

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТБАЕВА»



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий
Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

Советбек Дильнар Айбекқызы

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

«Разработка светодиодного облучательного прибора для растениеводства»

Специальность 6В07111 – Робототехника и мехатроника

Алматы 2024 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТБАЕВА»



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»



ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: «Разработка светодиодного облучательного прибора для растениеводства»

по специальности 6В07111 – Робототехника и мехатроника

Выполнил

Советбек Д.А.

Рецензент

Научный руководитель

К. т. н., ассоциированный профессор

Магистр технических наук,

Сейдилдаева А.К.

старший преподаватель

«20» май 2024 г.

Бигалиева Ж.С.

«30» май 2024 г.

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТБАЕВА»



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий
Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»
6B07111 – Робототехника и мехатроника



ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы (проекта)

Студенту Советбек Дильнар Айбеккызы

1. Тема: «Разработка светодиодного облучательного прибора для растениеводства»
Утверждена приказом ректора № 578 от «4» декабря 2023 г.

2. Срок сдачи студентом законченной работы « » 202 г.

3. Исходные данные к дипломному проекту (законы, литературные источники, лабораторно-производственные данные)

Теоретические материалы по использованию светодиодных систем в растениеводстве

Лабораторные данные по влиянию различных спектров света на фотосинтез

Теоретические материалы по Arduino UNO

4. Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- 1) Изучить актуальность проблемы использования светодиодного освещения в растениеводстве.
- 2) Исследовать физиологические процессы растений и влияние различных спектров света на фотосинтез.
- 3) Провести анализ существующих светодиодных устройств и их эффективности.
- 4) Разработать конструкцию светодиодного облучательного прибора.
- 5) Осуществить программирование системы управления освещением.
- 6) Провести экспериментальные исследования по влиянию разработанного устройства на рост растений.

5. Перечень графического материала (чертежи, таблицы, диаграммы и т.д.)

Рисунки: 25

Таблицы: 2

6. Перечень основной рекомендуемой литературы: из 10 наименований 10

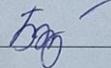
ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечания
Исследовательская часть	10.03-01.04.2024г	Выполнено
Теоретическая часть	01.04-17.04.2024г	Выполнено
Практическая часть	17.04-20.04.2024г	Выполнено
Экспериментальная часть	20.04-05.05.2024г	Выполнено

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Консультанты, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Мелибай Е.А.	30.05.2024	
Основная часть	Бигалиева Ж.С.	10.05.2024	
Расчетная часть	Бигалиева Ж.С.	10.05.2024	
Программная часть	Бигалиева Ж.С.	10.05.2024	

Дата выдачи задания «10» мая 2024 г.

Научный руководитель:  Бигалиева Ж.С.

Задание принял:  Советбек Д.А.

Некоммерческое Акционерное Общество «Казахский Национальный Исследовательский
Технический Университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»



Советбек Дильнар Айбекқызы

Разработка светодиодного облучательного прибора для растениеводства

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту**

Специальность 6В07111 – Робототехника и мехатроника

Алматы 2024 г.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс өсімдіктерді өсіру үшін LED жарықтандыру құрылғысын әзірлеуге және зерттеуге арналған, оның мақсаты – ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі мен сапасын арттыру.

Теориялық бөлімде өсімдіктердің физиологиялық процестері, фотосинтезге әр түрлі жарық спектрлерінің әсері және дәстүрлі жарық көздерімен салыстырғанда LED-дің артықшылықтары талданады.

Тәжірибелік бөлім құрылғының конструкциясын әзірлеу, компоненттерді таңдау, құрастыру және жарықтандыруды басқару жүйесін бағдарламалауды қамтиды.

Өсімдіктердің өсуі мен дамуын жақсартуға әкелетін әзірленген құрылғыны қолданудың эксперименталдық зерттеулері жүргізілді. Жұмыс энергия тиімділігін және осы технологияны енгізуден экономикалық пайда есептеулерін қамтиды, бұл оны қазіргі аграрлық өндірісте өзекті етеді.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена разработке и исследованию светодиодного облучательного устройства для растениеводства, цель которого – повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

В теоретической части работы анализируются физиологические процессы растений, влияние различных спектров света на фотосинтез, а также преимущества использования светодиодов по сравнению с традиционными источниками света.

Практическая часть включает в себя разработку конструкции устройства, выбор компонентов, сборку и программирование системы управления освещением. Осуществлено экспериментальное исследование, показавшее, что применение разработанного устройства способствует улучшению роста и развития растений.

Работа содержит расчет надежности и экономической выгоды от внедрения данной технологии, что делает ее актуальной для современного аграрного производства.

ABSTRACT

This diploma project focuses on the development and research of an LED lighting device for plant cultivation aimed at increasing agricultural yield and quality while reducing energy consumption and minimizing environmental impact.

The theoretical section analyzes plant physiological processes, the impact of different light spectra on photosynthesis, and the advantages of LEDs over traditional light sources.

The practical part includes the design of the device, selection of components, assembly, and programming of the lighting control system. Experimental research was conducted, demonstrating that the use of the developed device enhances plant growth and development.

The work includes detailed calculations of energy efficiency and economic benefits of implementing this technology, making it relevant for modern agricultural production.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Исследовательская часть	9
1.1 Принципы фотосинтеза и влияние света на рост растений	9
1.2 Особенности светодиодов как источников освещения для растений	11
1.3 Параметры светодиодных облучательных устройств	13
1.4 Анализ существующих светодиодных облучательных приборов для растениеводства	14
2 Практическая часть	18
2.1 Характеристика светодиодного облучательного устройства	18
2.2 Электронные компоненты	18
2.3 Электронная схема подключения	22
2.4 3D-модель	23
2.5 Программный код	26
3 Экспериментальная часть	28
4 Расчет надежности	32
Заключение	35
Список терминов и сокращений	36
Список использованной литературы	37
Приложение А	38

ВВЕДЕНИЕ

Современное растениеводство является важной отраслью сельского хозяйства, которое играет ключевую роль в обеспечении населения продовольствием и ресурсами. Однако, с увеличением мирового населения и изменением климатических условий, стало необходимым разработать новые методы и технологии, которые позволят повысить урожайность и качество продукции, а также снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Одной из перспективных технологий, которая находит все большее применение в растениеводстве, является использование светодиодных облучательных устройств. Целью данной работы является разработка эффективного светодиодного облучательного прибора для освещения растений, который будет способствовать повышению урожайности и качества продукции. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить необходимую литературу: рассмотреть основные принципы работы светодиодов, а также исследовать влияние различных параметров освещения на рост и развитие растений;

2. Провести анализ существующих технологий и конструкций светодиодных устройств, а также сравнение их с традиционными источниками света;

3. Разработать и описать конструкцию светодиодного облучательного устройства, учитывая требования к спектру излучения, мощности, и другим параметрам для оптимального освещения растений;

4. Провести экспериментальные исследования влияния разработанного устройства на рост и развитие растений, а также сравнение с традиционными источниками освещения;

5. Оценить эффективность применения разработанного устройства по сравнению с другими источниками освещения.

Актуальность исследования определяется климатическими условиями, которые затрудняют выращивание растений в открытом грунте в некоторых регионах. В связи с этим возрастает интерес к разработке и применению искусственных освещённых систем в теплицах, что позволяет обеспечить население свежими овощами и фруктами круглый год.

В результате выполнения данной работы ожидается получение практически значимых результатов, которые будут способствовать развитию современных методов растениеводства и повышению эффективности использования ресурсов.

1 Исследовательская часть

1.1 Принципы фотосинтеза и влияние света на рост растений

Современные технологии в области растениеводства все больше ориентируются на использование искусственного освещения для оптимизации условий выращивания растений. Одним из наиболее эффективных и экономичных способов обеспечения растений необходимого света является применение светодиодных приборов. В данном разделе рассматриваются исследования влияния светодиодного излучения и его параметров на растения, а также объясняется механизм взаимодействия растения со светом и процесс фотосинтеза.

Принципы фотосинтеза

Известно, что фотосинтез играет важнейшую роль в жизни растений. Фотосинтез – это процесс, при котором солнечная энергия используется для превращения неорганических веществ в органические. Этот уникальный биологический процесс характеризуется накоплением и увеличением свободной энергии.

