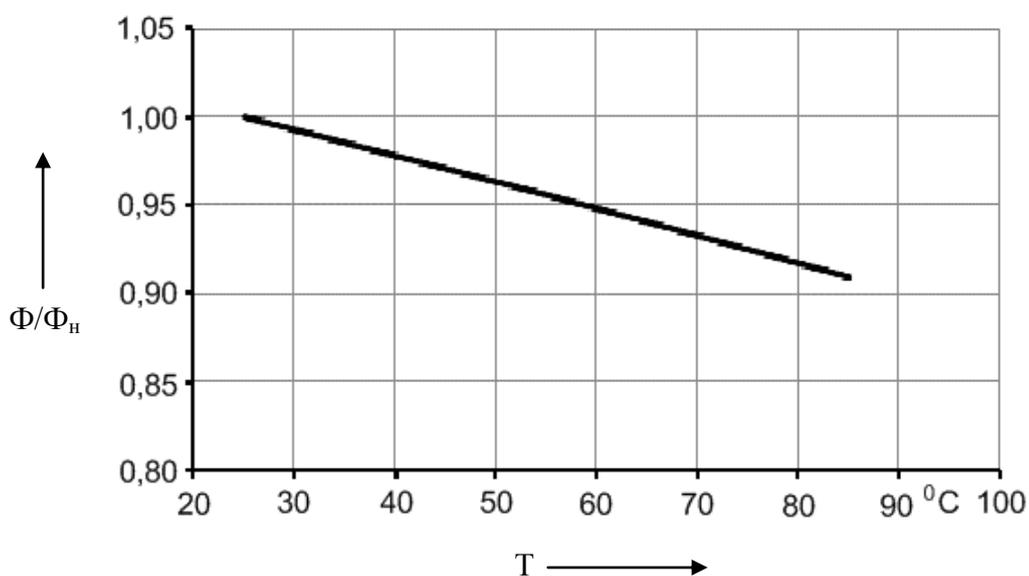


Рисунок 2.26 – Зависимость светового потока светодиода от температуры

Таким образом, для данных источников света нужны радиаторы. На один ватт рекомендуется охладитель площадью 20-30 см². Обычно радиатором светодиодного светильника является корпус. Корпуса для светодиодных источников света, кроме хорошего теплоотвода, должны удовлетворять некоторым другим требованиям. Во-первых, они должны быть долговечными. Корпуса должны переносить перепады температур, небольшие механические воздействия. У них должна быть хорошая вибропрочность. Во-вторых, корпуса должны защищать остальные элементы светильника от влаги, от пыли и т.д. Также являются немаловажными такие показатели, как простота монтажа и

удобство и легкость в обслуживании. Качество корпуса влияет на эффективность и срок службы светодиодного светильника.

Теперь посмотрим, из чего можно сделать корпус светильника, и какими будет обладать свойствами тот или иной корпус. В качестве материалов для корпусов используют алюминий, пластик, нержавеющую или легированную сталь. Нержавеющую сталь иногда называют антивандальным материалом. А все из-за того, что этот материал обладает очень высокой прочностью. Светильник из нержавеющей стали трудно разобрать или сломать. Но такой корпус имеет высокую цену. Легированная сталь тоже имеет высокую прочность. Корпуса из нее устойчивы к любым климатическим условиям, не боятся пыли и влаги. Также для такого материала характерны долговечность и удобство монтажа. Как и любой материал, легированная сталь имеет свои недостатки. Этими недостатками являются дороговизна и большой вес. Весит такой материал много, и поэтому приходится уменьшать толщину стали. Некоторые корпуса из данного материала имеют толщину всего около 0,4 мм. Чем же славятся пластиковые корпуса? Они достаточно дешевые и очень безопасные. Пластик плохо проводит ток, поэтому риск поражения электричеством довольно низок. Корпус из пластика довольно прост в изготовлении. Также он не боится климатических воздействий, влаги, пыли. Но что же мешает пластику быть наиболее распространенным и популярным? Может у него имеются какие-нибудь важные недостатки? Конечно, они имеются. Пластик – это плохой теплоотводящий материал. Мощные светодиодные лампы использовать с таким корпусом нежелательно. У пластика низкая прочность. Такой корпус легко можно повредить с помощью механического воздействия. Наиболее популярным является алюминиевый корпус. Данный корпус славится высокими показателями качества. Он легко гнется и хорошо переносит переработку. Такой материал, как алюминий, из-за мягкости и легкоплавкости, может принять любую форму, какую захочет изготовитель или потребитель светильников. Корпус из алюминия прост в изготовлении. Такой корпус можно создать любой формы и размера.

