

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

Калкин Диас Жанатович

На тему: «Разработка светодиодной линейки с использованием оптоволокна»

Дипломной работы  
**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

6B07104 – Electronic and Electrical Engineering

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроника, телекоммуникации и космические технологии»

  
**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**  
Заведующий кафедрой ЭТиКТ  
канд. тех. наук  
Таштай Е.Т.  
« 30 » 2024 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к дипломному проекту

На тему: «Разработка светодиодных линейки с использованием оптоволокна»

6B07104 Electronic and Electrical Engineering

Выполнил



Калкин Диас Жанатович

Рецензент:

Директор, ТОО «ARNAU ENERGY»

  
Баймухаммед Т.С.

" 30 " 2024 г.

Научный руководитель

Ассоциированный профессор, к.т.н

  
Мещерякова Т.Ю.

" 30 " 2024 г.



Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

6B07104 – Electronic and Electrical Engineering



Заведующий кафедрой ЭТиКТ  
Таштай Е.Т.

« 5 » 2024 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение дипломной работы**

Обучающемуся Калкин Диас Жанатович

Тема: «Разработка светодиодной линейки с использованием оптоволокну».

Утверждена приказом Ректора Университета № от « » декабря 2023 года.

Срок сдачи законченной работы «15» мая 2024 г.

Исходные данные к дипломной работе: а) скорость вращения светодиодов 360 оборотов в минуту; б) основным вращающимся двигателем является двигатель без трехфазных коллекторов; в) питающий генератор должен обеспечивать напряжение 5 вольт и ток питания до 10 ампер; г) на одной печатной плате должно располагаться 64 светодиода с одной стороны и пять микросхем с другой.

Краткое содержание к дипломной работе: а) 16 линейки с оптоволокну; б) собрать линейку из 64 светодиода; в) собрать вращающуюся платформу; г) расчет параметров светодиодов;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены 10-15 слайдов презентации работы.

Рекомендуемая основная литература: 1. Иванов В.И. Волоконно-оптические системы передачи, 2011; 2. Складов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи.-СПб.: «Лань», 2010; 3. URL:[https://ftp.utcluj.ro/pub/users/cemil/dDWDM/dDWDM\\_Intro/16\\_5311757.pdf](https://ftp.utcluj.ro/pub/users/cemil/dDWDM/dDWDM_Intro/16_5311757.pdf); 4.URL:[https://www.tutorialspoint.com/optical\\_networks/optical\\_networks\\_DWDM\\_technology.htm](https://www.tutorialspoint.com/optical_networks/optical_networks_DWDM_technology.htm); 5. URL:<https://www.globalspec.com/reference/21551/160210/chapter-4-2-dDWDM-network-topologies-review>; 6. URL: <https://www.fiberlabs.com/glossary/about-DWDM>

## ГРАФИК


подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Описание светодиодов	10.01.2024 - 20.01.2024 г.	выполнено
Структура линейки из 64 светодиода	20.01.2024-10.03.2024 г.	выполнено
Схема крутящейся платформы	11.03.2024 - 28.04.2024 г.	выполнено
Заключение	01.04.2024 - 10.05.2024 г.	выполнено

## Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Теоретическая часть	Ассоциированный профессор, кандидат технических наук Мещерякова Т.Ю.	20.05.2024 г.	
Основная часть	Ассоциированный профессор, кандидат технических наук Мещерякова Т.Ю.	20.05.2024 г.	
Нормоконтролер	Акылжан П.Б., ассистент каф.ЭТиКТ, м.т.н.	30.05.2024 г.	

Научный руководитель  Мещерякова Т.Ю.

Задание принял к исполнению обучающийся  Калкин Д.

Дата выдачи задания: «30» 05 2024 г.

## АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе была разработана и реализована уникальная светодиодная линейка с использованием оптоволоконной технологии. Основной целью проекта являлось создание эффективной, экономичной и надежной системы освещения, применимой в различных областях, от декоративного освещения до информационных систем. Разработка включала спецификации на скорость вращения светодиодов, тип двигателя, характеристики питания и компоновку на печатной плате. Был создан прототип линейки из 16 секций с оптоволоконном, каждая из которых содержит 64 светодиода. Проведенные расчеты параметров светодиодов помогли достичь оптимального баланса между потребляемой мощностью и световым потоком, обеспечивая долговечность и высокую эффективность системы.

## АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста оптикалық талшық технологиясын қолдана отырып, бірегей жарықдиодты жолақ әзірленіп, жүзеге асырылды. Жобаның негізгі мақсаты - түрлі салаларда, соның ішінде декоративті жарықтандыру мен ақпараттық жүйелерде қолдануға болатын тиімді, үнемді және сенімді жарықтандыру жүйесін жасау. Дайындау процесі жарықдиодтардың айналу жылдамдығы, қозғалтқыш түрі, қуат сипаттамалары және баспа платасындағы жарықдиодтар мен микросхемалардың орналасу талаптарын қамтыды. 64 жарықдиодтан тұратын 16 секциялы талшықты-оптикалық жолақ прототипі жасалды. Жарықдиодтардың параметрлерін есептеу оңтайлы қуат тұтыну мен жарық ағынының балансын қамтамасыз етті, бұл жүйенің ұзақ мерзімділігі мен жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді.

## ABSTRACT

This thesis involves the development and implementation of a unique LED strip integrated with fiber optic technology. The main goal of the project was to create an efficient, economical, and reliable lighting system applicable in various fields, from decorative lighting to informational systems. The development process included specifications for LED rotation speed, motor type, power characteristics, and the layout of LEDs and chips on the printed circuit board. A prototype consisting of 16 fiber optic sections, each containing 64 LEDs, was created. Special attention was given to a rotating platform to ensure even light distribution, enabling dynamic lighting effects and enhancing the visual perception of the illuminated object. Calculations of LED parameters were conducted to achieve an optimal balance between power, ensuring the system's longevity and high efficiency.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Описание светодиодов и оптоволокна	8
1.1 История и развитие светодиодных технологий	8
1.2 Типы светодиодов и их применение в различных областях	12
1.3 Оптоволоконный кабель и светодиод	18
2 Структура линейки из 64 светодиодов	21
2.1 Проектирование линейки светодиодов: выбор материалов и компонентов	21
2.2 Подсоединение всех компонентов и печатная плата	32
3 Схема крутящейся платформы	32
3.1 Цилиндрический дисплей	34
3.2 Конструкция крутящейся платформы: обзор и выбор двигателя	34
3.3 Электрическая схема управления вращением платформы	37
Заключение	41
Список использованной литературы	42

## ВВЕДЕНИЕ

В современном информационном обществе требования к визуализации данных и созданию привлекательных визуальных решений становятся все более высокими. Одним из ключевых направлений в этой области является использование технологий трехмерного моделирования и виртуальной реальности. В этом контексте создание эффективных методов вывода трехмерных изображений, способных обеспечить высокое качество и привлекательность визуального представления, представляет собой актуальную задачу.

Данная дипломная работа посвящена разработке светодиодной линейки с использованием оптоволокну, которая представляет собой инновационное решение в области визуализации трехмерных изображений. Основная цель проекта заключается в создании эффективной системы вывода трехмерных изображений с использованием светодиодных линеек, что открывает новые возможности для визуализации данных и создания привлекательных визуальных решений.

Исходя из поставленной цели, работа включает в себя изучение существующих технологий трехмерного моделирования и виртуальной реальности, разработку конструкции светодиодной линейки с оптоволоконной подсветкой, а также создание программного обеспечения для эффективного управления выводом трехмерных изображений с использованием данной системы.

В дальнейшем, рассмотрение и анализ эффективности разработанной системы вывода трехмерных изображений позволит сделать выводы о ее применимости и перспективах использования в различных областях, требующих высококачественной визуализации данных.

## **1 Описание светодиодов и оптоволокну**

Светодиоды (light-emitting diodes, LED) представляют собой полупроводниковые устройства, способные преобразовывать электрическую энергию в световую. Они являются ключевым элементом в современных системах освещения и отображения информации благодаря своим многочисленным преимуществам.

Одним из основных преимуществ светодиодов является их высокая эффективность. Светодиоды способны выделять большое количество света при небольшом энергопотреблении, что делает их более энергоэффективными по сравнению с традиционными источниками света, такими как лампы накаливания и люминесцентные лампы. Благодаря этому светодиоды широко используются в различных областях, где требуется высокая яркость при ограниченном энергопотреблении.

Еще одним важным преимуществом светодиодов является их долговечность и надежность. Светодиоды имеют очень длительный срок службы, который может составлять до десятков тысяч часов непрерывной работы. Это делает их идеальным выбором для использования в условиях, где доступ для замены и обслуживания ограничен.

Светодиоды также отличаются быстрым временем отклика и возможностью точного управления яркостью и цветовой температурой, что делает их идеальным выбором для приложений, требующих точного и динамичного освещения [1].

### **1.1 История и развитие светодиодных технологий**

В 1907 году Генри Раунд, британский физик, работавший в лаборатории Маркони, обнаружил электролюминесценцию при работе с кристаллами карбида кремния и контактным детектором (диодом). Открытие Раунда стало фундаментом для развития светодиодных технологий. Не смог создать практичный светодиод из-за ограничений технологий того времени.

В 1927 году Олег Лосев, советский радиотехник, физик и профессор, независимо от Раунда зафиксировал электролюминесценцию в карбиде кремния и других полупроводниках. Исследовал влияние различных факторов на электролюминесценцию. Создал первые светодиодные индикаторы, но они не были коммерчески успешными.

В 1962 году Николас Холониак, американский учёный и изобретатель, работая в компании General Electric, разработал первый рабочий светодиод на основе соединения галлия и мышьяка (GaAsP). Этот красный светодиод стал первым коммерчески доступным и получил широкое применение в различных областях, включая индикаторные и сигнальные системы.