Фотосинтез происходит в двух основных фазах: световой и темновой. Световая фаза фотосинтеза происходит в тилакоидах (мембранах хлоропластов) и зависит от наличия света. Во время световой фазы хлорофилл поглощает световую энергию и передает ее электронам, которые движутся по энергетической цепи. В результате эти электроны передают свою энергию на создание АТФ и НАДФ. АТФ и НАДФ являются энергетическими носителями, которые будут использоваться в следующей фазе фотосинтеза. Темновая фаза фотосинтеза, которая также известна как цикл Кальвина, происходит в стоматальных клетках хлоропластов и не зависит от прямого воздействия света. Во время темновой фазы CO_2 используется для синтеза органических молекул, таких как глюкоза. В этом процессе АТФ и НАДФ, синтезированные в световой фазе, используются для превращения CO_2 в органические вещества. Обе фазы фотосинтеза являются взаимосвязанными и не могут проходить отдельно друг от друга. Световая фаза создает необходимую энергию для темновой фазы, а темновая фаза использует эту энергию для создания органических веществ.

Влияние света на рост растений

Растения имеют плоскую и широкую листовую пластину, прозрачную кожицу, благодаря которой свет проникает внутрь листа. В хлоропластах образуется пигмент хлорофилл. Именно он придает растению зеленый цвет и отвечает за поглощение света, необходимое для образования органических веществ. Хромопласты – пластиды, в которых имеется больше каротиноидов, чем хлорофиллов. Благодаря им растения окрашиваются в желтую, красную или оранжевую расцветку.[1]

Освещение имеет фундаментальное значение для фотосинтеза. Оно влияет на молекулу хлорофилла, способствует формированию структуры

хлоропластов, стимулирует активность различных ферментов, а также способствует биосинтезу белков и нуклеиновых кислот. Свет также является критическим фактором, влияющим на газообмен, деление и растяжение клеток, а также на процессы роста и развития растений, включая время цветения и плодоношения.[2] В зависимости от длины волны света, его интенсивности и продолжительности облучения, можно достичь различных эффектов на рост и развитие растений.

Растения поглощают свет на определённых длинах волн, соответствующих пикам поглощения хлорофилла. Для процесса фотосинтеза наиболее эффективными являются ультрафиолетовые (380–400 нм), сине-фиолетовые (400–450 нм) и оранжево-красные (650–680 нм) диапазоны. Желто-зелёные диапазоны (500–580 нм) поглощаются в меньшей степени, а инфракрасные – почти не поглощаются. Согласно исследованиям Протасовой Н.Н., разные части спектра оказывают уникальное воздействие на растения. Отсутствие определённых участков спектра в свете ламп может привести к нарушениям нормального роста растений, если они длительное время выращиваются под такими источниками света.[3]

Влияние различных длин волн на развитие растений по Протасовой Н.Н. показано в таблице[5].

Диапазон длин волн, нм	Влияние на растения
400...500 (синий свет)	Формирование низкорослых растений с низкой продуктивностью вследствие накопления в листьях ингибиторов роста. При этом стебли укорочены, листья утолщены, но мелкие.
500...600 (зеленый свет)	Формирование растений с вытянутыми осевыми органами и тонкими листьями, с низкой продуктивностью
600...780 (красный свет) особенно важна зона 640...680 нм	Формирование у растений высокого ростового эффекта (интенсивный рост листьев, осевых органов). При недостатке этого излучения у растений формируются неполноценные генеративные органы, что приводит к низкой урожайности.

Рисунок 1.1 – Влияние спектра излучений на формирование растений

Согласно Протасовой Н.Н., рационально разработать источник света, где распределение потоков по спектру фотосинтетически активного излучения (ФАР) будет следующим: 380...490 нм – 20...25%, 490...500 нм – 20...25%, и 600...700 нм – 60...50%. Отдельно взятые диапазоны ФАР не позволяют вырастить здоровые растения, однако комбинация излучения с таким соотношением энергии в указанных трех диапазонах длин волн способствует успешному выращиванию полноценных растений.[3]

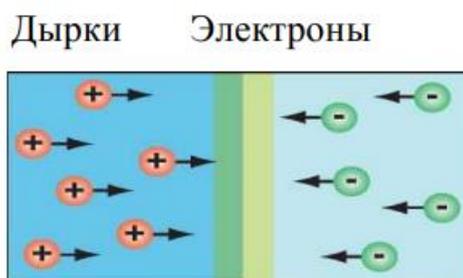
1.2 Особенности светодиодов как источников освещения для растений

Светодиоды стали неотъемлемой частью современных систем освещения в различных областях, включая растениеводство. Их уникальные свойства делают их идеальным выбором для обеспечения оптимальных условий освещения для растений.

Общая информация о светодиодах

Светодиод представляет собой полупроводниковое устройство, которое прямо преобразует электрический ток в свет. Это качественно отличает его от традиционных источников света, таких как лампы накаливания, люминесцентные лампы и газоразрядные лампы высокого давления. В конструкции светодиода отсутствуют газ, нить накала, хрупкая стеклянная колба и любые подвижные компоненты, что делает его более надежным и долговечным.[4]

Как и любой диод, светодиод содержит один полупроводниковый рп-переход (электронно-дырочный переход). Процесс, известный как легирование, используется для насыщения материала n-типа отрицательными носителями заряда и материала р-типа положительными носителями заряда. В результате легирования атомы в n-типе материала набирают избыток электронов, а атомы в р-типе материала обретают дырки – пространства на внешних электронных орбитах, где электроны отсутствуют.[5]



Материал р-типа р-n переход Материал n-типа

Рисунок 1.2 – Схема процесса легирования

Когда к диоду прикладывается электрическое поле, электроны и дырки в материалах n-типа и р-типа направляются к р-n-переходу. По мере приближения носителей заряда к этому переходу, электроны внедряются в материал р-типа. При этом, если на стороне материала n-типа подается отрицательное напряжение, через диод начинает течь электрический ток от n-типа к р-типу, что известно как прямое смещение. В процессе, когда излишки электронов перемещаются из материала n-типа в р-тип и рекомбинируют с дырками, освобождается энергия в форме фотонов — элементарных частиц электромагнитного излучения. Хотя все диоды генерируют фотоны, только некоторые из них излучают видимый свет. Материал для изготовления

светодиода подбирается так, чтобы длина волны испускаемых фотонов попадала в видимый диапазон спектра. Различные материалы испускают фотоны разных длин волн, что определяет цвет испускаемого света. [5]



Рисунок 1.3 – Схема работы светодиода

Пучок видимого света, который излучает светодиод, сам по себе холодный, однако потери в устройстве приводят к тому, что на p-n-переходе генерируется тепло, иногда значительное. Чтобы светодиод работал должным образом, обеспечивал оптимальный световой поток и имел долгий срок службы, очень важно контролировать температуру p-n-перехода при помощи грамотно спроектированного теплоотвода и других методов управления температурой. Подробная конструкция светодиода показана на рисунке 1.4. [5]

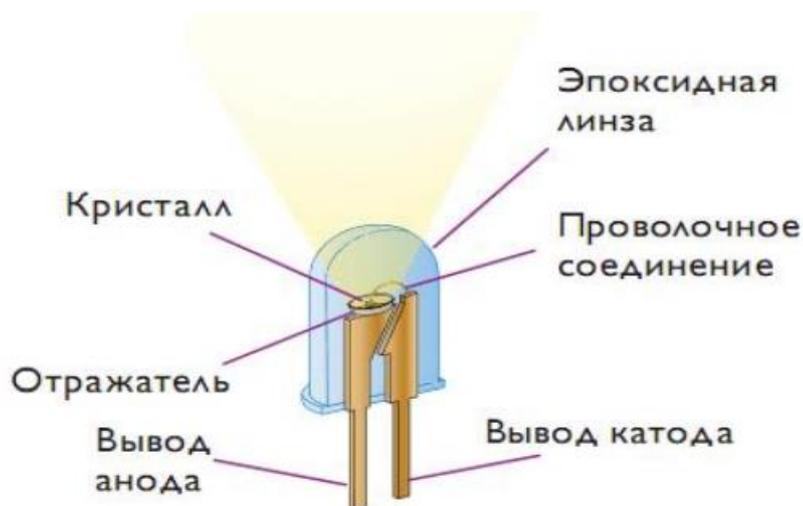


Рисунок 1.4 – Конструкция светодиода

Все осветительные светодиоды строятся по одному и тому же базовому принципу конструкции. Они состоят из полупроводникового кристалла, подложки, на которой этот кристалл расположен, контактов для электрического соединения, соединительных проводников, которые связывают контакты с кристаллом, теплоотвода, линзы и защитного корпуса. [5]