Обычно корпуса делают прямоугольной или квадратной формой. Корпус для светильника типа «Армстронг» показан на рисунке 2.27.

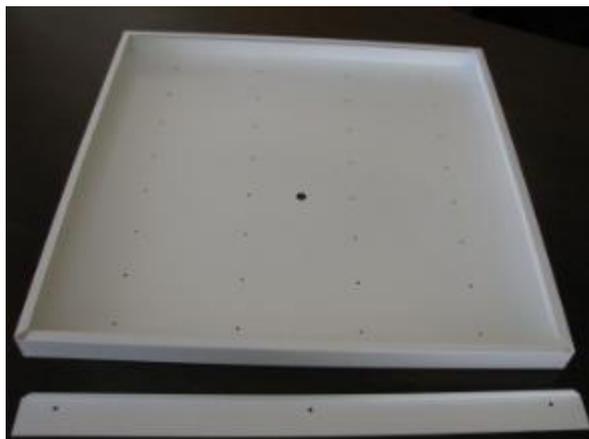


Рисунок 2.27 – Корпус для светильника типа «Армстронг»

Из-за малого веса корпуса светильник можно вешать где угодно и прикреплять к различным поверхностям. Не смотря на мягкость и легкоплавкость, алюминий может перенести механические удары. Он обладает свойством высокой прочности от ударов. Не будет ошибкой, если назвать корпуса из алюминия долговечными. Также алюминий заслуживает широкого распространения вследствие такого свойства, как обеспечение стабильного теплоотвода. Алюминий – это очень хороший проводник. Если светильник подключен к высокому напряжению, то для потребителя есть опасная возможность быть пораженным электрическим током. Но обычно к светильнику подводится пониженное напряжение, обеспечиваемое драйвером, так как светодиодам для работы не нужно большое падение напряжение. Недостатком алюминиевого корпуса является то, что дефект, образовавшийся в результате повреждения корпуса, устранить очень сложно или даже невозможно. Но несмотря на это, алюминиевый корпус, на мой взгляд, является лучшим решением для нашего светильника.

2.4 Выбор драйвера

Зачем светодиодному модулю нужен драйвер? Какую функцию выполняет это устройство? Начнем с того, что светодиоды необходимо питать постоянным и пониженным относительно сетевого напряжением. От величины тока, протекающего через осветительные приборы, и его пульсаций зависит яркость свечения и комфортность освещения. Также параметры этого тока влияют на срок службы светодиодов. Чтобы у светодиодов был долгий срок жизни, а у светильников с этими светодиодами обеспечивались хорошая надежность и постоянство параметров, через полупроводниковые приборы необходимо пропускать постоянный ток. Как раз драйвер и преобразует переменный ток сети в постоянный определенного, требуемого для нормальной работы диодов, значения. Драйвер - это тот же блок питания, только блок питания стабилизирует напряжение, а драйвер для светодиодных ламп - ток (например, полуваттные светодиоды питаются постоянным током 150mA). Зная параметры светодиодного модуля, несложно подобрать драйвер, у которого выходные характеристики должны соответствовать этим параметрам. Как происходит подбор драйвера? У драйвера есть выходные параметры: ток, напряжение и мощность. Если используются 5 последовательно соединенных светодиодов мощностью 0,5 Вт (рабочий ток находится в пределах 120-160 мА), то для них нужен драйвер, выдающий на выходе мощность 2,5 Вт, ток от 120 до 160 мА. Если для этих 5 светодиодов мощностью 0,5 Вт использовать драйвер с выходной мощностью 10 Вт, то светодиоды сгорят. Если для этих же светодиодов использовать драйвер с выходной мощностью 1 Вт, то полупроводниковые приборы будут светить тускло. Рекомендуется, чтобы максимальная мощность драйвера была чуть выше мощности нагрузки. Это необходимо для того, чтобы источник не перегревался. Использование светодиодного драйвера в предельном режиме может привести к его быстрому выходу из строя.