### 1.1.1 Принципы работы и основные характеристики светодиодов

Светодиоды (Light Emitting Diodes, LED) работают на основе электролюминесценции, процесса, при котором электрический ток проходит через полупроводниковый материал и вызывает излучение света. Основным элементом светодиода является полупроводниковый кристалл, обычно изготовленный из соединения элементов группы III и V периодической таблицы, таких как галлий, арсенид, фосфор и другие.

Принцип работы светодиода заключается в явлении рекомбинации электронов и дырок в полупроводнике. При подаче электрического тока через полупроводник, электроны перемещаются к положительному электроду, а дырки - к отрицательному. Когда они встречаются, происходит рекомбинация, и энергия, освобождаемая при этом процессе, выделяется в виде фотонов света.

Основные характеристики светодиодов:

**Яркость** это количество света, излучаемого светодиодом, измеряется в люменах или канделах. Высокая яркость подходит для больших площадей, например, освещения комнаты, в то время как низкая яркость может использоваться для индикаторов или подсветки.

**Цветовая температура**, это определяет цвет света, который излучает светодиод, измеряется в кельвинах. Теплый свет создает уютную атмосферу, подходит для жилых помещений; нейтральный свет нейтрален и подходит для рабочих мест; а холодный свет бодрит и используется, например, в ванных комнатах.

**Угол излучения:** Определяет ширину угла, в пределах которого свет виден из светодиода, измеряется в градусах. Узкий угол подходит для подсветки объектов, в то время как широкий угол используется для общего освещения.

**Эффективность:** Отражает отношение выходной мощности света к электрической мощности, потребляемой светодиодом, измеряется в люменах на ватт. Высокая эффективность помогает экономить электроэнергию, в то время как низкая эффективность может привести к перегреву и снижению яркости.

**Время отклика:** Определяет скорость, с которой светодиод может включаться и выключаться, измеряется в микросекундах. Быстрое время отклика подходит для динамических световых эффектов, тогда как медленное время отклика не подходит для быстрого изменения яркости. Дополнительные характеристики: Напряжение питания, ток потребления, индекс цветопередачи и срок службы — это дополнительные параметры, которые также могут быть важны при выборе светодиода для конкретного применения.

### 1.1.2 Типы светодиодов и их применение в различных областях

Светодиоды существуют в различных вариациях, которые различаются по цвету свечения, размеру, форме и характеристикам. Вот некоторые из наиболее распространенных типов светодиодов и области их применения:

**Одноцветные светодиоды:** Эти светодиоды доступны в широком спектре цветов, таких как красный, зеленый, синий, желтый и другие. Они используются в различных областях, начиная от индикации состояния в электронных устройствах и заканчивая декоративным освещением в интерьерах и экстерьерах зданий. Красные светодиоды, например, часто используются для сигнализации в транспортных средствах и индикаторных панелях, зеленые - для подсветки выходных выключателей и индикации успешно выполненных действий, а синие - для декоративного освещения в различных сценических и архитектурных проектах.

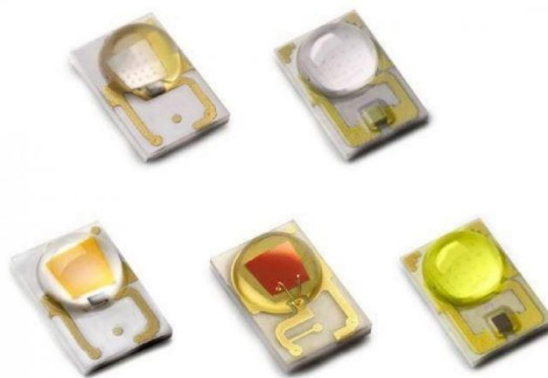


Рисунок 1.1 – Одноцветные светодиоды

**RGB светодиоды:** Эти светодиоды обладают способностью излучать свет тремя основными цветами: красным, зеленым и синим. Их применение находится в области создания динамических цветных эффектов, освещения различных сцен и мероприятий, а также в производстве полноцветных дисплеев и медиа-инсталляций. Благодаря возможности программного управления интенсивностью каждого цвета, RGB светодиоды позволяют создавать бесконечное количество цветовых комбинаций, что делает их востребованными в различных областях развлечений, дизайна и искусства.

RGB светодиоды могут иметь различные конфигурации: с общим катодом, где катоды всех цветов объединены, и с общим анодом, где аноды всех цветов объединены, что определяет способ их управления и подключения к электронным схемам. RGB светодиоды с общим катодом имеют общий контакт для всех катодов трех основных цветов (красный, зеленый, синий), в то

время как RGB светодиоды с общим анодом имеют общий контакт для всех анодов.

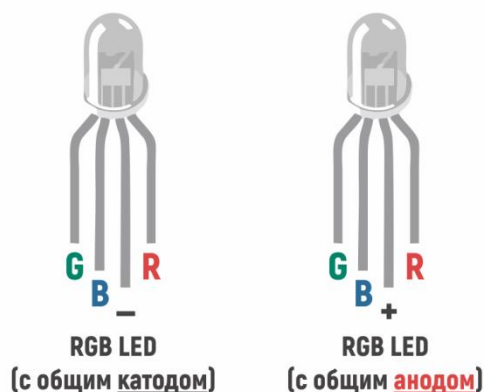


Рисунок 1.2 – RGB светодиодов с общим анодом и катодом

Белые светодиоды могут быть созданы различными способами, включая смешение света от красных, зеленых и синих светодиодов или использование люминесцентного покрытия, что обеспечивает различные оттенки белого света и широкий спектр применения.



Рисунок 1.3 – Белые светодиоды

Ультрафиолетовые светодиоды (UV-LED): Ультрафиолетовый свет с короткой длиной волны активизирует фотохимические процессы и может использоваться для сушки красок, клеев и лаков, а также для уничтожения микроорганизмов и вирусов.



Рисунок 1.4 – Ультрафиолетовые светодиоды (UV-LED)



Рисунок 1.5 – Работающие ультрафиолетовые светодиоды (UV-LED)

Инфракрасные светодиоды (IR-LED): Эти светодиоды излучают инфракрасное излучение, которое невидимо для человеческого глаза, но может быть обнаружено инфракрасными приемниками.



Рисунок 1.6 – Работающие инфракрасные светодиоды (IR-LED)

## 1.2 Оптоволоконный кабель

Оптоволоконные кабели – это современное технологическое решение, которое использует свет для передачи данных. Основой кабеля является сердцевина, сделанная из стекла или пластика, которая окружена защитным слоем, способствующим полному внутреннему отражению света. Эта уникальная конструкция позволяет световым волнам передаваться на значительные расстояния с минимальными потерями.

Благодаря высокой пропускной способности, оптоволоконные кабели могут поддерживать передачу огромных объемов данных - до нескольких терабит в секунду, что делает их неоценимыми в эпоху больших данных и облачных вычислений. Кроме того, оптоволоконно обладает высокой устойчивостью к электромагнитным помехам, что делает его идеальным для использования в научных приложениях, где важна точность и стабильность передачи данных.

### 1.2.1 Описание оптоволоконного кабеля и его роли

Оптоволоконный кабель играет ключевую роль в системе, обеспечивая надежную передачу управляющих сигналов от контроллера к светодиодам. Его

использование обеспечивает высокую скорость передачи данных, что особенно важно при управлении 64 светодиодами, электрическую изоляцию между устройствами, что повышает безопасность системы, и иммунитет к электромагнитным помехам, что гарантирует стабильную работу даже в условиях сильных помех. Таким образом, оптоволоконный кабель существенно повышает надежность и безопасность всей системы светодиодной подсветки.

Ожидается успешная разработка и демонстрация работы светодиодной линейки, состоящей из 64 светодиодов, которая будет управляться с помощью оптоволоконного кабеля. Это позволит не только создать эффективную систему освещения, но и значительно расширить понимание и навыки в области оптоволоконных технологий. Демонстрация работы системы также будет являться практическим примером применения оптоволокна в области управления освещением, что может быть полезным для будущих проектов и разработок.

К тому же, оптоволоконные кабели обладают большей долговечностью и могут сократить общие затраты на техническое обслуживание за счет своей высокой надежности и меньшей вероятности повреждения по сравнению с традиционными медными кабелями.

В итоге, оптоволоконные кабели не только повышают качество и скорость интернет-соединения, но и способствуют развитию технологий в различных секторах, от телекоммуникаций до здравоохранения и образования, благодаря своей способности быстро и эффективно обрабатывать и передавать данные.

### 1.2.2 Структура оптоволоконного кабеля

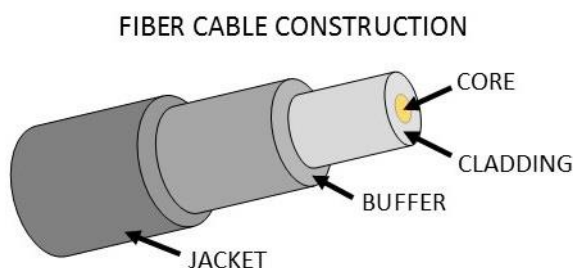


Рисунок 1.7 - Структура оптоволоконного кабеля

Сердцевина (Core) это ключевой элемент кабеля, через который проходят световые импульсы. Она обычно изготовлена из высокочистого кварцевого стекла, хотя в некоторых типах кабелей используется пластик. Сердцевина характеризуется высоким уровнем прозрачности и низким коэффициентом поглощения света, что позволяет свету распространяться на значительные расстояния с минимальными потерями. Диаметр сердцевины варьируется в зависимости от типа кабеля и может составлять от 50 до 1000 микрон.

Оболочка (Cladding) это оболочка окружает сердцевину и играет важную роль в сохранении света внутри сердцевины благодаря принципу полного внутреннего отражения. Этот слой часто изготавливается из стекла или пластика, который имеет немного меньший показатель преломления, чем материал сердцевины. Это создает необходимые условия для эффективного проведения света по длине кабеля без значительных потерь.