Преимущества использования светодиодов в растениеводстве:

– Энергоэффективность: светодиоды потребляют меньше электроэнергии по сравнению с другими типами ламп, что позволяет существенно сократить затраты на электроэнергию при освещении растений;

– Спектральная настраиваемость: одним из главных преимуществ светодиодов является возможность точной настройки спектра света, который излучается. Это позволяет оптимизировать условия освещения для различных стадий роста растений и специфических потребностей различных видов культур;

– Долговечность и надежность: светодиоды имеют длительный срок службы и практически не требуют обслуживания, что делает их идеальным выбором для применения в сельском хозяйстве и растениеводстве;

– Минимальное выделение тепла: в отличие от других источников света, таких как лампы накаливания, светодиоды почти не выделяют тепла. Это позволяет уменьшить риск перегрева растений и необходимость в дополнительной вентиляции в помещении;

– Экологическая безопасность: светодиоды не содержат ртути или других вредных веществ, характерных для некоторых традиционных источников освещения. Они также не выбрасывают ультрафиолетовое или инфракрасное излучение, что делает их более безопасными для использования в близком контакте с растениями.

Все эти факторы делают светодиоды идеальным выбором для использования в системах освещения для растений, обеспечивая оптимальные условия для их здоровья и роста.

1.3 Параметры светодиодных облучательных устройств

Один из наиболее важных параметров светодиодных облучательных устройств – спектральный состав света. Растения обладают различными фотохромными пигментами, которые поглощают свет определенных длин волн. Спектральный состав света, создаваемого СОУ, определяет эффективность фотосинтеза, фотоморфогенеза и других физиологических процессов в растениях. Исследования показывают, что оптимальный спектральный состав для растений может варьироваться в зависимости от их вида, фазы роста и целей выращивания.

Другим важным параметром является интенсивность света, которая измеряется в единицах фотосинтетически активного излучения (ФАР). Интенсивность света влияет на скорость фотосинтеза, рост и развитие растений. Недостаточная или избыточная интенсивность света может привести к нарушениям в физиологических процессах растений, что негативно сказывается на их здоровье и урожайности. В результате многочисленных исследований, учеными было выяснено, что наиболее благоприятные для выращивания растений – интенсивности в пределах 150...220 Вт/м², а наиболее оптимальный спектральный состав излучения для эффективного воздействия на

растения характеризуется следующим распределением энергии: 30% приходится на синий диапазон (380...490 нм), 20% — на зелёный (490...590 нм) и 50% — на красный (600...700 нм)[5].

Потребности растений в уровне освещенности различаются. Так, овощные культуры можно разделить на три группы:

- 1) Светолюбивые – томаты, фасоль, огурцы, редис, цветная капуста (рассада), кабачки и др.;
- 2) Менее светолюбивые – укроп, шпинат;
- 3) Хорошо растущие при малой освещенности – лук, петрушка и др.[6]

С повышением уровня освещения усиливаются такие физиологические процессы как рост и фотосинтез. Например, повышенная освещенность при воздействии на рассаду огурцов и томатов приводила к почти пропорциональному увеличению их биомассы, росту площади листьев, а также к улучшению функционирования корневой системы. Эти тенденции остаются актуальными для большинства сельскохозяйственных культур даже при высоких уровнях освещенности.[6]

Длительность светового периода – еще один важный параметр, который оказывает влияние на растения. Растения имеют различные требования к длительности светового дня в зависимости от их вида и фазы роста. Например, некоторые растения требуют короткого дня для цветения, в то время как другие – длинного дня для активного роста.

В наши дни особенно широкое применение находит светокультура рассады огурцов и томатов. Использование дополнительного освещения для рассады позволяет сократить период ее выращивания в два раза. Рассада, выращенная с использованием дополнительного освещения, значительно превосходит контрольные образцы: по высоте на 26-55%, по сырой биомассе - на 38-82% и по количеству листьев - на 10-30%, в зависимости от типа применяемых ламп. В результате, общий урожай за сезон увеличивается на 25-30%.[6]

1.4 Анализ существующих светодиодных облучательных приборов для растениеводства

В данном разделе описаны существующие устройства, доступные для приобретения в торговых точках.

1. Светильник светодиодный FitoLED 20 биколорный
Цена – 20200тг.



Рисунок 1.5 –FitoLED 20 биколорный

FitoLED 20 – компактный светодиодный светильник для дополнительного освещения комнатных цветов и небольших растений. Не нагревается выше 45 градусов по Цельсию, работает в двух спектрах: синем и красном. Недостаток – высокая стоимость в сравнении с другими подобными приборами).[8]

2. Светодиодный светильник Nanolux LED RG150 UV&IR
Цена – 115000тг.



Рисунок 1.6 – Nanolux LED RG150 UV&IR



Рисунок 1.7 – Nanolux LED RG150 UV&IR

Преимущества: полный спектр/УФ/ИК (Режим полного спектра/УФ/ИК, подходит для различных этапов стадии роста растений); высокое входное напряжение 120В-277В, совместим с разными видами вилок в различных регионах; полный спектр предназначен для всех этапов выращивания, от семян до цветка, повышает урожайность и качество урожая; конструкция, простота эксплуатации; функция мягкого старта (увеличивает срок службы светодиодов на 10%). Недостатки: высокая стоимость.[9]

3. Фитолампа полного спектра от производителя Epleds
Цена – 15440тг



Рисунок 1.8 – Фитолампа полного спектра Epleds

Преимущества: водонепроницаемость, две лампы, с возможностью зажигать их отдельно, таймер, зажим (можно прикрепить устройство в любое удобное место), USB и гибкий провод, который может принять различные формы. Недостаток: высокая стоимость.

Помимо вышеперчисленных вариантов также существует множество других облучательных устройств и светодиодных ламп со спектрами, необходимыми для роста комнатных цветов и растений. Наша задача в данной работе – создать компактный, экономичный и не менее эффективный прибор для домашнего дополнительного освещения.[10]

2 Практическая часть

2.1 Характеристика светодиодного облучательного устройства

В процессе разработки светодиодного облучательного устройства для растениеводства учитываются следующие ключевые параметры.

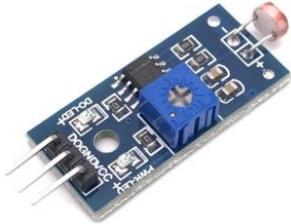
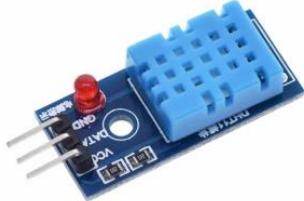
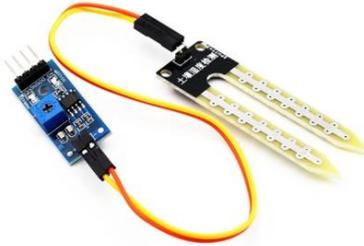
Размеры – устройство должно быть компактным для удобства размещения в ограниченных пространствах, например, домашних условиях. Важно, чтобы оно не занимало много места, но при этом обеспечивало достаточное освещение для растений, покрывая необходимую площадь. Тип установки – устройство должно быть легко монтируемым и адаптируемым к различным типам растительных культур. Это может включать возможность подвешивания над растениями или интеграцию в полочные системы для вертикального садоводства. Масса – важно учитывать массу устройства, особенно если предполагается подвесное использование. Конструкция должна быть достаточно легкой, чтобы минимизировать нагрузку на подвесные системы, но в то же время достаточно прочной, чтобы выдерживать повседневное использование. Энергетический источник – облучательное устройство должно быть энергоэффективным, используя светодиоды, которые обеспечивают высокий световой поток при низком потреблении электроэнергии. Идеально подходят системы, которые могут работать как от сети, так и от автономных источников питания, таких как солнечные батареи, для обеспечения непрерывности работы в различных условиях. Спектральный состав света – устройство должно использовать оптимизированный спектр света, который максимально соответствует потребностям растений в различных фазах их развития, обеспечивая эффективный рост и цветение. Защитные функции – конструкция устройства должна предусматривать защиту от влаги и воды, если оно будет использоваться во влажных условиях теплиц. Это обеспечит долговечность и безопасность устройства. Устойчивость к внешним условиям – устройство должно быть устойчиво к воздействию пыли и загрязнений, что важно в условиях теплиц, где могут быть высокие концентрации удобрений и других агрохимикатов в воздухе.