К драйверу можно предъявить различные требования, которые зависят от того, где будет применяться этот источник. Наш светильник является офисным, поэтому его коэффициент пульсаций тока не должен превосходить 10 %. Если максимальная мощность драйвера больше 15 Вт, то было бы неплохо, чтобы источник содержал в своем составе корректор коэффициента мощности. Также для него нет необходимости иметь широкий диапазон рабочих температур и повышенную защиту корпуса.

Обычно светодиодный драйвер содержит в себе источник питания и схему управления светодиодами. В качестве источника применяется трансформатор или батарея. Эти устройства производят или преобразуют электрический ток. Драйверы преобразуют переменное напряжение в постоянное и уменьшают его значение до уровня, приемлемого для питания светодиодов. Структура осветительного прибора с драйвером показана на рисунке 2.28.

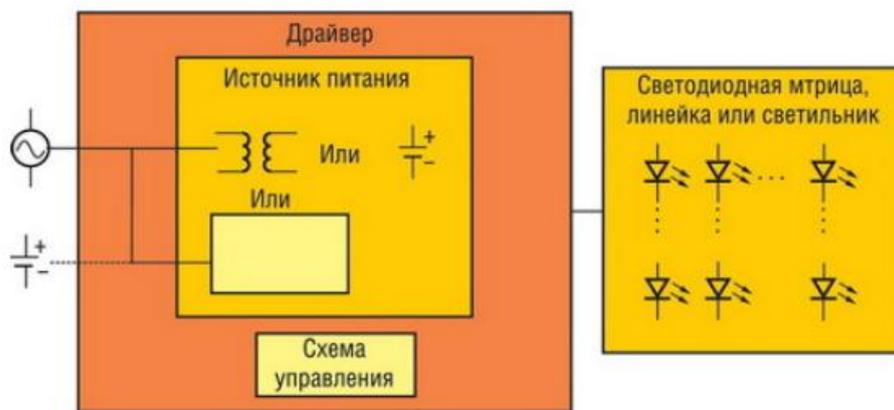


Рисунок 2.28 - Структура светодиодного осветительного прибора с драйвером

Светодиодные источники света являются энергосберегающими источниками света. Поэтому для них очень важно иметь высокий коэффициент полезного действия. Данный коэффициент показывает отношение полезной энергии, затраченной на нагрузку или потребитель, к мощности, которую

драйвер взял из электросети. Если правильно подобрать драйвер, то можно значительно повысить источника искусственного света.

Драйверы бывают интегральными и модульными. Первый тип драйверов делят по методу стабилизации тока ещё на два вида. Это линейные и импульсные источники. Первый вид стабилизаторов особо не применяются в светильниках, так как из-за высоких значений токов светодиодных модулей эти стабилизаторы не имеют хорошую эффективность. Такие драйверы обычно используются только для питания очень ярких полупроводниковых приборов, которые используются в экранах, бегущей строке, в качестве подсветки разных устройств и т.д. Такие приборы не нуждаются в повышенных токах. Для питания светильников обычно используются импульсные стабилизаторы. У светильников с такими драйверами коэффициент полезного действия обычно находится в пределах 94-98%.