Внешняя оболочка (Jacket) это внешняя оболочка предназначена для защиты внутренних слоев от физических повреждений, влаги, химического воздействия и других внешних факторов. Она может быть изготовлена из различных материалов, включая полиэтилен, ПВХ или галоген-свободные соединения, в зависимости от требований к устойчивости и условий эксплуатации. Наиболее распространенные цвета внешней оболочки - черный или оранжевый, хотя могут быть использованы и другие цвета для идентификации.

Буферный слой (Buffer) в оптоволоконном кабеле – это защитный компонент, который окружает сердцевину и оболочку для предотвращения механических повреждений. Он изготавливается из устойчивого к различным воздействиям материала, например, из уплотненного пластика. Буфер обеспечивает дополнительную защиту волокна от изгибов, ударов и других физических воздействий, которые могут произойти во время установки или эксплуатации кабеля. Этот слой важен для поддержания целостности оптоволокна, поскольку он минимизирует риск повреждения тонких стеклянных или пластиковых волокон внутри кабеля.

Оптоволоконные кабели используются для передачи световых сигналов и могут иметь различные диаметры сердцевины, начиная от 625 микрон до 1 миллиметра. Сердцевина оптоволокна, чаще всего изготовленная из высокочистого кварцевого стекла, служит основным каналом для передачи света. Этот свет ведет себя по принципу полного внутреннего отражения, что позволяет световым волнам эффективно распространяться на большие расстояния без значительных потерь.

Сердцевины с диаметром 625 микрон часто используются в много- и одномодовых оптоволоконных системах, где они предоставляют оптимальный баланс между размером, гибкостью и способностью передавать данные на большие расстояния с высокой скоростью. Когда диаметр сердцевины увеличивается до 1 миллиметра, это улучшает возможности светопередачи, особенно в оптоволоконных, предназначенных для передачи больших объемов данных или для использования в особых условиях, таких как медицинское оборудование или автомобильная промышленность.

Вокруг сердцевины располагается оболочка, выполненная из материала с пониженным показателем преломления по сравнению с сердцевинной. Это необходимо для поддержания света внутри сердцевины и предотвращения его утечки. Оболочка защищает сердцевину также от механических повреждений и влияния внешней среды.

Наиболее толстые сердцевины (до 1 мм) обычно находят применение в оптоволоконных кабелях для особых технических или медицинских приложений, где требуется особо высокая точность и качество передачи светового сигнала. В таких случаях оптоволокно может передавать не только данные, но и изображения, что актуально, например, для эндоскопического оборудования.

Технический анализ показал, что структура линейки из 64 светодиодов эффективно реализуется через создание четырех подлинных линеек, содержащих по 16 светодиодов в каждой. Этот метод обеспечивает более удобное управление и контроль над каждой линейкой, что важно для обеспечения стабильной работы всей системы. Кроме того, такая архитектура позволяет упростить монтаж и обслуживание системы, а также повысить надежность ее функционирования за счет уменьшения потенциальных точек отказа.

### 1.2.3 Обзор существующих технологии а базе оптоволокна (СЛЮ)

Обзор существующих технологий на базе оптоволокна (СЛЮ) включает в себя анализ различных методов передачи и обработки оптических сигналов. Это включает в себя световоды с боковым свечением (Edge-Emitting Optical Fibers) и световоды с концевым свечением End-Emitting Optical Fibers)

### 1.2.4 Световоды с боковым свечением (Edge-Emitting Optical Fibers)

Световоды с боковым свечением (Edge-Emitting Optical Fibers) являются специальным типом оптических волокон, обладающих уникальными характеристиками. Они представляют собой оптические волокна, способные эффективно передавать световую энергию вдоль своей структуры и излучать ее через боковую поверхность. Такая особенность делает их ценным инструментом в различных областях, таких как освещение, сенсорные системы и медицинская диагностика.



Edge-emitting fiber

Рисунок 1.8 – Схема работы световодов с боковым свечением

Структурно световоды с боковым свечением имеют центральное сердцевинное волокно, окруженное оболочкой. В отличие от обычных



оптических волокон, у которых оболочка имеет более высокий показатель преломления, у световодов с боковым свечением оболочка может быть выполнена из материала с низким показателем преломления. Это облегчает выход света через боковую поверхность, обеспечивая равномерное и эффективное свечение.

Применение световодов с боковым свечением разнообразно и охватывает широкий спектр областей. Они используются для создания освещения в интерьерах, подсветки рекламных щитов, архитектурного освещения и медицинской диагностики. Их гибкость и высокая манипулируемость позволяют легко адаптировать их к различным конфигурациям и условиям эксплуатации.



Рисунок 1.9 – Световоды с боковым свечением

Световоды с боковым свечением обладают рядом преимуществ, таких как высокая эффективность передачи света, равномерное распределение света вдоль структуры, а также гибкость в конфигурации. Эти характеристики делают их важным инструментом в современных технологиях, где требуется эффективное и универсальное освещение и передача света.

Световоды распределяют свет вдоль всей своей длины за счет специальных микронасечек или за счет особой структуры материала, который рассеивает свет в боковом направлении.



### 1.2.5 Концевые световоды (End-Emitting Optical Fibers)

Концевые световоды, или End-Emitting Optical Fibers, представляют собой тип оптических волокон, способных эффективно передавать световую энергию вдоль своей структуры и излучать ее через концевую поверхность. Они широко используются в различных областях, таких как медицинская диагностика, освещение и сенсорные системы.

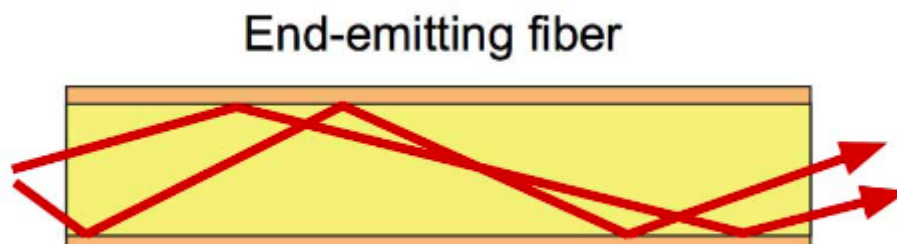


Рисунок 1.10 – Схема работы концевых световодов

Структура концевых световодов включает в себя центральное сердцевинное волокно, окруженное оболочкой. Оболочка часто имеет более низкий показатель преломления, что способствует выходу света через концевую поверхность. Это обеспечивает равномерное и эффективное свечение, что является важным при работе с такими световодами.

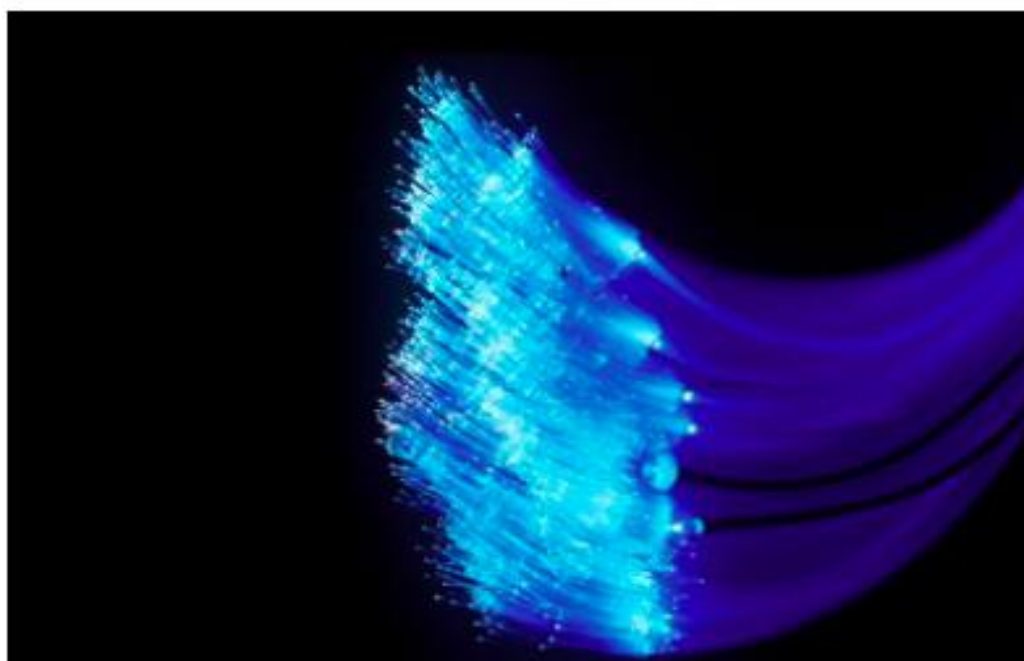


Рисунок 1.11 – Концевые световоды

Применение концевых световодов охватывает множество областей. В медицинской диагностике они используются для освещения внутренних органов и тканей во время процедур эндоскопии и хирургических вмешательств. В области освещения они могут применяться для создания точечного или направленного света в лампах и осветительных устройствах.

Преимущества концевых световодов включают в себя высокую эффективность передачи света, равномерное распределение света по всей длине волокна и возможность адаптации к различным условиям эксплуатации. Эти характеристики делают их важным инструментом в различных технологических приложениях, где требуется точное и эффективное освещение или передача света.

### 1.3 Оптоволоконный кабель и светодиод

Передача света светодиода с помощью оптоволоконного кабеля является эффективным способом использования оптической технологии для передачи световой энергии на значительные расстояния без потерь. Этот процесс основан на явлении полного внутреннего отражения, при котором световые лучи, попавшие в оптоволоконный кабель под определенным углом, полностью отражаются от границы волокна и передаются вдоль его структуры.