2.2 Электронные компоненты

Реализация практической части включает несколько ключевых этапов: проектирование, сборка, программирование и тестирование. Каждый из этих этапов требует тщательного планирования и выполнения для успешного завершения проекта.

Для создания светодиодного облучательного устройства для растениеводства были использованы следующие компоненты.

Таблица 2.1 – Электронные компоненты

1	Микроконтроллер (Arduino Uno)	
2	<p>Светодиодная фитолента:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Красные светодиоды; • Синие светодиоды. 	
3	Модуль фоторезистора Arduino LM393	
4	Датчик температуры и влажности DHT11	
5	Датчик влажности почвы Arduino FC-28	

6	LCD Дисплей	
7	1-канальный модуль реле	
8	Блок питания для светодиодной ленты	

Arduino Uno — это микроконтроллерная плата на базе ATmega328P. Она включает 14 цифровых входно-выходных пинов, 6 аналоговых входов, 16 МГц кварцевый резонатор, USB-соединение, разъем питания и кнопку сброса.

Модуль фоторезистора Arduino LM393 – этот модуль использует LM393, низковольтный компаратор напряжения, и фоторезистор для измерения уровня освещенности.

Датчик температуры и влажности DHT11 – это датчик, который измеряет температуру воздуха и относительную влажность.

Датчик влажности почвы Arduino FC-28 – используется для мониторинга влажности земли. Этот датчик представляет собой два провода, которые действуют как переменные резисторы в зависимости от влажности почвы.

LCD Дисплей (Жидкокристаллический дисплей), часто используемый в Arduino проектах, обычно подключается через I2C или параллельный интерфейс для отображения текста и чисел.

1-канальный модуль реле используется для управления высоковольтными и/или мощными устройствами, которые не могут быть напрямую подключены к микроконтроллеру из-за ограничений по току и напряжению.

Блок питания для светодиодной ленты предназначен для обеспечения стабилизированного напряжения и тока для светодиодных лент.

Светодиодная фитолента, специально разработанная для выращивания растений, испускает свет в спектрах, оптимальных для фотосинтеза.

Внизу представлена таблица со стоимостью всех компонентов.

Таблица 2.2 – Затраты на закупку компонентов

№	Название	Количество	Цена
1	Arduino Uno	1	3500тг
2	Модуль фоторезистора	1	250тг
3	Датчик влажности почвы	1	400тг
4	Датчик температуры и влажности	1	700тг
5	Одноканальное реле	1	460тг
6	LCD Дисплей	1	1700тг
7	Светодиодная лента	1	700тг
8	Соединительные провода	1	600тг

2.3 Электронная схема подключения

Схема подключения облучательного устройства создана в программе Fritzing.

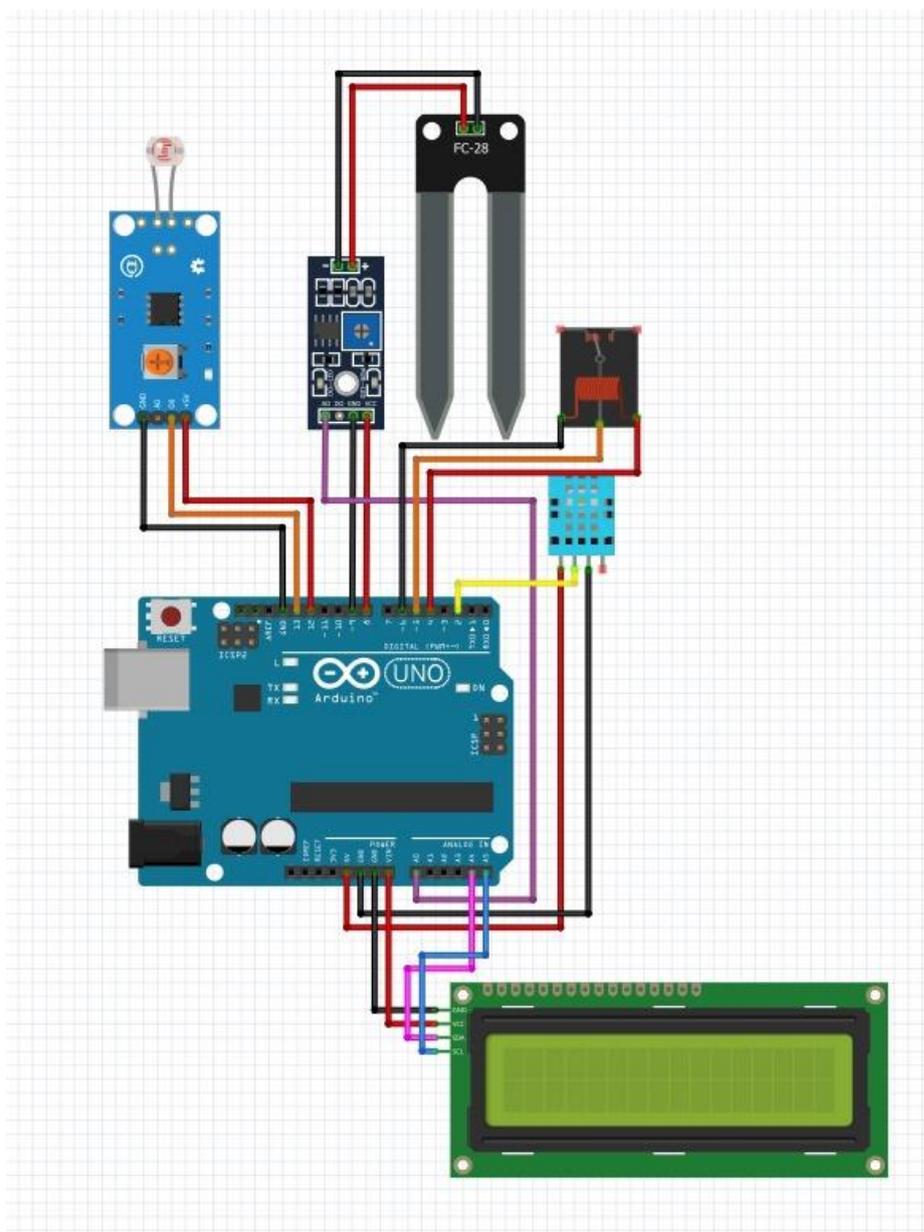


Рисунок 2.1 – Схема подключения светодиодного устройства

Все компоненты, за исключением жидкокристаллического дисплея и датчика влажности почвы, подключены к цифровым входам, в то время как упомянутые устройства соединены с аналоговыми входами. Питание компонентов идет от ардуино. Светодиодная лента подключена к микроконтроллеру через реле. Ардуино получает питание через USB порт – powerbank/смартфон.

2.4 3D-модель

В данном разделе представлена 3D-модель светодиодного облучательного устройства для растениеводства. Модель была создана с использованием программного обеспечения КОМПАС-3D, что позволило визуализировать конструктивные особенности и функциональные элементы устройства. На изображениях ниже представлены отдельные компоненты и модель целиком.

В процессе сборки 3D-модели устройства использовалась методика пошаговой конструкции, т.е. разработка каждого компонента в отдельности, которые представлены на рисунках 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9. После детального моделирования всех необходимых элементов, был создан объединяющий их элемент – корпус устройства. В этот корпус аккуратно были интегрированы все ранее разработанные компоненты, обеспечивая таким образом целостность и функциональность готовой модели. Она представлена на рисунке 2.10. Этот подход позволил максимально точно и гармонично собрать конструкцию, предусматривая удобные места для монтажа и доступа к основным функциональным элементам устройства.