Также драйверы можно классифицировать в зависимости от форм входного и выходного напряжений. Бывают DC/DC-понижающие (входное и выходное напряжения имеют постоянное значение, только значение входного превышает значение выходного напряжения), DC/DC-повышающие (по формам совпадает с первым, только теперь выходное напряжение больше входного), DC/DC-понижающе-повышающие и AC/DC-преобразователи (входное – переменное, а выходное – постоянное напряжение). Понижающий драйвер очень часто используется в светодиодных установках. Если для прибора необходимо и увеличивать, и уменьшать выходное напряжение, то применяют DC/DC-понижающе-повышающие источники. Ситуация, где возникает необходимость в таком драйвере, возможно, выглядит следующим образом: необходимо подключить мощный диод с напряжением 4 В к литиевому аккумулятору с выходным напряжением 4,8 В (заряжен) до 3,1 В (разряжен) [22]. Микросхема драйвера содержит понижающий и повышающий каскады, работающие на одну индуктивность. Переключение между каскадами происходит автоматически и зависит от входного напряжения. AC/DC-преобразователи преобразуют

переменный ток в постоянный. Они могут иметь в своем составе корректор коэффициента мощности. Эти драйверы могут быть с или без гальванической связи входа и выхода. Как и почти любое устройство, импульсный источник не избавлен от потерь. Потери могут возникнуть при преобразовании электрического тока, и причиной их возникновения являются неидеальные характеристики входящих в состав драйвера элементов. Чтобы уменьшить эти потери, нужно использовать более продвинутые и качественные элементы. Ещё существуют потери в цепях обратной связи. На эти потери влияет величина опорного напряжения, относительно которого происходит стабилизация тока. Для уменьшения потерь и повышения КПД источника питания используют микросхемы с наименьшим значением напряжения обратной связи, что позволяет использовать меньшую величину сопротивления датчика тока. Чем ниже сопротивление этого датчика, тем меньше энергии рассеивается на нем.

На сегодняшний день существует немало производителей интегральных источников. Производят драйверы такие компании, как Texas Instruments, Mean Well, STMicroelectronics, Arlight, International Rectifier, Аргос-Трейд, ON Semiconductor, Lambda, Power-One.

Для разработанного светодиодного модуля взяли драйвер ARPJ-LAPE120150. Данный драйвер содержит закрытый негерметичный пластиковый корпус. Входное напряжение может колебаться в диапазоне 100-240 В. На выходе этот преобразователь выдает максимальную мощность 18 Вт и стабилизированный ток 150 мА. Выходное напряжение лежит в диапазоне 80-120 В. К такому драйверу подключим последовательно три платы 1x11. Его габаритные размеры 140x45x28. Данный драйвер содержит корректор коэффициента мощности. Значение коэффициента мощности превышает 85%. Драйвер ARPJ-LAPE120150 может работать в диапазоне температур от минус 20 до 50°C. Согласно технической документации на данный продукт коэффициент пульсаций не превышает 5%. Схема подключения трех плат к драйверу ARPJ-LAPE120150 показана на рисунке 2.29.