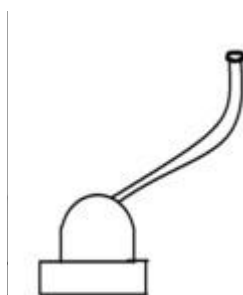


Рисунок 1.12 – Схема оптоволоконного кабеля, подсоединенного к светодиоду

Оптоволоконный кабель состоит из центральной сердцевины и оболочки, обычно выполненной из материала с низким показателем преломления. Свет от светодиода вводится в сердцевину оптоволоконного кабеля, где происходит отражение от границы сердцевины и оболочки. Этот процесс обеспечивает эффективную передачу света вдоль волокна без значительных потерь энергии.



Рисунок 1.13 – Оптолокно, подсоединенное к светодиоду

Передача света светодиода с помощью оптоволоконна применяется в различных областях, включая освещение, коммуникационные системы, медицинскую диагностику и сенсорные технологии. Она позволяет создавать компактные и гибкие световые системы, которые могут быть легко интегрированы в различные устройства и оборудование.

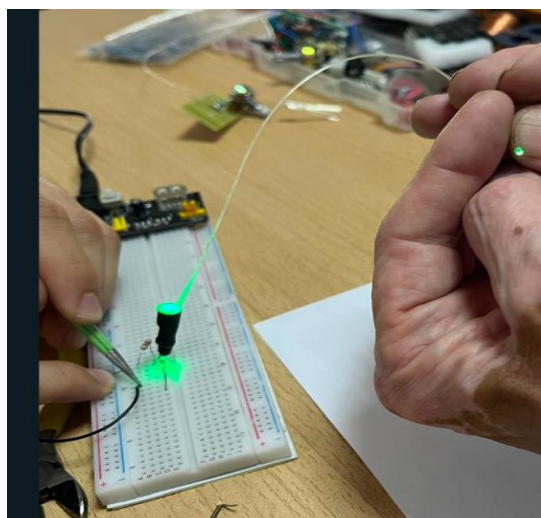


Рисунок 1.14 – Оптолокно, подсоединенное к RGB светодиоду (End-Emitting Optical Fibers)

Преимущества передачи света светодиода через оптоволоконно включают высокую эффективность передачи света, минимальные потери энергии, отсутствие электромагнитных помех и возможность передачи света на большие расстояния. Этот метод также обеспечивает высокую степень контроля над направлением и интенсивностью света, что делает его привлекательным для широкого спектра приложений в различных отраслях.

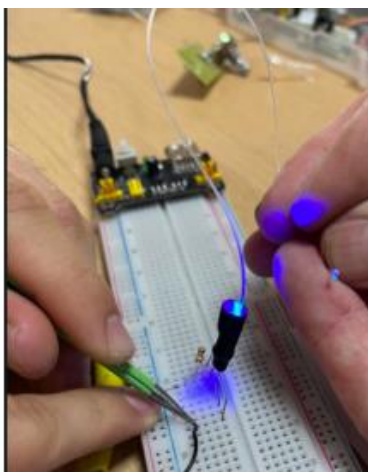


Рисунок 1.14 – Оптолокно, подсоединенное к RGB светодиоду, синий цвет

Взаимодействие светодиода и оптоволоконного кабеля основано на принципе полного внутреннего отражения света внутри волокна. Свет, излучаемый светодиодом, направляется в оптоволоконный кабель, где происходит отражение от границы между сердцевиной и оболочкой волокна. Этот процесс позволяет свету передаваться по волокну на значительные расстояния без затухания. Оптоволоконный кабель дает возможность эффективной передачи света на большие расстояния и его направленного использования в различных технических и научных приложениях, включая освещение, связь, медицинскую диагностику и сенсорные системы.

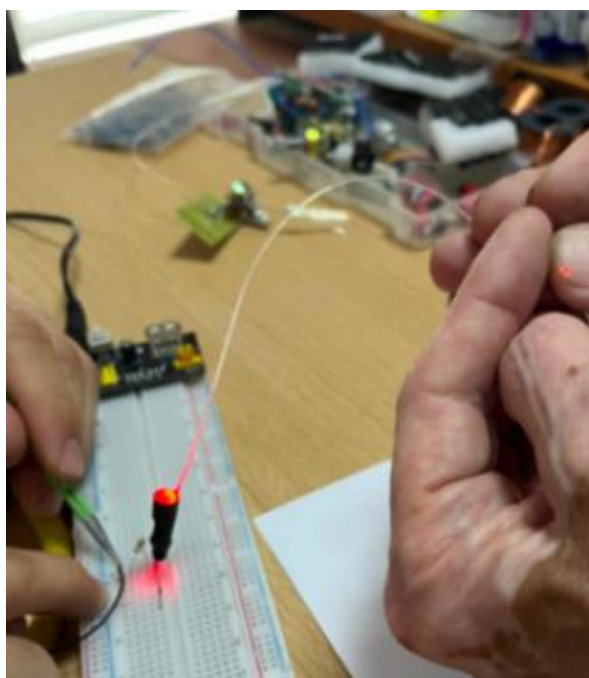


Рисунок 1.14 – Оптолокно, подсоединенное к RGB светодиоду, красный цвет

## 2 Структура линейки из 64 светодиодов

Структура линейки из 64 светодиодов представляет собой печатную плату, на которой размещены 64 светодиода на одной стороне и пять микросхем на другой. Светодиоды располагаются вдоль платы в одну линию четыре создания непрерывной световой полосы. Микросхемы служат для управления светодиодами, обеспечивая контроль яркости, цвета и других параметров освещения. Такая конфигурация позволяет эффективно управлять группой светодиодов и создавать разнообразные световые эффекты или отображения.

### 2.1 Проектирование линейки светодиодов: выбор материалов и компонентов

Светодиод, выбор пал на обычный монохромного светодиода с двумя ножками, представленными одним длинным анодом и коротким катодом, обусловлен его простотой конструкции и способностью обеспечить необходимую функциональность в рамках задачи. Монохромные светодиоды с двумя выводами являются широко распространенным и надежным решением для различных приложений, требующих однотонного освещения или индикации.

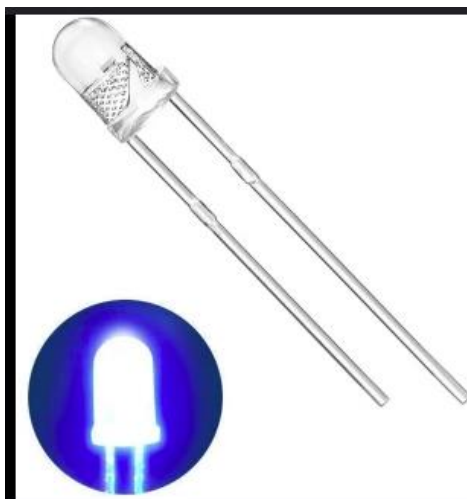


Рисунок 2.1 – Монохромный светодиод

Выбор микросхемы TLC5940 в качестве драйвера PWM обоснован ее способностью эффективно управлять большим количеством светодиодов. Микросхема TLC5940 предназначена для расширения возможностей микроконтроллера Arduino, обеспечивая возможность управления 16 и более светодиодами.

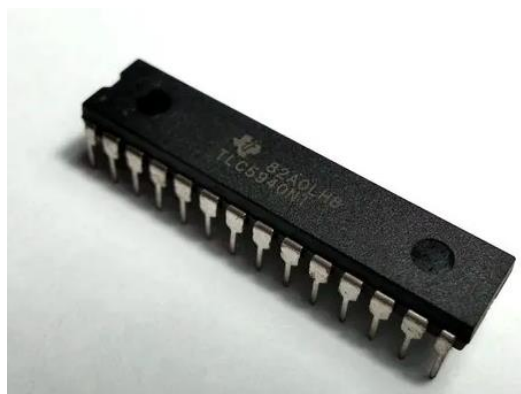


Рисунок 2.2 – TLC5940 вид сбоку

Этот драйвер PWM представляет собой важный компонент в различных проектах, где требуется управление яркостью и цветом большого количества светодиодов. Его преимущества включают в себя расширение функциональности Arduino и возможность создания разнообразных световых эффектов и отображений, что делает его идеальным выбором для проектов с интенсивным использованием светодиодов.



Рисунок 2.3 – TLC5940 вид сверху

Пины микросхемы TLC5940 представляют собой интерфейс для управления 16-канальным светодиодным драйвером и обеспечивают возможность подключения и контроля большого количества светодиодов. Вот основные пины и их функции:



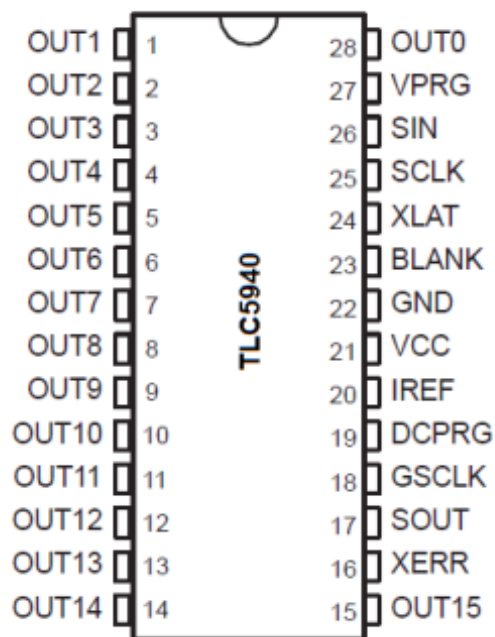


Рисунок 2.4 – TLC5940 и его пины

**VCC:** Этот пин предназначен для подачи питания на микросхему. Он обычно подключается к источнику питания с напряжением от 3 до 5 вольт.

**GND:** Пин для подключения к общей земле или нулевому потенциалу источника питания.

**SIN (Serial Input):** Это пин для последовательного ввода данных. Данные передаются поэтому пину в микросхему в соответствии с протоколом обмена данными.

**SCLK (Serial Clock):** Пин для синхронизации передачи данных. Сигналы тактовой частоты передаются через этот пин для согласования передачи данных.

