

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа базовой инженерной подготовки
Направление подготовки (специальность) 12.03.02 «Оптотехники»
Отделение школы материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование влияния параметров облучателя на спектры отражения листьев растений

УДК 628.977.9:631.544.45

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154В40	Дун Ливэй		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Туранов С.Б.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова Кристина Алексеевна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович	Кандидат медицинских наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оптотехника	Полисадова Елена Федоровна	Кандидат физико- математических наук		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области оптотехники
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области световой, оптической и лазерной техники, оптического и светотехнического материаловедения и оптических и светотехнических технологий
P3	Применять полученные знания для решения задач, возникающих при эксплуатации новой техники и технологий оптотехники
P4	Владеть методами и компьютерными системами проектирования и исследования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов и технологий
P5	Владеть методами проведения фотометрических и оптических измерений и исследований, включая применение готовых методик, технических средств и обработку полученных результатов
P6	Владеть общими правилами и методами наладки, настройки и эксплуатации оптической, световой и лазерной техники для решения различных задач
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Проявлять творческий подход при решении конкретных научных, технологических и опытно-конструкторских задач в области оптотехники
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и

	социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности
P9	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Школа базовой инженерной подготовки

Направление подготовки (специальность) 12.03.02 «Оптотехника»

Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель направления

«Оптотехника» ОМ

Е.Ф.Полисадова

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
154В40	Дун Ливэй

Тема работы:

Применение осветительных приборов с регулируемой цветовой температурой в проектировании офисного освещения
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	.06.2018г
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Литература по теме ВКР. Объект исследования - учебные аудитории ТПУ
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Обзор литературы: источники света; светотехнические характеристики, строение глаза, показатели комфортного освещения. Особенности проектирования осветительных установок внутреннего освещения. Гигиеническая оценка искусственного и естественного освещения. Разработка проекта освещения световыми приборами с регулируемой цветовой температурой.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Фотографии исследуемых объектов

	Изображение КСС световых приборов для внутреннего освещения.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Штейнле Александр Владимирович, доцент ЭБЖ ИНК
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова Кристина Алексеевна, доцент МЕН ИСГТ
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	.06.2018г
---	-----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Туранов С.Б.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154В40	Дун Ливэй		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
154B40	Дун Ливэй

Школа	Базовой инженерной подготовки	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	12.04.02 Оптотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Определение ресурсной (ресурсо-сберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. 2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурс-сбережения.
<i>Планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ</i>	1. Расчет основной заработной платы исполнителей темы. 2. Расчет отчислений на социальные нужды. 3. Расчет электроэнергии и прочих расходов. 4. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

*Оценка конкурентоспособности ИП
 Матрица SWOT
 Модель Кано
 Оценка перспективности нового продукта
 Инвестиционный план. Бюджет ИП
 Основные показатели эффективности ИП*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
------------------	------------	-------------------------------	----------------	-------------

Доцент	Баннова Кристина Алексеевна	Кандидат экономических наук		
--------	--------------------------------	-----------------------------------	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154В40	Дун Ливэй		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154В40	Дун Ливэй

Школа	Базовой инженерной подготовки	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Оптотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p><i>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i></p>	<p><i>При работе на «Радуга-спектр» на работников возможно воздействие следующих вредных факторов:</i> <i>Микроклимат;</i> <i>Производственный шум.</i> <i>А также опасных факторов:</i> <i>Электрическое напряжение;</i> <i>Пожаровзрывобезопасность</i></p>
<i>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</i>	
<p><i>1. Производственная безопасность</i> <i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i> <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> <i>действие фактора на организм человека;</i> <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> <i>предлагаемые средства защиты;</i> <i>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</i> <i>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i> <i>механические опасности (источники, средства защиты);</i> <i>термические опасности (источники, средства защиты);</i> <i>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</i> <i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</i></p>	<p><i>1.1 Характеристика факторов изучаемой производственной среды, описывающих процесс взаимодействия человека с окружающей производственной средой:</i> <i>Воздействие электрического напряжения на организм человека;</i> <i>Расчет искусственной освещенности</i> <i>Микроклимат.</i> <i>1.2 Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды:</i> <i>электробезопасность (пороговый не отпускающий ток составляет 50 Гц (6-16мА).</i> <i>Защита от воздействия электрического тока осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.);</i> <i>пожаровзрывобезопасность (соблюдение правил безопасности и эксплуатации установки).</i></p>
<p><i>2. Экологическая безопасность:</i> <i>защита селитебной зоны</i> <i>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</i></p>	<p><i>2. Охрана окружающей среды:</i> <i>- Утилизация металлических отходов</i></p>