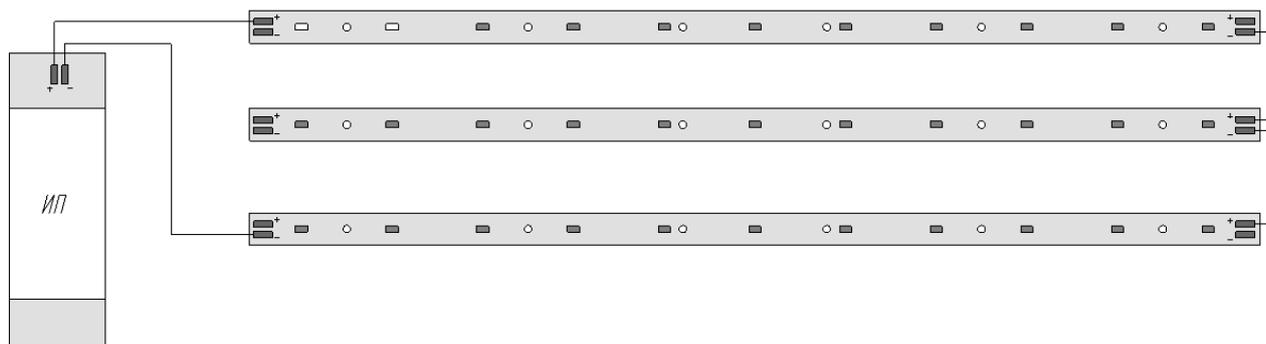


Рисунок 2.29 – Подключение трех плат к драйверу ARPJ-LAPE120150

3 Примерная компоновка светильника

Светильник может содержать в своем составе один или несколько светодиодных модулей. Если бы он содержал один только модуль, то его структура была структурой самого модуля. В структуре разработанного модуля содержатся следующие компоненты: три последовательно соединенных платы с общим количеством светодиодов – 33 штуки, драйвер ARPJ-LAPE120150, алюминиевый корпус и рассеивающая крышка из полиметилметакрилата с рисунком «колотый лед».

Компоновку светильника можно произвести различными способами. Примерная схема светильника, содержащего один светодиодный модуль, будет иметь вид, показанный на рисунке 3.1.

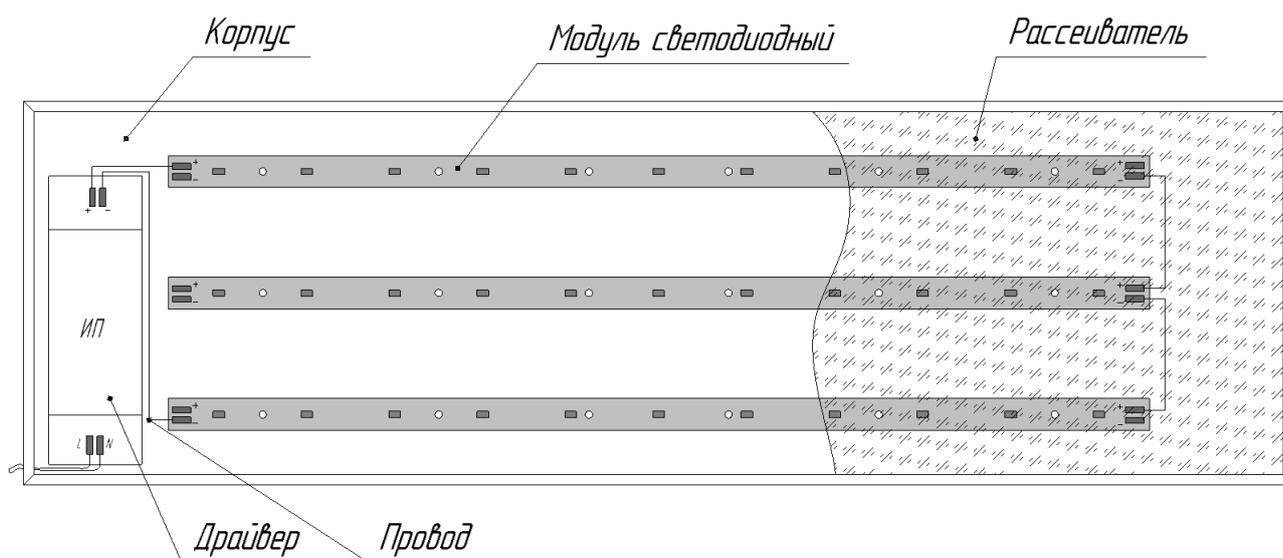


Рисунок 3.1 – Схема светодиодного светильника

Плата будет сделана из алюминия размером 475 на 15,5 мм и толщиной 1 мм. На ней установлены светодиоды с шагом 37 мм. Для питания полупроводниковых приборов на обоих концах платы предусмотрены контактные площадки. Шины питания «+» и «-» проходят через всю плату, чтобы можно было соединять эти платы между собой последовательно либо

параллельно. Для крепления платы будут предусмотрены отверстия. Количество отверстий – 6 штук с диаметром 3,5 мм. Корпус по размеру должен вмещать три платы и драйвер. Корпус также будет сделан из алюминия толщиной 1 мм. Тогда внешние габариты светильника: 615x180x40 мм. На корпус будет крепиться рассеивающая крышка из полиметилметакрилата подходящего размера.