**XLAT (LATCH):** Пин, используемый для замораживания данных и обновления выходных каналов. При подаче на него сигнала данные, находящиеся во внутреннем регистре микросхемы, переносятся на выходные каналы.

**BLANK (Output Enable):** Пин для управления выходом. При активном состоянии выходы микросхемы отключаются, что позволяет реализовать эффекты мерцания или плавного изменения яркости светодиодов.

**GSCLK (Gray Scale Clock):** Пин для управления частотой обновления яркости светодиодов. Частота на этом пине определяет скорость обновления яркости и плавность эффектов.

**OUT0-OUT15:** Выходные пины, каждый из которых управляет соответствующим каналом светодиода. Эти пины используются для подключения светодиодов к микросхеме.

Эти пины обеспечивают полный набор функций для управления светодиодами с использованием микросхемы TLC5940, обеспечивая гибкость и контроль над освещением в различных приложениях.



Рисунок 2.5 – TLC5940 подсоединенное к плате

Для эффективного управления 64 светодиодами необходимо было подключить 4 микросхемы TLC5940 в ряд. Это позволяет расширить возможности управления светодиодами, обеспечивая каждой микросхеме управление 16 каналами светодиодов. Подключение микросхем в ряд позволяет эффективно управлять большим количеством светодиодов с использованием только одного микроконтроллера.

Последовательное соединение микросхем обеспечивает передачу данных и управляющих сигналов между каждым устройством, обеспечивая согласованную работу всей системы управления освещением.

Для эффективного управления четырьмя драйверами TLC5940 и последовательного соединения их интерфейсов управления необходимо провести соответствующие подключения в соответствии с заданными инструкциями. Передача данных и управляющих сигналов должна осуществляться с учетом требований каскадного подключения микросхем.

Каждый драйвер TLC5940 должен быть подключен к источнику питания и земле для обеспечения нормальной работы. Подключение микроконтроллера к первому TLC5940 должно быть выполнено в соответствии с рекомендованными стандартами, обеспечивая передачу данных и управляющих сигналов, таких как тактовый сигнал, сигналы данных и управления яркостью светодиодов.

Последующее каскадное соединение драйверов должно осуществляться через выходные порты данных, обеспечивая последовательную передачу данных между каждым драйвером.

Дополнительные управляющие сигналы, такие как управление яркостью, режим работы и синхронизация, должны быть подключены параллельно между всеми драйверами и микроконтроллером для обеспечения согласованной работы всей системы.





Рисунок 2.7 – Arduino nano v3, вид сбоку

Микроконтроллер Arduino управляет последовательно подключенными микросхемами TLC5940, которые в свою очередь управляют светодиодами.

Выбор Arduino для управления TLC5940 обоснован его простотой в использовании, доступностью и широкой популярностью в сообществе электронщиков и разработчиков. Arduino обладает удобным интерфейсом, интуитивно понятной средой разработки и богатой документацией, что делает его идеальным выбором для начинающих и опытных разработчиков.



Рисунок 2.8 - Arduino nano v3, вид сверху

Представляет собой открытую платформу, основанную на микроконтроллерах ATmega, и предоставляет простой и гибкий способ создания интерактивных электронных устройств.

Плата Arduino обычно включает в себя микроконтроллер, встроенный USB интерфейс для программирования и подключения к компьютеру, а также ряд цифровых и аналоговых входов/выходов для подключения различных датчиков, актуаторов и других устройств. Одной из ключевых особенностей Arduino является ее расширяемость: на плату можно устанавливать различные расширительные модули (шейлды), что позволяет значительно расширить возможности управления и взаимодействия с внешними устройствами [2].

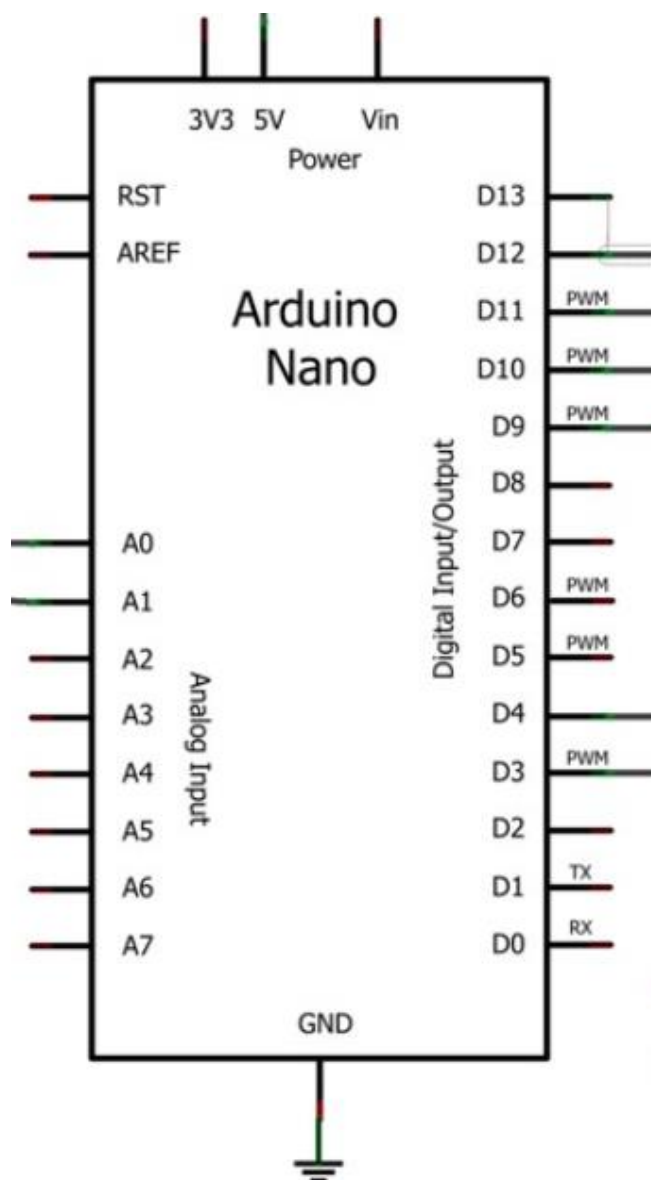


Рисунок 2.9 – Arduino nano v3, и его пины

Цифровые пины (Digital Pins): Arduino Nano V3 имеет 14 цифровых пинов, обозначенных от D0 до D13. Эти пины могут использоваться для

цифрового ввода (чтение состояния внешних устройств) и цифрового вывода (управление внешними устройствами).

**Аналоговые пины (Analog Pins):** Плата Arduino Nano V3 оснащена 8 аналоговыми пинами, помеченными как A0 до A7. Они могут использоваться для считывания аналоговых сигналов от датчиков или других устройств.

**Питание (Power Pins):** На Arduino Nano V3 есть пины для питания устройства:

VCC: Питание от источника напряжения (обычно 5 вольт).

GND: Общий земляной контакт.

**Пины для подключения к компьютеру (Communication Pins):** Arduino Nano V3 имеет пины для связи с компьютером:

RX (Receive): Для приема данных.

TX (Transmit): Для передачи данных.

**Используемые для программирования (Programming Pins):** Плата имеет пины, используемые для программирования микроконтроллера:

RESET: Для сброса микроконтроллера.

DTR: Используется для автоматической загрузки программ.

## **2.2 Подсоединение всех компонентов и печатная плата**

Для соединения четырёх драйверов TLC5940 в ряд и управления ими, необходимо последовательно подключить их интерфейсы управления. Схема, соединение 4 микросхем:

VCC на каждом TLC5940 к источнику питания (обычно 5V).

GND на каждом TLC5940 к общей земле.

Микроконтроллер к первому TLC5940:

VCC -> VCC (5V)

GND -> GND

SCLK -> Serial Clock (SCLK)

SIN -> Serial Data In (SIN)

GSCLK -> Grayscale Clock (GSCLK)

BLANK -> Blank

XLAT -> Latch (XLAT)

DCPRG -> DC Programming (обычно GND)

VPRG -> Mode Control (обычно GND для нормального режима работы)

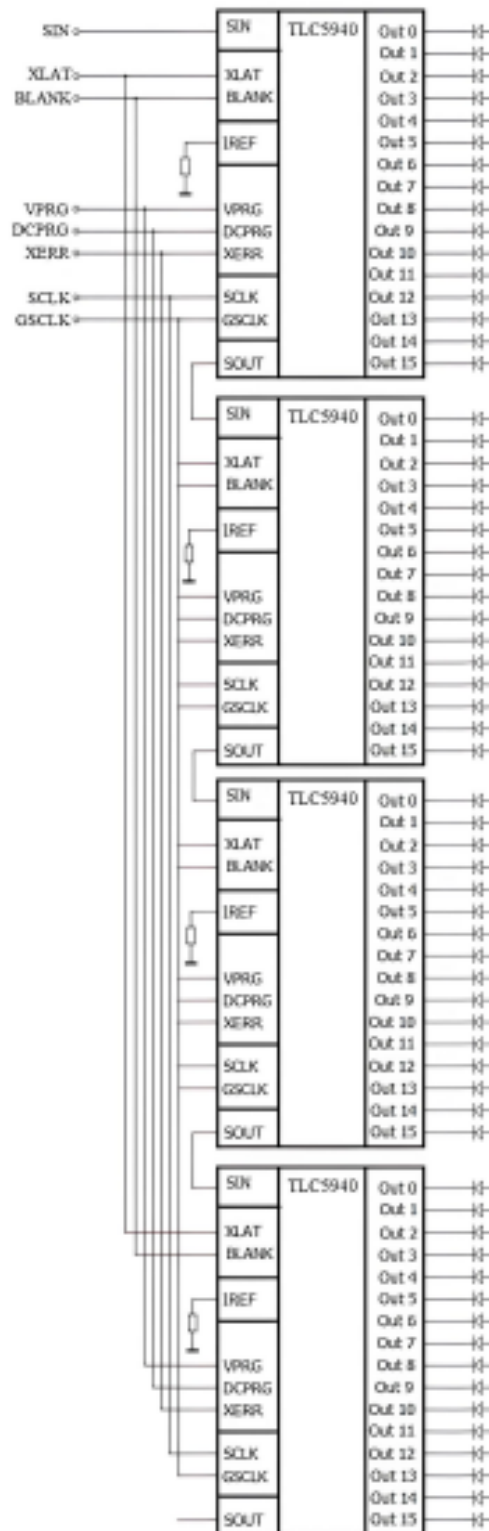


Рисунок 2.6 – Четыре TLC5940, подсоединенных последовательно

Соединение драйверов между собой (каскадное подключение):  
 SOUT (Serial Data Out) первого TLC5940 к SIN (Serial Data In) второго TLC5940.