<p>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>3. Возможные чрезвычайные ситуации являются: пожары, ситуации природного характера. К мерам по предупреждению будут относиться: 1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия (организации); 2. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности; 3. Выявление угроз пожара и оповещение персонала; 4. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС; 5. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>4. Правовые вопросы обеспечения безопасности</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович	К. М. Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154В40	Дун Ливэй		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 133 с., 21 рис., 43 табл., 11 источников.

Ключевые слова: Фитотрон , спектр, отражение, излучения, лист

Объектом исследования является работа посвящена исследованию изменения спектров отражения растений на разных стадиях развития

Цель работы—изучения влияния параметров светодиодного облучения на спектры отражения листьев растений.

В процессе исследования проводились сбор, обработка и анализ литературных данных по данной тематике, методика исследования фотосинтеза и приборы, выбор модельного растения для проведения эксперимента.

В результате исследования: проанализировано изменение спектров отражения листьев растений в процессе вегетации.

Степень внедрения: результаты данных исследований позволят установить связь между оптическими свойствами листьев и параметрами облучения на разных стадиях вегетации облучаемых растений.

Область применения: методы контроля состояния растений по их оптическим характеристикам в тепличном растениеводстве

Экономическая значимость работы: в будущем планируется внедрение в реальный сектор производства

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использовались следующие термины с соответствующими определениями:

Фотосинтез: процесс образования органического вещества из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов.

Фотосинтетически активная радиация: часть доходящей до растений солнечной радиации в диапазоне от 400 до 700 нм, используемая растениями для фотосинтеза.

Фитотрон: В большей или меньшей степени автоматизированном специальном устройстве, в котором воссоздается специальный микроклиматические условия для выращивания растений. В современных фитотронах автоматически регулируется и световой режим, и подача воды с дозировкой раствор, и (часто) температура.

Спектр: распределение значений физической величины (обычно энергии, частоты или массы). Обычно под спектром подразумевается электромагнитный спектр — распределение интенсивности электромагнитного излучения по частотам или по длинам волн.

В данной работе применены следующие сокращения:

ФАР — фотосинтетически активная радиация

ФСА — фотосинтетический аппарат

PPFD — Photosynthetic photon flux density (плотность фотосинтетического фотонного потока)

ФТ1 и ФТ2 — фитотрон №1 и №2

Содержание

1. Введение.....	14
2. Обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования	16
3. Спектральные характеристики	33
4. Фотобиологические процессы при воздействии оптического излучения на растения.....	35
4.1 Красный свет	37
4.2 Синяя область.....	38
4.3 Зеленая область	39
5. Воздействие параметров режима светодиодного освещения на рост, морфологические характеристики и развитие растений.....	41
5.1 Воздействие на растения интенсивности и спектральных характеристик светодиодного освещения	42
5.2 Воздействие на растения чередования световых и темновых периодов	51
5.3 Современные светодиодные светильники в космических оранжереях и наземных моделях искусственных экосистем	56
6. Выбор модельного растения	59
7. Описание экспериментальной установки.....	59
8. Экспериментальные данные	64
8.1 Измерение длины и ширины завода	67
8.2 Отражение света в растениях ФТ1 и ФТ2.....	68
9. Вывод:.....	73
10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	75
11. Swot-анализ	99
12. Социальная ответственность.....	117
13. Литература	132

Введение

Возникновение растительных организмов на суше происходило более 400 миллионов лет назад и привело к значительному усложнению их структуры в новой среде обитания. В процессе развития и развития обширных земель Земли с различными климатическими условиями (от тундр до пустынь и тропических лесов), сосудистых растений разного размера, морфологии, анатомической структуры (иглы голосеменных, суккулентов, листьев одного - и двудольные) и имеющие свои биохимические и физиологические характеристики. В то же время в принципах и механизмах первичных процессов фотосинтеза, которые происходят в специализированных органоидах (хлоропластах), можно проследить поразительную общность и однородность.