Заключение

Задачей данной работы являлась разработка наиболее конкурентного светодиодного модуля для офисного светильника. Такой модуль должен обладать высокой энергоэффективностью и в то же время стоить недорого. Задача была выполнена следующим образом. Разработали светодиодный модуль, потребляющий мощность не более 16 Вт, излучающий световой поток более 1900 Лм. Данный модуль состоит из трех плат, в который светодиоды включены последовательно в количестве 11 штук. В модуле используются качественные светодиоды компании Samsung, который были выбраны в результате сравнительного анализа осветительных полупроводниковых приборов различных производителей: Nichia, Samsung, NationStar, Edison, SemiLeds. Светодиоды Samsung_LM561B имеют высокую световую отдачу, обладают коэффициентом светопередачи не менее 80. Из всего разнообразия вариантов расположения светодиодов на плате был выбран наиболее простой и легко реализуемый - последовательное соединение полупроводниковых приборов. Светодиоды крепятся на плату поверхностным монтажом при помощи пайки. Эти три платы соединены между собой последовательно. Вся сборка из светодиодов потребляет мощность не более 16 Вт. К модулю из светодиодов подключили драйвер ARPJ-LAPE120150. Его максимальная мощность равна 18 Вт, выходной ток составляет 150 мА, коэффициент пульсаций не превышает 5%. Этот драйвер сможет обеспечить стабильный режим работы разработанных светодиодных плат. Платы крепятся на алюминиевый корпус толщиной 0,5 мм. Данный корпус сможет обеспечить достаточное охлаждение полупроводниковых приборов при их работе. Ещё наш модуль содержит рассеивающую крышку из полиметилметакрилата с оригинальным рисунком "Колотый лед". Данная рассеивающая крышка смягчит свет и ослабит высокую направленность светодиодов, тем самым сделав освещение более комфортным для зрения. Этот рассеиватель понизит световой поток модуля на 15%. Но это не сильно ухудшит качества разработанного осветительного устройства. Вместе с

рассеивателем разработанный модуль будет излучать 1978 Лм. Световая отдача светильника превысит 100 Лм/Вт. Срок службы такого светильника составит не менее 70 тысяч часов. Посмотрим, какая светоотдача у рассмотренных ранее светильников. Светильник INTEKS Office-50 при потреблении мощности 50 Вт и световом потоке 4850 Лм имеет световую отдачу около 97 Лм/Вт. У офисного светильника GM-L35-65 потребляемая мощность равна 35 Вт, а световой поток 3100 Лм. Его световая отдача составляет 88,6 Лм/Вт. Таким образом, разработанный модуль очень конкурентный. Светильники можно собирать, используя один или несколько таких модулей, и использовать для освещения офисных помещений.