SOUT второго TLC5940 к SIN третьего TLC5940.  
 SOUT третьего TLC5940 к SIN четвёртого TLC5940.  
 Остальные управляющие сигналы (SCLK, GSCLK, BLANK, XLAT, DCPRG, VPRG) соединяются параллельно между всеми TLC5940 и микроконтроллером.

Подключение TLC5940 к Arduino nano v3.0

Описание соединений:

Компоненты

Arduino Nano v3

4x TLC5940

Светодиоды или другие устройства с ШИМ управлением (до 16 на каждый TLC5940)

Резисторы для установки тока светодиодов (подключаются от вывода R\_IREF на каждом TLC5940 к земле)

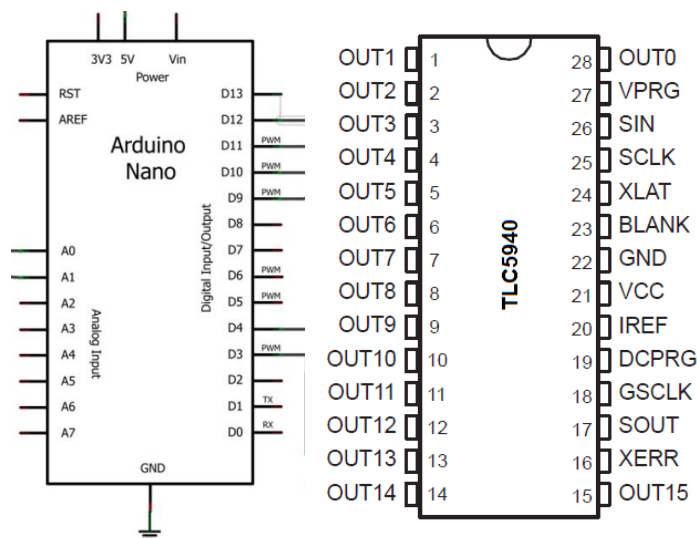


Рисунок 2.10 – Подключение Arduino nano V3 и TLC5940 (1 часть)

Подключение

Arduino Nano к первому TLC5940:

VCC (5V) -> VCC (пин 21) на TLC5940

GND -> GND (пины 14 и 7) на TLC5940

D10 -> BLANK (пин 23)

D11 (MOSI) -> SIN (пин 26)

D13 (SCK) -> SCLK (пин 25)

D3 -> GSCLK (пин 18)

D9 -> XLAT (пин 24)

GND -> DCPRG (пин 27)

GND -> VPRG (пин 19)

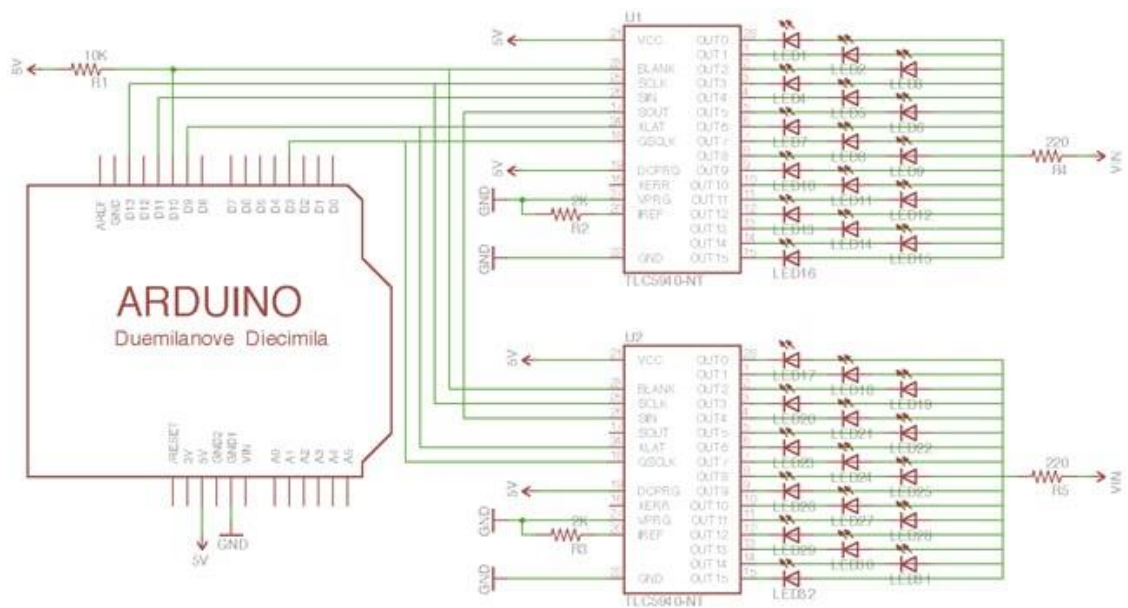


Рисунок 2.11 – Подключение Arduino nano V3 и TLC5940 (2 часть)

Проектирование печатной платы для управления 64 светодиодами, 4 микросхемами TLC5940 и 1 Arduino Nano V3 представляет собой важный этап разработки проекта. Процесс включает в себя разработку схемы подключения компонентов, размещение их на плате, а также маршрутизацию проводников для обеспечения правильного соединения между элементами.

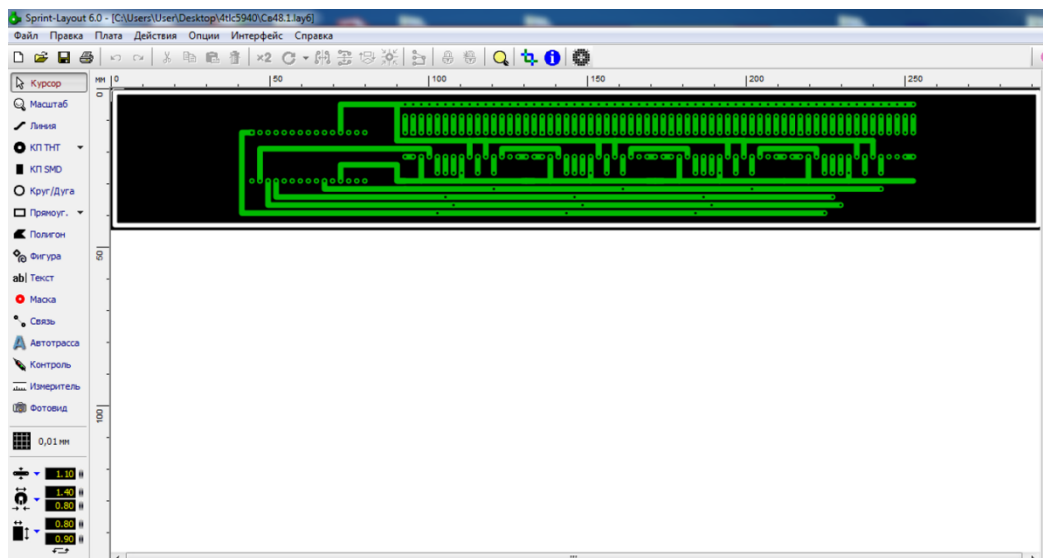


Рисунок 2.12 – Разработка печатной платы с помощью Sprint layout

Сначала была разработана принципиальная схема, определяющая, как каждый компонент будет подключен к плате. На основе этой схемы были определены расположение и размеры печатной платы. Затем компоненты были размещены на плате с учетом оптимального расположения для обеспечения минимальных размеров и удобства монтажа.

Учет отверстий для ножек светодиодов, микросхем и микроконтроллеров является важной частью проектирования печатной платы. Каждое отверстие должно быть размещено таким образом, чтобы обеспечить надежное и точное подключение каждого компонента к плате.

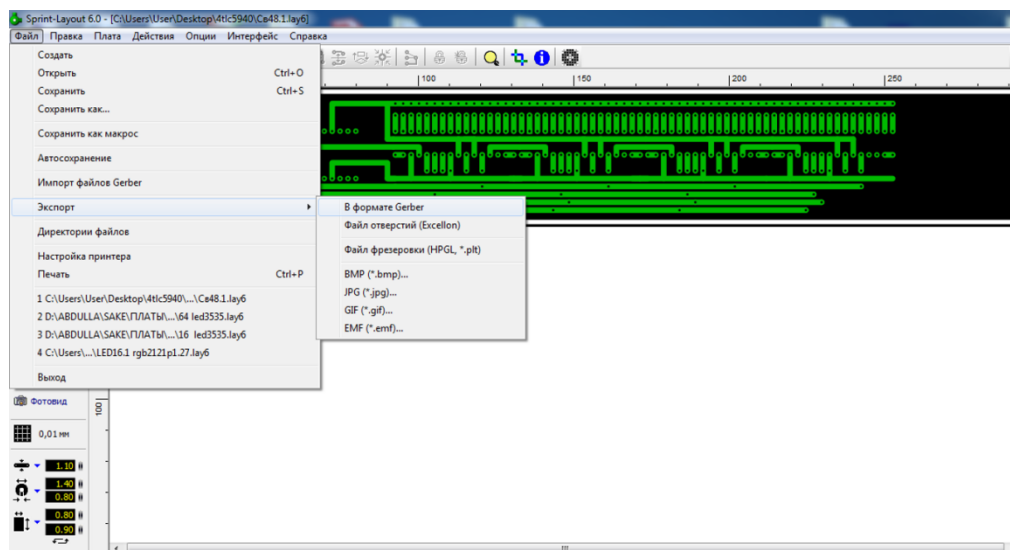


Рисунок 2.13 – Учет отверстий и формат Gerber для получения 3D макета платы

После размещения компонентов проводили маршрутизацию проводников, чтобы обеспечить правильное соединение между всеми элементами. Было обеспечено достаточное пространство между проводниками, чтобы избежать их пересечений и коротких замыканий.