Лист высшего растения представляет собой сложную оптическую систему, которая обладает способностью эффективно использовать падающего на него излучение. Высшие растения вынуждены адаптироваться к различным и быстро меняющимся условиям окружающей среды, включая солнечную радиацию. Таким образом, некоторые виды способны выжить и успешно проводить фотосинтез с очень высоким уровнем облученности (в пустынях), а другие виды - при очень низкой облученности (тропические дождевые леса). Это достигается различными способами. При высокой облученности некоторые растения могут изменять угол наклона листьев, уменьшать количество света, достигающего хлорофилла, накапливать определенные фотозащитные средства. В зависимости от окружающих условий геометрические размеры клеток, фотосинтетические мембраны (хлоропласты теневого и светового типа) организованы по-разному.

Изучение оптических свойств листьев и поглощения ими света имеет большое значение для понимания общих принципов усвоения солнечной энергии, механизмов фотосинтеза и адаптационных процессов в растениях. Необходимо также отметить, что изучение этих механизмов очень важно при интерпретации данных, полученных с помощью дистанционного оптического зондирования. Современная техника позволяет регистрировать спектры

отражения растений на значительном расстоянии, включая наблюдения из космоса. Это предоставляет огромные возможности для глобальной оценки фотосинтетической продуктивности на планете, для слежения за состоянием растительности в процессе развития под влиянием различных (в том числе и неблагоприятных) внешних факторов, установления ее экологического благополучия. Несмотря на большое количество исследований в этой области науки, на сегодняшний день нет систематизированных данных о зависимости оптических параметров растений от параметров светокультуры. Таким образом данное направление является **актуальным**.

В связи с этим **целью данной работы** является изучения влияния параметров светодиодного облучения на спектры отражения листьев растений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) Изучить отечественный и зарубежный опыт изучения спектров отражения листьев растений.
- 2) Выбрать оборудование для оценки спектров отражения листьев растений.
- 3) Изучить влияние спектрального состава светодиодных источников света на спектры отражения листьев растений с разным пигментным составом.

1. Обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования

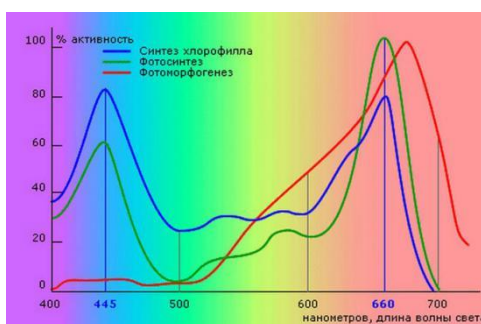


Рис 1 Стандартный спектр отражения

В процессе изучения влияние роста, фотосинтеза и продуктивности растений (салат, редька, подсолнечник, перец, сафлор левша) на интенсивность и спектральный состав изменений света были найдены различные работы, по выращиванию растений в искусственной климатической камере. Результаты показывают, что насыщение света во время роста происходит при более низких интенсивностях света, чем фотосинтез. Интенсивность FAR в диапазоне 150-220 Вт / м² наиболее благоприятна для роста фотосинтетических растений. Синий свет вызывает рост стебля и торможение листьев, образуя листья с более высокой удельной массой. При синем свете наибольший фотосинтез наблюдался на единицу площади листьев. Красные области спектра способствуют значительному увеличению площади листьев и расширения осевых органов. Тонкие листья в зеленой зоне спектра были сформированы с меньшим количеством клеток и 2 см хлоропластов на единицу и был зарегистрирован самый низкий фотосинтез на единицу площади листа, но хлоропласт был рассчитан максимум. Использование ксеноновых и металлогалогенных ламп в условиях истребителей дает более короткие циклы, чем в теплицах, и в более чем в 1,5-2 раза поле. Можно сделать вывод, что ФАС, как ожидается, будет в спектре соотношения спектров растений: 25-30% - в синем, 20% - в зеленом, 50% - в красной области. Легкая тренировка - интенсивность света и спектр - сбор урожая.