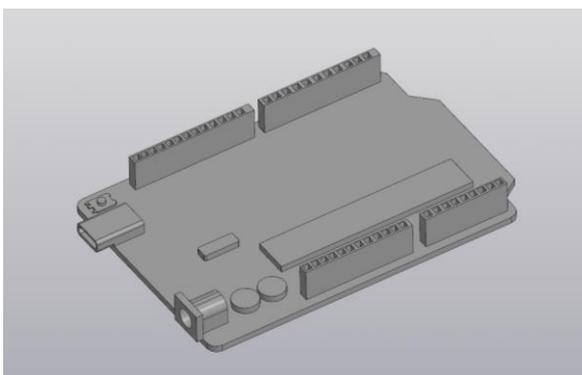


Рисунок 2.2 – 3D модель Arduino Uno

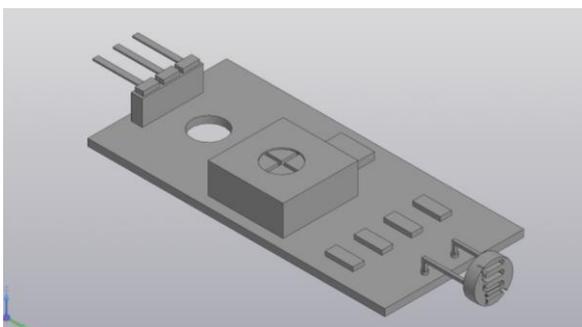


Рисунок 2.3 – 3D модель модуля фоторезистора

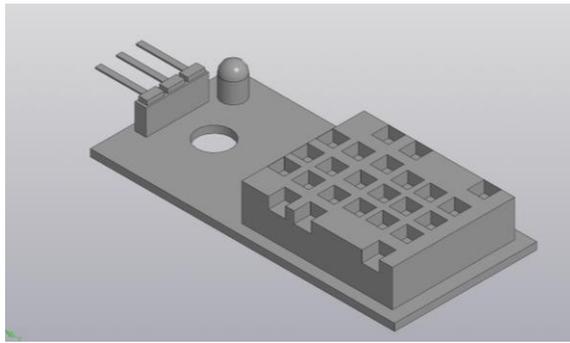


Рисунок 2.4 – 3D модель датчика температуры и влажности

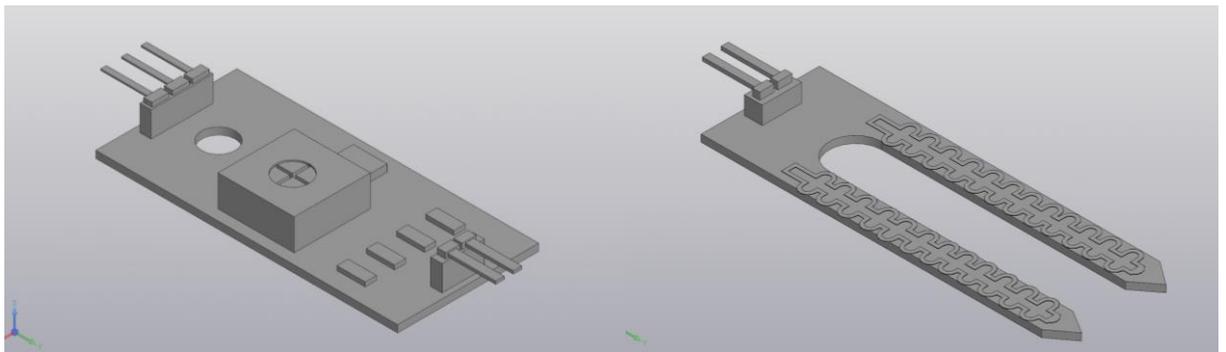


Рисунок 2.5 – 3D модель датчика влажности почвы

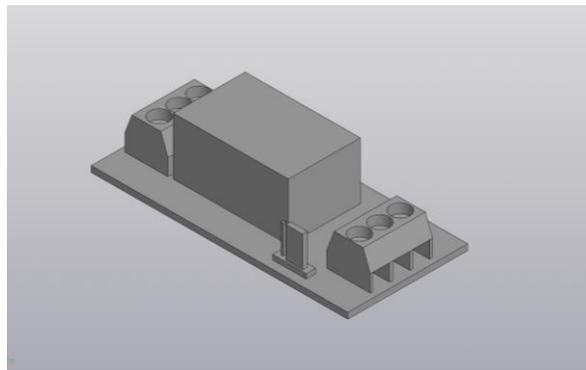


Рисунок 2.6 – 3D модель одноканального реле

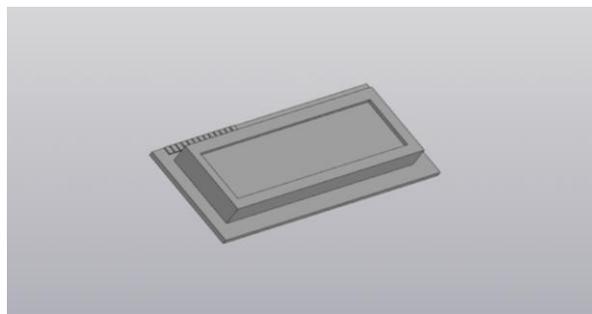


Рисунок 2.7 – 3D модель дисплея

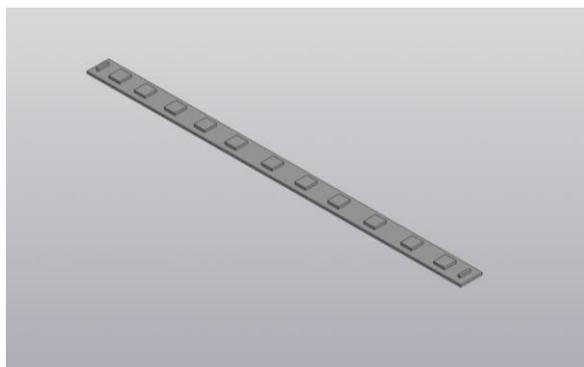


Рисунок 2.8 – 3D модель светодиодной фитополоски красного и синего спектра

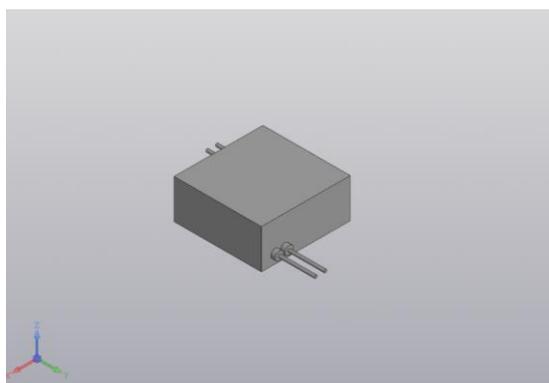


Рисунок 2.9 – 3D модель блока питания

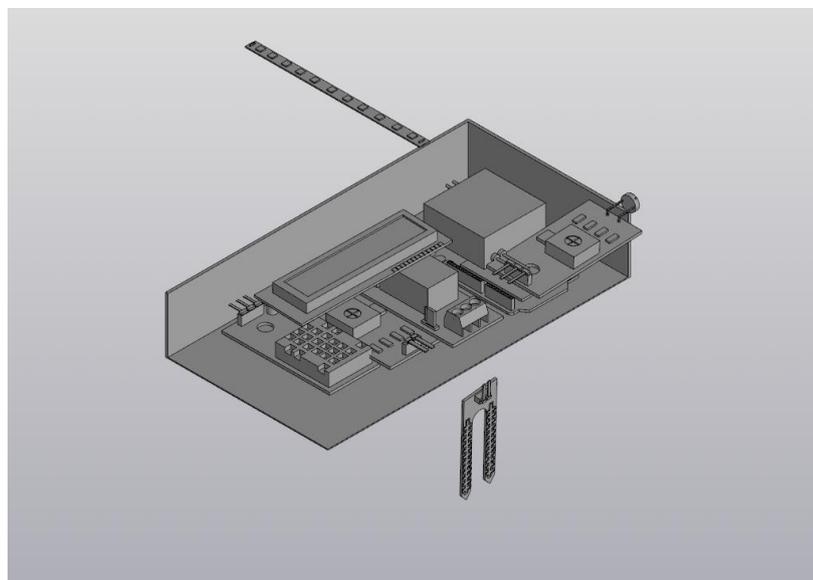


Рисунок 2.10 – полная 3D-модель устройства

2.4 Программный код

Код был написан в программе Arduino IDE, разработанной на C и C++. Пример показан на рисунке

```
dilnar
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <iarduino_DHT.h>

int photoPin = 13;
int soilPin = A0;
int relayPin = 5;
int tempPin = 2;

int photoVCC = 12;
int soilVCC = 8;
int relayVCC = 4;

int soilGND = 9;
int relayGND = 6;

int soilRaw = 0;
int soilHum = 0;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
iarduino_DHT dht(tempPin);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(photoPin, INPUT);
  pinMode(soilPin, INPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  pinMode(tempPin, INPUT);

  pinMode(photoVCC, OUTPUT);
  pinMode(soilVCC, OUTPUT);
  pinMode(relayVCC, OUTPUT);

  pinMode(soilGND, OUTPUT);
  pinMode(relayGND, OUTPUT);
}
```

Рисунок 2.11 – Программный код

Программа предназначена для мониторинга и отображения параметров окружающей среды, таких как влажность почвы, температура и влажность воздуха. Управление реле на основе данных с фотодатчика позволяет активировать или деактивировать светодиодную фитоленту, в зависимости от наличия света.

1) Подключаем необходимые библиотеки

Wire.h: Эта библиотека используется для взаимодействия с устройствами по шине I2C (двухпроводной, последовательной шине), которая позволяет микроконтроллеру Arduino общаться с различными I2C устройствами, включая датчики, экраны и другие микроконтроллеры. Особенности: Предоставляет

функции для начала связи (`Wire.begin()`), отправки данных (`Wire.write()`), запроса данных (`Wire.requestFrom()`), а также для приема данных (`Wire.read()`).

`LiquidCrystal_I2C.h`: Эта библиотека предназначена для управления жидкокристаллическими дисплеями (LCD), которые подключаются через I2C интерфейс. Особенности: Упрощает работу с ЖК-дисплеем, предоставляя функции для инициализации дисплея (`lcd.init()`), очистки дисплея (`lcd.clear()`), установки курсора (`lcd.setCursor()`), печати текста (`lcd.print()`) и управления подсветкой (`lcd.backlight()` и `lcd.noBacklight()`).

`DHT.h`: Библиотека для работы с датчиками температуры и влажности DHT, такими как DHT11 и DHT22. Эти датчики широко используются в проектах, связанных с мониторингом климата. Особенности: Обеспечивает простой интерфейс для считывания текущих значений температуры и влажности с датчика (`dht.readTemperature()`, `dht.readHumidity()`), а также поддерживает различные модели датчиков DHT.

2) Определение пинов

`photoPin`, `soilPin`, `relayPin`, `tempPin` для соответствующих датчиков и реле.

`photoVCC`, `soilVCC`, `relayVCC` и `soilGND`, `relayGND` для управления питанием и землей датчиков и реле.

3) Создание объектов

`LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2)` - инициализация ЖК-дисплея с адресом 0x27 и размером 16x2 символа.

`dht DHT(tempPin)` - инициализация датчика DHT на определенном пине.

4) Функция `setup()`

Установка скорости последовательного порта для отладки.

Настройка направлений пинов (INPUT или OUTPUT).

Инициализация ЖК-дисплея и включение подсветки.

5) Функция `loop()`

Считывание и вывод данных:

Чтение состояния фотодатчика и вывод его значения в последовательный порт.

Чтение и масштабирование аналогового значения влажности почвы.

Управление реле на основе состояния фотодатчика.

Использование датчика DHT:

Считывание температуры и влажности.

Вывод данных на ЖК-дисплей, организация вывода текста с использованием методов `setCursor()` и `print()` для отображения температуры и влажности воздуха, а также влажности почвы.

3 Экспериментальная часть

Практическое применение и исследование влияния светодиодного облучателя на растения