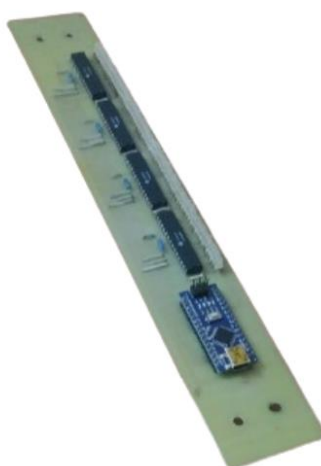


Рисунок 2.13 – Результат, печатная плата с 64 светодиодами, четырьмя TLC5940 и одним Arduino nano V3

### 3 Схема крутящейся платформы

#### 3.1 Цилиндрический дисплей

Крутящаяся платформа представляет собой механическое устройство, способное осуществлять вращательное движение вокруг своей оси. Ее конструкция включает в себя основу, на которой размещаются компоненты, а также механизмы для обеспечения вращения. В контексте данной работы крутящаяся платформа разработана для поддержки светодиодной линейки с использованием оптоволоконна. Основной задачей платформы является обеспечение равномерного вращения светодиодов с определенной скоростью, что позволяет создавать эффективные световые эффекты и демонстрации.

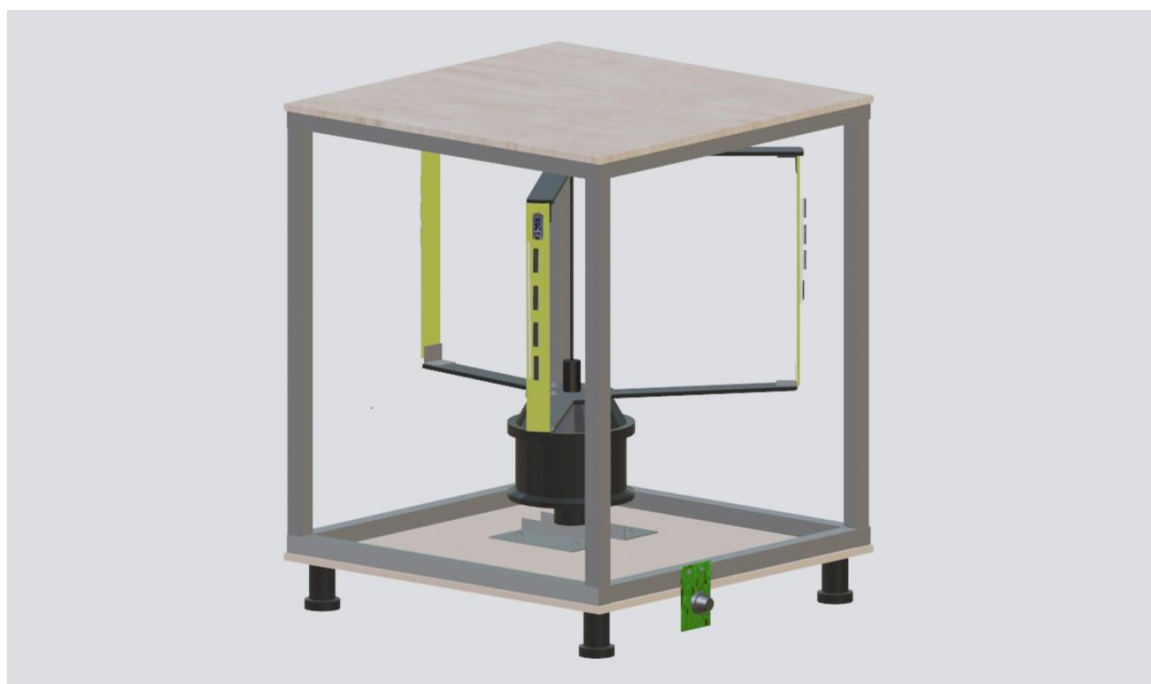


Рисунок 3.1 – Цилиндрический дисплей

Для обеспечения точного управления и стабильной работы платформы использованы специализированные моторы и контроллеры скорости, а также система электропитания, регулирующая напряжение и ток. Таким образом, крутящаяся платформа играет ключевую роль в обеспечении функциональности и эффективности светодиодной линейки на основе оптоволоконна.



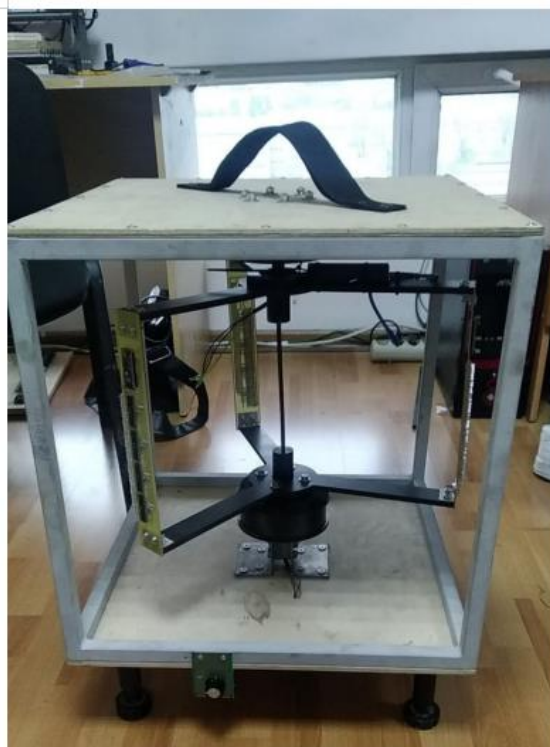


Рисунок 3.1 – Цилиндрический дисплей в собранном виде

LED цилиндрические дисплеи представляют собой инновационные устройства, в которых светодиоды располагаются на вращающихся лопастях. Эта технология позволяет синхронизировать работу светодиодов таким образом, что создается впечатляющее трехмерное изображение, воспринимаемое человеческим глазом. При вращении лопастей светодиоды активируются в определенной последовательности, что создает эффект глубины и объемности изображения.

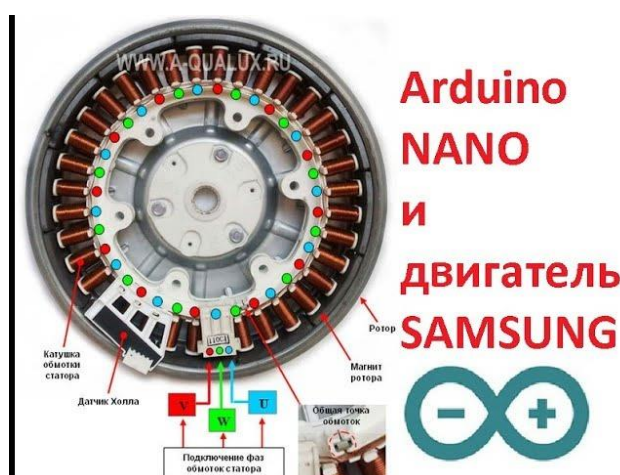


Рисунок 3.2 – Arduino NANO и двигатель SAMSUNG

Для реализации взаимодействия между Arduino Nano и двигателем Samsung необходимо осуществить соединение между ними с использованием специального устройства, называемого драйвером двигателя. Драйвер двигателя предоставляет необходимую электрическую изоляцию и усиление управляющих сигналов от Arduino Nano для корректного управления двигателем.

Сначала Arduino Nano подключается к драйверу с использованием цифровых пинов, которые предоставляют управление направлением вращения и скоростью двигателя. Затем выходы драйвера подключаются к соответствующим клеммам двигателя Samsung, обеспечивая передачу управляющих сигналов.

Питание для Arduino Nano и двигателя Samsung также подключается к драйверу, что обеспечивает стабильное питание для всех устройств. Необходимо учитывать соответствие напряжения и тока источника питания требованиям обоих устройств, чтобы избежать повреждения.

Такая конструкция обеспечивает возможность демонстрации различных визуальных эффектов, а также виртуальных объектов в трехмерном пространстве.



Рисунок 3.2 – Вращение дисплея

### **3.2 Конструкция крутящейся платформы: обзор и выбор двигателя**

Для обеспечения необходимого напряжения 5 вольт и тока питания до 10 ампер в проекте был выбран мотор гироскутера в качестве питающего генератора. Этот выбор обусловлен его способностью генерировать достаточно



Рисунок 3.3 – Используемый мотор

Важным аспектом является также обеспечение эффективной работы генератора и минимизация потерь энергии. Для этого были предприняты шаги по оптимизации работы мотора и выбору соответствующих компонентов системы.



Рисунок 3.4 – Схема гироскутера

В результате, проект получил надежный и стабильный источник питания, способный обеспечить работу всех компонентов системы, включая LED-светодиоды, с высокой эффективностью и безопасностью.



Рисунок 3.5 – Разборка гироскутера

### 3.3 Электрическая схема управления вращением платформы

Для управления всей системой был выбран контроллер, аналогичный тому, который используется в самокатах. Этот выбор был обоснован его способностью эффективно управлять движением и обеспечивать стабильную работу при передаче сигналов управления.

Использование контроллера от самоката предоставляет ряд преимуществ для проекта. Во-первых, такой контроллер уже имеет широкое применение и проверенную надежность в сфере мобильных устройств, что гарантирует его стабильную работу и долговечность. Во-вторых, он предоставляет достаточно мощные вычислительные возможности для обработки данных и управления всеми компонентами системы, включая светодиоды и двигатель.