Yi Culture Factory все чаще используется в сельскохозяйственном производстве для пересадки саженцев овощей и декоративных культур и полного искусственного освещения под теплицей для выращивания растений, размножения и климатических камер.

В естественных условиях в течение вегетационного периода растения редко испытывают серьезную нехватку солнечной радиации, что может привести к их смерти. Поэтапные массивы находятся в защищенных почвах, где из-за низкого света и короткой продолжительности дней осенью и зимой культивирование высокосортных растений возможно только при условиях, в которых используются искусственные источники света [1-3] важно.

Потребность в более биоэффективных источниках излучения значительно возросла из-за необходимости расширения зон освещения завода. Для выполнения этой задачи необходимо произвести лампу, которая не только обладает высокой эффективностью, но также способствует спектральному составу растения. Высокая биологическая и энергетическая эффективность искусственных источников света в конечном итоге определит экономические последствия выращивания растений и потенциал для широкого использования в наших теплицах.

В связи с тем, что в нашей стране до сих пор нет полного источника света растений, создание такого источника света является важной задачей для дальнейшего развития растениеводства. В этом отношении имеет смысл изучение наиболее эффективных спектральных компонентов роста растений.

- 1) какова интенсивность белого света в условиях роста растений и является оптимальной и минимально толерантной к росту растений;
- 2) Каково влияние на специфику роста и фотосинтеза трех основных областей РНА - синего, красного и зеленого?
- 3) как растение изменяется в зависимости от спектрального состава света;
- 4) Распределение энергии в спектрах фазированных матриц желательно в источниках света для культуры растений.

Поскольку растения в условиях естественного роста никогда не получают чистый красный, чистый синий или чистый зеленый свет и получают свою эмиссию в соответствии с плотностью посадки и географической широтой места, мы используем один с самым большим источником излучения или Другая часть цветных флуоресцентных ламп.

Биодоступность в изолированных областях, которые определяют источник или спектр искусственного света в качестве основного критерия оценки. Мы принимали скорость фотосинтеза и темпа роста - основные физиологические процессы, определяющие продуктивность растений.

Источником света является ксеноновая лампа DKST-20 000 мощностью 20 киловатт, с водяной завесой. Спектральные свойства ксеноновой лампы в области фазированной решетки вблизи солнечного спектра. Высокомощные лампы, способные получать излучение, равное максимальной солнечной энергии - (около 100000 люкс) 500 Вт / кв.м FAS. Кроме того, использование цветных флуоресцентных ламп в красной, зеленой или синей областях спектра имеет максимальную эмиссию: красный свет LC-65, 14% излучения, применяемого в синей области при 640-660 нм, и максимум в диапазоне 600-710 нм Светлая голубая лампа LS-150, излучение в диапазоне 380-600 нм, максимум на 440-460 нм, зеленая лампа LZ-150, излучение в диапазоне 490-605 нм, максимум при 520-550 нм, фитолампа LFR-150, Излучающий максимум 590-720 нм, содержащий 600-620 мм (красная лампа, дополненная 25% синим цветом).