Список использованной литературы

1. Лампа накаливания. Характеристики ламп накаливания [Электронный ресурс] URL: <https://www.calc.ru/Lampa-Nakalivaniya-Kharakteristiki-Lamp-Nakalivaniya.html> (дата обращения: 30.03.2016)
2. Вред светодиодных ламп [Электронный ресурс] URL: <http://nature-time.ru/2014/08/vred-svetodiodnyih-lamp/>
3. Вейнерт Дж., Сполдинг Ч. Светодиодное освещение: справочник - Philips, 2010. - 156 с.
4. Светодиодные офисные светильники [Электронный ресурс] URL: <http://www.imperia-sveta.com/#!/office/c20je> (дата обращения: 6.04.2016)
5. Офисный светильник INTEKS Office 50 [Электронный ресурс] URL: <http://svet-bsk.ru/ofisnoe-osveshchenie/inteks-office-50.html> (дата обращения: 22.04.2016)
6. Производство и продажа оптом светодиодных офисных светильников в Тольятти [Электронный ресурс] URL: <http://togliatti.diode-system.com/gm-135-65.html> (дата обращения: 22.04.2016)
7. Светодиодный светильник потолочный L670 12W 220V IP65 NI (NW) [Электронный ресурс] URL: <http://newhtf.ru/catalog/ofisnoe-ulichnoe-promyshlennoe/955/catalog/ofisnoe-ulichnoe-promyshlennoe/catalog> (дата обращения: 25.04.2016)
8. Светодиодный модуль Trion Line NS14 [Электронный ресурс] URL: <http://trion-led.ru/shop-item/svetodiodnyi-modul-trion-line-ns14> (дата обращения: 25.04.2016)
9. Design Guide for T8 Application [Электронный ресурс] // Samsung. 2013. URL: <http://www.samsung.com/global/business/led/products/led-component/middle-power/lm561b-plus> (дата обращения: 15.03.2016)
10. Шуберт Ф.Е. Светодиоды / Ф.Е. Шуберт; пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.

11. Data Sheet LM281A [Электронный ресурс] // Samsung. 2015. URL: <http://www.samsung.com/global/business/led/products/led-component/middle-power/lm281a> (дата обращения: 15.03.2016)
12. Data Sheet LM561B Plus [Электронный ресурс] // Samsung. 2015. URL: <http://www.samsung.com/global/business/led/products/led-component/middle-power/lm561b-plus> (дата обращения: 15.03.2016)
13. Data Sheet NationStar_P3528 0.5W [Электронный ресурс] // NationStar. 2014. URL: <http://nationstar.com.ru/katalogy-production> (дата обращения: 2.05.2016)
14. Specification NFSW172AT [Электронный ресурс] // Nichia. URL: http://www.nichia.co.jp/ru/product/led_product_data.html?type='NFSW172A' (дата обращения: 3.05.2016)
15. Data Sheet PLCC 2835 0.5W (IP) Series [Электронный ресурс] // Edison. 2015. URL: http://www.edison-opto.com.tw/ru/product/plcc_2835_series (дата обращения: 5.05.2016)
16. Data Sheet PLCC 5630 0.5W CRI 70 [Электронный ресурс] // Edison. 2015. URL: http://www.edison-opto.com.tw/ru/product/plcc_5630 (дата обращения: 5.05.2016)
17. Data Sheet SLLP-5630-206H-NW [Электронный ресурс] // SemiLEDs. URL: <http://www.semileds.com/system/files/SLLP-5630-206H-NW> (дата обращения: 7.05.2016)
18. Медведев В.А. Конструирование преобразователей: электронное учеб. пособие / В.А. Медведев. – Тольятти: ТГУ, 2015. – 1 оптический диск
19. Коган Л.М. Полупроводниковые светоизлучающие диоды / Л.М. Коган. – М.: Энергоатомиздат, 1983. — 208 с.
20. Современный рассеиватель света [Электронный ресурс] URL: <http://lediod.ru/rabota/rasseivatel-dlya-svetodiodov> (дата обращения: 10.05.2016)
21. Берг А. Светодиоды / А. Берг, П. Дин; пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. – М.: Мир, 1979. – 677 с.

22.Миронов С.Е. Интегральные драйверы для светодиодного освещения часть I: AC/DC-драйверы // Новости электроники: журн. 2010. URL: <http://www.compel.ru/lib/ne/2010/10/2-integralnyie-drayveryi-dlya-svetodiodnogo-osveshheniya-chast-i-as-dc-drayveryi> (дата обращения: 17.05.2016)