В течение двухнедельного периода, с 20 апреля по 3 мая, было проведено исследование эффективности светодиодного облучательного устройства на различных видах растений, включая томаты, микрозелень и салат. Эксперимент направлен на оценку влияния светодиодного освещения на рост и развитие указанных культур. Испытания осуществлялись путем систематического применения светодиодной фитолампы, специально разработанной для стимулирования процессов фотосинтеза растений.

1. Микрозелень редиса



Рисунок 3.1 – Микрозелень редиса (Вид спереди)



Рисунок 3.2 – Микрозелень редиса (Вид сверху)

На рисунке 3.1 и 3.2 представлена микрозелень редиса. Посадка: 20.04.2024г, итоговый результат: 25.04.2024г. Контейнер справа освещался преимущественно светодиодным устройством, контейнер слева был на естественном освещении. Значительной разницы в высоте не имеется, однако можно заметить, что саженцы в левом контейнере растут менее равномерно, возможно, из-за конкуренции за свет, воду и питательные вещества. Ростки в правом контейнере выглядят более равномерными и здоровыми, что может быть результатом лучших условий роста. В левом контейнере некоторые ростки имеют признаки увядания или стресса, такие как склонные или увядающие стебли и листья. Ростки в правом контейнере кажутся более жизнеспособными, с более прямыми стеблями и широкими зелеными листьями.

2. Салат



Рисунок 3.3 – Салат (Вид сверху)



Рисунок 3.4 – Салат (Вид спереди)

На рисунке 3.3 и 3.4 представлены ростки салата. Посадка: 20.04.2024г, результат на фотографии: 03.05.2024г. Контейнер справа на обоих рисунках был под светодиодным освещением, слева – на естественном. Имеется разница в высоте ростков, ширине листьев и устойчивости стеблей. Так как полив производился в равных условиях, помимо освещения, плотность посадки тоже повлиял на ростки. В контейнере под искусственным освещением они посажены на одинаковом друг от друга расстоянии, в небольшом количестве, в отличие от контейнера с естественным освещением. По этой причине ростки в контейнере с искусственным освещением более развиты.

3. Томат



Рисунок 3.5 – Томат (Вид сверху)



Рисунок 3.6 – Томат (Вид спереди)

На рисунке 3.5 и 3.6 представлены ростки томата. Посадка: 20.04.2024г, итоговый результат: 03.05.2024г. Контейнер справа на рисунке 3.5 и 3.6 освещался преимущественно светодиодным устройством, контейнер слева был на естественном освещении. Видна разница в высоте, ширине и общем развитии листьев.

Исследование показало, что использование светодиодного освещения оказало положительное воздействие на рост и развитие томатов, микрозелени и салата. Растения, выращенные под светодиодными лампами, демонстрировали увеличенную скорость роста и улучшение физиологических показателей по сравнению с контрольной группой, которая выращивалась без дополнительного искусственного освещения.

Это исследование подчеркивает потенциал применения светодиодных технологий в агрономии, особенно в условиях ограниченного доступа к естественному солнечному свету. Результаты подтверждают, что целенаправленное использование светодиодного спектрального состава может существенно улучшить условия для фотосинтетической активности растений, что, в свою очередь, стимулирует их рост и повышает общую продуктивность культур

4 Расчет надежности

Надежность определяется как способность изделия поддерживать заданные функциональные параметры в пределах установленных стандартов в течение определенного времени при соблюдении конкретных условий эксплуатации, обслуживания, хранения и транспортировки.[7]

Используемые формулы и пояснения:

1) Интенсивность отказа:

$$\lambda = \frac{1}{t} \quad (4)$$

2) Вероятность безотказной работы всей системы:

$$Ti(t) = e^{-\lambda it} \quad (4.1)$$

где $t=1000$ ч

3) Расчет показателей системы:

$$T = \sum_{i=1}^n [Ti(t)] \quad (4.2)$$

4) Средняя наработка до отказа системы:

$$P = \frac{1}{\lambda} \quad (4.3)$$

5) Годовая наработка до отказа системы:

$$P_{\text{год}} = \frac{P_{\text{ср}}}{24 * 365} \quad (4.4)$$

1. Интенсивность отказа представляет собой параметр, который описывает частоту отказов изделия в единицу времени. Обычно измеряется в отказах на единицу времени, например, на час. Формула указывает на обратную зависимость интенсивности отказа от времени до отказа. Это означает, что чем больше времени изделие работает без отказа, тем меньше его интенсивность отказа.