Число фотонов света от падающего света было плоским и составляло $19,69 * 10^{15} * Q_{cm-2} * S-1$ (65-83 Вт / квадрат PAR). Выделение хлорофилла осуществляли с использованием охлажденного 85% ацетона. Скорость фотосинтеза измеряется путем изменения концентрации CO₂ в закрытой системе и связана с Infralyt-3 («Junkalor», GDR). Листья, которые не изолированы от растения, определяются с помощью камеры пинцета. Кривые фотосинтетического света были получены при 0,04% CO₂, потенциальном фотосинтезе, с 500 Вт / м-FAP и 0,08% воздействия CO₂. Площадь листьев определяется гравиметрическим методом. Измерялись абсорбция и отражатель

PAR-листа SF-14 (СССР). Эти таблицы и цифры показывают среднее арифметическое 4-5 биологических повторов и их стандартные ошибки.

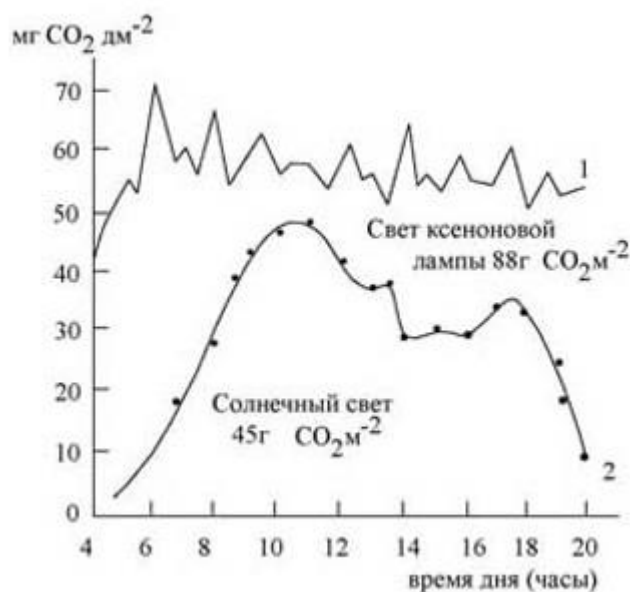


Рис. 2. Ежедневная ассимиляция углекислого газа в растениях подсолнечника

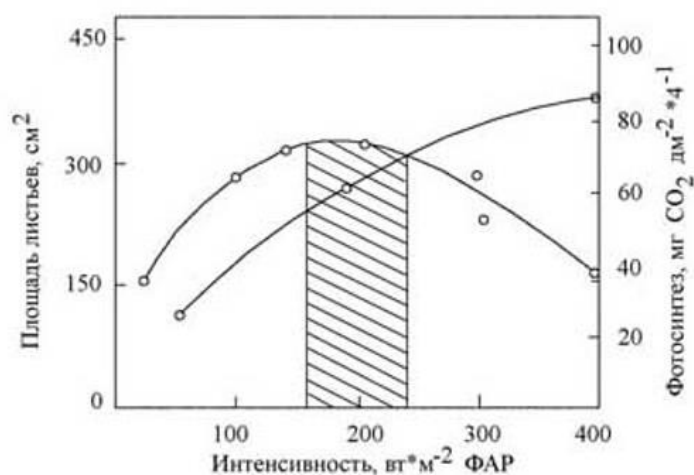


Рис. 3. Растения зависят от интенсивности света.

Заштрихованная область - диапазон интенсивностей, наиболее благоприятных для выращивания светолюбивых растений.

Фотосинтез и рост - два основных процесса растительной жизни, в зависимости от растения [4]. Оба метода, в свою очередь, тесно зависят от интенсивности и спектрального состава света [5,6]. Известно, что благоприятные баланс конечного урожая в условиях освещения и минеральное питание растений на поверхности формованного листа, фотосинтетическая активность

способна адекватно удовлетворять росту и функционированию репродуктивного процесса, закодированного в геноме. В ходе эволюции неблагоприятное освещение COND oviyah разрабатывает компенсационный механизм для компенсации недостатка параметра drugimyu [7,8]. Поэтому компенсирующая мощность при низкой интенсивности света и низком фотосинтезе частично увеличивает площадь листа, тогда как при более высокой интенсивности света на нижней поверхности листа его можно компенсировать за счет увеличения скорости ассимиляции углекислого газа. Таким образом, теневые и светлые растения поглощают относительно сбалансированное количество энергии.