Рисунок 3.6 – Контроллер

Важным аспектом при выборе контроллера была его совместимость с другими компонентами системы, что обеспечивает эффективную интеграцию и совместную работу всех элементов проекта. Таким образом, использование контроллера от самоката позволяет обеспечить надежное и эффективное управление светодиодной системой на крутящейся платформе.



Схема подключения контроллера к двигателю была тщательно спроектирована, учитывая требования к питанию и управлению двигателем.

Взаимодействие контроллера и двигателя происходит через выходы контроллера, предназначенные для управления скоростью двигателя. Контроллер генерирует ШИМ (шиотно-импульсные модули), которые посылаются на управляющие входы транзисторов или драйверов, усиливающих сигнал и управляющих мощностью, поступающей на двигатель.



Рисунок 3.7 – Схема подключение контроллера

Каждый импульс ШИМ контролирует скорость вращения двигателя: чем длиннее импульс, тем больше мощность подается на двигатель, и он вращается быстрее. Когда импульс короткий или его нет, двигатель останавливается. Таким образом, контроллер регулирует скорость двигателя путем изменения длительности импульсов ШИМ, что обеспечивает точное и эффективное управление скоростью и направлением вращения двигателя [3].

Источник питания: Входит в систему и предоставляет необходимое напряжение для работы контроллера и двигателя.

Контроллер: Основной элемент управления системой. Контроллер генерирует сигналы ШИМ (шиотно-импульсные модули), регулирующие скорость вращения двигателя.

Двигатель: Генератор питания, который преобразует механическую энергию в электрическую. Сигналы ШИМ, поступающие от контроллера, управляют скоростью вращения двигателя.

Транзисторы: Усиливают сигналы ШИМ, поступающие от контроллера, и управляют мощностью, поступающей на двигатель.

Связь между контроллером и двигателем: Передача сигналов ШИМ от контроллера к двигателю.

Эта схема позволяет контролировать скорость вращения двигателя, регулируя длительность импульсов ШИМ, что обеспечивает точное и эффективное управление его работой.

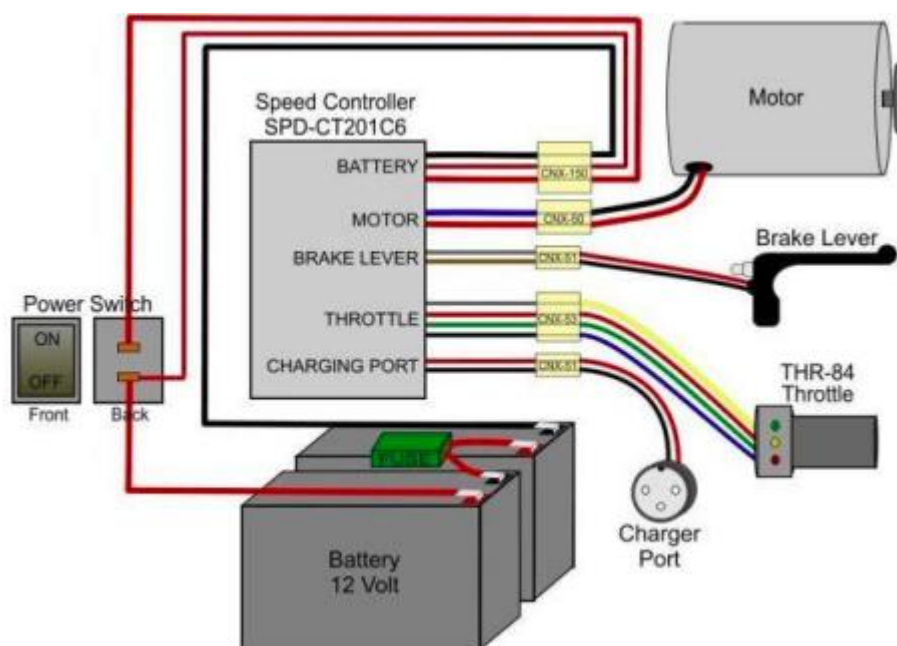


Рисунок 3.8 – Схема соединения двигателя гироскутера с контроллером от электросамоката

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате данной работы была разработана светодиодная линейка на основе оптоволокна, способная создавать трехмерные изображения благодаря использованию LED цилиндрических дисплеев. Это инновационное устройство представляет собой синхронизированные светодиоды, расположенные на вращающихся лопастях, создающие воспринимаемое человеческим глазом трехмерное изображение.

В процессе разработки были использованы современные технологии, такие как Arduino Nano и мотор от гироскутера, что позволило достичь высокой эффективности и надежности работы устройства. Соединение между контроллером и мотором было выполнено с использованием специализированных драйверов, обеспечивающих корректное управление скоростью и направлением вращения.

В целом, разработанная светодиодная линейка представляет собой инновационное устройство, способное создавать впечатляющие трехмерные эффекты и имеющее широкий потенциал применения в различных областях, таких как реклама, развлечения и визуализация данных.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи.-СПб.: «Лань», 2010;
- 2 URL:[https://ftp.utcluj.ro/pub/users/cemil/dDWDM/dDWDM\\_Intro/16\\_5311757.pdf](https://ftp.utcluj.ro/pub/users/cemil/dDWDM/dDWDM_Intro/16_5311757.pdf)
- 3 URL:[https://www.tutorialspoint.com/optical\\_networks/optical\\_networks\\_DWDM\\_technology.htm](https://www.tutorialspoint.com/optical_networks/optical_networks_DWDM_technology.htm)

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломная работа

Калкин Диас Жанатович

6B07104 – Electronic and Electrical Engineering

На тему: «Разработка светодиодной линейки с использованием оптоволокна»

Выполнено:

а) графическая часть на 15 листах

б) пояснительная записка на 48 страницах

### ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В работе студента Калкин Диас Жанатович, описывается процесс анализа, разработки и сборки цилиндрического многослойного дисплея на светодиодах.

Первая глава включает в себя анализ цилиндрических дисплеев и разработку структуры на основе данного анализа, а также описание подбора элементной базы для реализации данного проекта.

Во второй главе приведено проектирование конструкции и создание чертежа цилиндрического дисплея, включающее в себя подбор материалов.

В третьей главе подробно описывается полный процесс сборки цилиндрического многослойного дисплея на светодиодах, а также подведение итогов реализации проекта.

### Оценка работы

Студент отлично ориентируется в теоретическом материале, работа выполнена согласно техническому заданию к дипломной работе, соблюдены все стандарты университета по написанию дипломных работ.

Считаю, что дипломная работа выполнена на отлично (А, 95%), а дипломант, Калкин Диас Жанатович, заслуживает присвоения академической степени бакалавра специальности 6B07104 – Electronic and Electrical Engineering.

### Рецензент

Директор, ТОО «ARNAU ENERGY»

Баймухаммед Т.С

«30»

2024 г.



## ОТЗЫВ

### НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

Калкин Диас Жанатович

6B07104 – Electronic and Electrical Engineering

Тема: «Разработка светодиодной линейки с использованием оптоволокна»

Дипломная работа Калкина Диаса Жанатовича была выполнена в соответствии с утвержденным заданием. В ходе выполнения работы студент продемонстрировал высокий уровень знаний и навыков в области электроники и светодиодных технологий.

Детально проанализировал и описал характеристики светодиодов, выбранных для проекта. В своей работе он учел скорость вращения светодиодов (360 оборотов в минуту), что свидетельствует о тщательной проработке технических параметров.

Студент спроектировал и собрал линейку, состоящую из 64 светодиодов, расположенных на одной печатной плате. В проекте также учтены требования к размещению пяти микросхем с другой стороны платы и необходимость обеспечения питающего напряжения 5 вольт и тока до 10 ампер. Работа выполнена с высоким уровнем точности и внимания к деталям.

Успешно справился с задачей разработки и сборки крутящейся платформы, что является важным аспектом его дипломного проекта. В своей работе он использовал двигатель без трехфазных коллекторов, что добавило проекту инновационности.

В работе представлен подробный расчет параметров светодиодов, что демонстрирует высокий уровень теоретической подготовки студента. Эти расчеты были необходимы для обеспечения стабильной и эффективной работы светодиодной линейки.

Дипломная работа выполнена на высоком уровне. Студент продемонстрировал способность самостоятельно решать сложные технические задачи, применять теоретические знания на практике и успешно справляться с проектированием и сборкой сложных электронных устройств.

Дипломная работа Калкин Диас Жанатович может быть рекомендована к защите с присвоением ей академической степени бакалавра по образовательной программе 6B07104 «Electronic and Electrical Engineering» и оценивается на оценку 85 (хорошо).

Научный руководитель: Мещерякова Т.Ю. 

« 30 05 » 2024 г.

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті  
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор: Калкин Диас Жанатович**

**Тақырыбы: Разработка светодиодной линейки с использованием оптоволокна**

**Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 2.3**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.5**

**Дәйексөз (35): 0.4**

**Әріптерді ауыстыру: 1**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеңістіктер: 0**

**Ақ белгілер: 2**

**Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :**

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

**Негіздеме:**

30.05.2024  
Күні

Кафедра меңгерушісі



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Калкин Диас Жанатович

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Разработка светодиодной линейки с использованием оптоволокна

**Научный руководитель:** Сунгат Марксұлы

**Коэффициент Подобия 1:** 2.3

**Коэффициент Подобия 2:** 0.5

**Микропробелы:** 0

**Знаки из здругих алфавитов:** 1

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 2

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

30.05.2024

Дата

Марксұлы С

проверяющий эксперт

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Калкин Диас Жанатович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка светодиодной линейки с использованием оптоволоконна

Научный руководитель: Сунгат Маркесулы

Коэффициент Подобия 1: 2.3

Коэффициент Подобия 2: 0.5

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 2

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

30.05.2024

Дата

Маркесулы С

проверяющий эксперт