2. Вероятность безотказной работы это величина, показывающая вероятность того, что система продолжит работать без отказов в течение заданного времени

3. Расчет показателей системы представляет собой сумму вероятностей безотказной работы всех компонентов системы. Он используется, когда компоненты работают независимо друг от друга, и вероятность безотказной работы системы является суммой вероятностей для каждого компонента. Это

упрощенный расчет и может использоваться для оценки верхней границы надежности системы.

4. Средняя наработка до отказа системы вычисляется как обратная величина интенсивности отказа. Она представляет собой среднее время, в течение которого система ожидаемо будет функционировать до того, как произойдет отказ.

5. Годовая наработка до отказа системы — это показатель, который позволяет оценить, сколько времени в годах система будет функционировать до первого ожидаемого отказа, исходя из средней наработки до отказа. Формула учитывает количество часов в сутках и дней в году для перевода времени работы из часов в годы.[7]

Компоненты, необходимые для расчета:

- Arduino UNO, $t_{\text{uno}}= 66\ 000$ ч;
- Датчик влажности почвы, $t_{\text{датчик почвы}}=44\ 000$ ч;
- Датчик температуры и влажности, $t_{\text{датчик темп}}=60\ 000$ ч;
- Одноканальное реле, $t_{\text{реле}}=80\ 000$ ч;
- Модуль фоторезистора, $t_{\text{фоторез}}=88\ 000$ ч;
- LCD Дисплей, $t_{\text{дисплей}}=100\ 000$ ч;
- Светодиодная лента, $t_{\text{светод}}=30\ 000$ ч.

Светодиодный облучатель должен работать 6 часов в сутки, круглый год.

Интенсивность отказа λ для каждого компонента (в отказах на час):

$$\text{Arduino UNO: } \lambda = \frac{1}{66\ 000} = 1.515 \times 10^{-5}$$

$$\text{Датчик влажности почвы: } \lambda = \frac{1}{44\ 000} = 2.273 \times 10^{-5}$$

$$\text{Датчик температуры и влажности: } \lambda = \frac{1}{60\ 000} = 1.667 \times 10^{-5}$$

$$\text{Одноканальное реле: } \lambda = \frac{1}{80\ 000} = 1.25 \times 10^{-5}$$

$$\text{Модуль фоторезистора: } \lambda = \frac{1}{88\ 000} = 1.136 \times 10^{-5}$$

$$\text{LCD Дисплей: } \lambda = \frac{1}{100\ 000} = 1.0 \times 10^{-5}$$

$$\text{Светодиодная лента: } \lambda = \frac{1}{30\ 000} = 3.333 \times 10^{-5}$$

Вероятность безотказной работы $T_i(t)$ для каждого компонента при $t=1000$ часов:

$$\text{Arduino UNO: } T_i(t) = e^{-\lambda_{\text{ардуино}} t} = 0.985$$

$$\text{Датчик влажности почвы: } T_i(t) = e^{-\lambda_{\text{почва}} t} = 0.978$$

$$\text{Датчик температуры и влажности: } T_i(t) = e^{-\lambda_{\text{темп}} t} = 0.983$$

$$\text{Одноканальное реле: } T_i(t) = e^{-\lambda_{\text{реле}} t} = 0.988$$

$$\text{Модуль фоторезистора: } T_i(t) = e^{-\lambda_{\text{фоторез}} t} = 0.989$$

$$\text{LCD Дисплей: } T_i(t) = e^{-\lambda_{\text{дисплей}} t} = 0.990$$

$$\text{Светодиодная лента: } T_i(t) = e^{-\lambda_{\text{светод}} t} = 0.967$$

Расчет показателей системы:

$$T = \sum_{i=1}^n [Ti(t)] = 0.985^2 \cdot 0.978^2 \cdot 0.983^2 \cdot 0.988^2 \cdot 0.989^2 \cdot 0.990^2 \cdot 0.967^2 = 0.784$$

Средняя наработка до отказа системы:

$$\lambda_{\text{системы}} = \frac{-\ln(0.784)}{1000} = 2.43 \times 10^{-4}$$

$$P = \frac{1}{\lambda} = 4115$$

Годовая наработка до отказа системы

$$P_{\text{год}} = \frac{P_{\text{ср}}}{6 \cdot 365} = 1.879$$

В итоге годовая наработка до отказа системы при условии работы 6 часов в сутки 365 дней составляет 1.879 года или же 1 год 10 месяцев и 3 недели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В завершение дипломной работы можно констатировать, что проект достиг своей цели и задач, предложив эффективное решение для оптимизации процессов роста и развития растений.

Теоретическая часть работы обосновала необходимость использования светодиодных источников света, способных значительно улучшить качество и урожайность аграрной продукции, снижая при этом энергетические затраты и воздействие на окружающую среду. Практическая часть включала в себя разработку и сборку устройства, программирование системы управления и последующее тестирование, результаты которого подтвердили высокую эффективность предложенного решения.

Экспериментальная часть работы продемонстрировала, что использование разработанного светодиодного облучательного устройства способствует улучшению процессов фотосинтеза у растений, что было подтверждено ускорением их роста и улучшением общего здоровья. Особенно значительные результаты были получены при выращивании микрозелени и томатов, где наблюдалось явное преимущество перед контрольными образцами, выращенными в естественных условиях.

В работе также проведены расчеты надежности и экономической выгоды данной технологии.

Проект имеет большой потенциал для дальнейшего улучшения и масштабирования. Дополнительные исследования и разработки могут включать улучшение конструкции устройства, оптимизацию его спектрального состава и интеграцию с автоматизированными системами климат-контроля для создания идеальных условий для роста растений.

В заключение можно сказать, что разработанное светодиодное облучательное устройство для растениеводства представляет собой значимый шаг вперед в области сельскохозяйственных технологий, способствующий более устойчивому и продуктивному растениеводству.

СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

LED (Light Emitting Diode) – Светодиод.

ФАР (Фотосинтетически активное излучение) – Спектр излучения, используемый растениями для фотосинтеза.

АТФ (Аденозинтрифосфат) – Молекула, выступающая в роли универсального источника энергии для клеток.

НАДФ (Никотинамидадениндинуклеотидфосфат) – Важный кофермент в реакциях окисления и восстановления в живых клетках.

КДФ (Цикл Кальвина) – Темновая фаза фотосинтеза, происходящая в строме хлоропластов.

CO₂ – Диоксид углерода, также известный как углекислый газ.

УФ – Ультрафиолетовое излучение.

ИК – Инфракрасное излучение.

Arduino Uno – Микроконтроллерная плата на базе микроконтроллера ATmega328P.

LCD (Liquid Crystal Display) – Жидкокристаллический дисплей.

DHT11 – Датчик температуры и влажности.

FC-28 – Датчик влажности почвы.

LM393 – Модуль фоторезистора.

USB (Universal Serial Bus) – Универсальная последовательная шина, стандарт для подключения устройств к компьютеру.

Fritzing – Популярное программное обеспечение с открытым исходным кодом, предназначенное для проектирования и создания прототипов электронных устройств.

Arduino IDE (Integrated Development Environment) – Кроссплатформенная среда разработки, которая используется для программирования микроконтроллеров Arduino.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Былков, Д. В. Исследование влияния светодиодного облучения на оптические параметры листьев растений.

<https://earchive.tpu.ru/handle/11683/54413>

[2] Егоров, М. Ю., Корнилова, Г. С. Анализ существующих устройств и технологий для дополнительного освещения рассады.

<https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-ustroystv-i-tehnologiy-dlya-dopolnitelnogo-osvescheniya-rassady>

[3] ПРОТАСОВА Н. Н. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений.

https://ledline.narod.ru/svet_productivnost_rastenii.pdf

[4] Автух, К. В., Бойко, А. А. Способы получения белого света от светодиодов и их применение, 244 с.

https://elibrary.ru/download/elibrary_53838879_20350167.pdf

[5] Валеев, Р. А. Повышение эффективности облучения меристемных растений с использованием светодиодных установок

<http://viesh.ru/wp-content/uploads/2014/04/диссертация-Валеев-Р.А..pdf>

[6] Туккаев, Г.Б. Применение облучательных установок для растениеводства

<https://www.gorskigau.ru/wp-content/uploads/2023/08/vypusk-56-chast-4.pdf>

[7] Боровиков, С.М., Цырельчук, И.Н., Троян, Ф.Д. Расчет показателей надежности радиоэлектронных средств

https://www.bsuir.by/m/12_101945_1_72356.pdf

[8] Светильник светодиодный FitoLED 20 биколорный

<https://kazgidroponika.kz/p/106079697-svetilnik-svetodiodnyy-fitoled-20-bikolornyy/>

[9] Светодиодный светильник Nanolux LED RG150 UV&IR

<https://kazgidroponika.kz/p/199544955-svetodiodnyy-svetilnik-nanolux-led-rg150-uv-ir/>

[10] Фитолампа полного спектра от производителя Epileds

<https://satu.kz/p88839844-fitolampa-usb-dvojnaya.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <iarduino_DHT.h>

int photoPin = 13;
int soilPin = A0;
int relayPin = 5;
int tempPin = 2;

int photoVCC = 12;
int soilVCC = 8;
int relayVCC = 4;

int soilGND = 9;
int relayGND = 6;

int soilRaw = 0;
int soilHum = 0;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
iarduino_DHT dht(tempPin);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(photoPin, INPUT);
  pinMode(soilPin, INPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  pinMode(tempPin, INPUT);

  pinMode(photoVCC, OUTPUT);
  pinMode(soilVCC, OUTPUT);
  pinMode(relayVCC, OUTPUT);

  pinMode(soilGND, OUTPUT);
  pinMode(relayGND, OUTPUT);

  digitalWrite(photoVCC, 1);
  digitalWrite(soilVCC, 1);
  digitalWrite(relayVCC, 1);

  digitalWrite(soilGND, 0);
  digitalWrite(relayGND, 0);
  lcd.init();
```

```

    lcd.backlight();
}

void loop() {
  Serial.println(digitalRead(photoPin));
  soilRaw = analogRead(soilPin);
  soilHum = map(soilRaw, 0, 1023, 100, 0);
  if(digitalRead(photoPin) == 0){
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
  }
  if(digitalRead(photoPin) == 1){
    digitalWrite(relayPin, LOW);
  }
  dht.read();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("T:");
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print(dht.tem);
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print("*C");
  lcd.setCursor(10,0);
  lcd.print("H:");
  lcd.setCursor(12,0);
  lcd.print(dht.hum);
  lcd.setCursor(14,0);
  lcd.print("% ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Soil Hum: ");
  lcd.setCursor(10,1);
  lcd.print(soilHum);
  lcd.setCursor(12,1 );
  lcd.print("%");
}

```



Метаданные

Название

Разработка светодиодного облучательного прибора для растениеводства

Автор

Советбек Дильнар Айбекқызы

Научный руководитель / Эксперт

Жанар Бигалиева

Подразделение

ИАИИТ

Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопроса, просим обращаться к нашей службе поддержки.

Замена букв		80
Интервалы		0
Микропробелы		1
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		1

Объем найденных подоби

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

5838

Количество слов



КЦ

44678

Количество символов

Поиск контента ИИ

Интегрированный модуль поиска контента AI. Нажмите «Подробнее», чтобы узнать больше о результатах и алгоритме поиска.

Коэффициент вероятности ИИ



Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ
НОМЕР

НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)

КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ
(ФРАГМЕНТОВ)

1	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ И ТРАВМАТИЗМА НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ 5/16/2023 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	11	0.19 %
2	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749104004014	6	0.10 %
3	https://www.referat911.ru/Ekonomika-organizacii/analiz-zasemnogo-kaapitala/195257-2337741-place1.html	6	0.10 %
из базы данных RefBooks (0.00 %)			
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
из домашней базы данных (0.00 %)			
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
из программы обмена базами данных (0.19 %)			
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ И ТРАВМАТИЗМА НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ 5/16/2023 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	11 (1)	0.19 %
из интернета (0.21 %)			
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://www.referat911.ru/Ekonomika-organizacii/analiz-zasemnogo-kaapitala/195257-2337741-place1.html	6 (1)	0.10 %
2	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749104004014	6 (1)	0.10 %

Список принятых фрагментов

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
	https://www.referat911.ru/Ekonomika-organizacii/...	6 (0.10%)

РЕЦЕНЗИЯ

дипломного проекта Советбек Дильнар Айбеккызы
по специальности 6B07111 – «Робототехника и мехатроника»
Satbayev University

Тема дипломной работы: «Разработка светодиодного облучательного прибора для
растениеводства»

Выполнено:

- а) В графическом разделе 25 рисунков
- б) Объяснительная записка 39 страниц

Актуальность темы исследования. Дипломная работа посвящена актуальной теме использования светодиодных технологий в растениеводстве для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур при снижении энергопотребления и минимизации воздействия на окружающую среду. Исследование современных методов освещения растений имеет большое значение для развития аграрной отрасли, особенно в условиях изменяющегося климата.

Структура работы. Дипломная работа состоит из 4 глав и 9 подразделов. В работе также представлено заключение, список сокращений и терминов, список использованной литературы и приложение.

Первая глава посвящена исследовательской части, в которой описаны физиологические процессы растений и влияние различных спектров света на фотосинтез.

Во второй главе представлена практическая часть, включающая разработку конструкции устройства, выбор компонентов, сборку и программирование системы управления освещением.

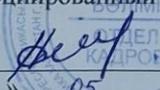
Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям, которые подтвердили эффективность разработанного устройства.

Четвертая глава содержит расчеты надежности и экономической выгоды использования светодиодного облучателя.

Оценка работы. Дипломная работа Советбек Д. А. выполнена на высоком уровне, имеет важное практическое значение и полностью соответствует предъявляемым требованиям. Работа содержит глубокий анализ, теоретические обоснования и практические результаты, подтверждающие эффективность использования светодиодных технологий в растениеводстве. Работа заслуживает хорошей оценки и рекомендуется к защите.

Рецензент

Кафедра «Общеобразовательные дисциплины» Академии гражданской авиации
к. т. н., ассоциированный профессор


Сейдилдаева А.К.
« 20 » 05 2024 г.

ОТЗЫВ

дипломного проекта (работы)

студента специальности 6В07111 – «Робототехника и мехатроника»

Советбек Дильнар Айбекқызы

На тему: «Разработка светодиодного облучательного прибора для
растениеводства»

Дипломный проект студента бакалавриата Советбек Дильнар Айбекқызы посвящен «Разработке светодиодного облучательного прибора для растениеводства».

Целью работы является создание эффективного устройства для освещения растений, которое способствует повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур. В ходе выполнения дипломного проекта Советбек Дильнар Айбекқызы тщательно изучила физиологические процессы растений и влияние различных спектров света на фотосинтез. Проведенный анализ существующих технологий и устройств позволил выявить основные преимущества использования светодиодов по сравнению с традиционными источниками света.

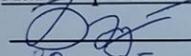
Практическая часть работы включает разработку конструкции устройства, выбор компонентов, сборку и программирование системы управления освещением. В результате проведенных экспериментальных исследований было установлено, что использование светодиодного облучателя положительно влияет на рост и развитие растений, увеличивая скорость их роста и улучшая физиологические показатели.

Дипломный проект выполнен на высоком уровне, соответствует общим требованиям к содержанию, оформлению и изложению материала. Работа содержит расчет надежности и экономической выгоды, а также иллюстративный графический материал, включающий электронные схемы, 3D-модели и программный код.

Считаю, что дипломный проект студента Советбек Дильнар Айбекқызы полностью соответствует предъявляемым требованиям и заслуживает академической степени бакалавра.

Научный руководитель

магистр технических наук, старший преподаватель

 Бигалиева Ж.С.

«30» 05 2024 г.