Примечательно, что в климатической камере оптимальные факторы (свет, температура, минеральное питание и т. Д.) Устанавливаются, когда они являются последовательными. Снижение и депрессия растений не в южной части дня (рис. 2) имеют высокий уровень фотосинтеза в течение дня. На рисунке 1 на рисунке 1 показан ежедневный ход фотосинтеза подсолнечных растений, выращенных в условиях искусственного и естественного освещения. На рисунке показано ежедневное потребление двуокиси углерода на квадратный метр листа в растении на солнечном свете, почти в два раза меньше, чем у ксеноновой лампы.

Экспериментальные исследования, проведенные в искусственных климатических камерах [5, 6], показали, что увеличение интенсивности света, по крайней мере, возрастающего в фотопериоде различных интросностных растений до насыщения, равное максимальной солнечной энергии -500 Вт / м² PAR AT в течение 16 часов, увеличилось Скорость фотосинтеза и размер листы (рис.3). Однако при интенсивностях фагов, превышающих 250 Вт / м², рост площади листьев тормозился, и рост ствола ингибировался (фиг.2). Высокая интенсивность (400 Вт / квадрат PAR) света при росте растений под карликовыми растениями препятствует росту растений. В отличие от генных карликов, мы называем их «карликовыми карликами». По сравнению с растениями, выращенными при оптимальной интенсивности света, такие светлые или физиологические карлики имеют значительно меньшую биомассу,

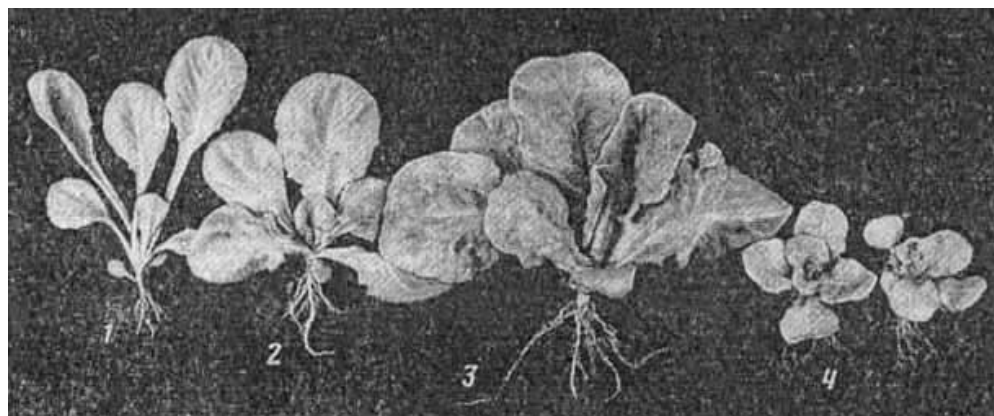


Рис. 4. Растения салата, выращенные при интенсивностях света (Вт/м² ФАР): 30 (1), 80 (2), 200 (3) и 420 (4)

Высокоинтенсивное фотоингибирование роста наблюдалось на светлых растениях (подсолнечниках, редисах и т. Д.), Которые также наблюдались у растений, похожих на оттенки прохлады (московский тепличный салат). Фотосинтез фотосинтеза при длительном культивировании под интенсивным светом имеет световую насыщенность более 420 Вт / м². В затененных растениях ингибирование фотосинтеза наблюдалось при облучении около 400 Вт / м², что было результатом нарушения Хлои, а интенсивность была выше 420 Вт / м² FAS - также разрушение пластид [6].

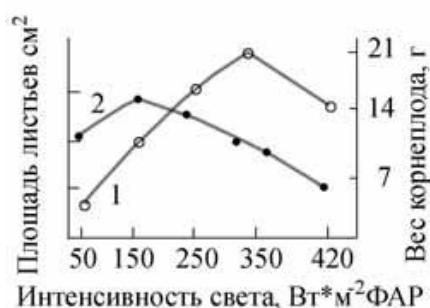


Рис. 5. Зависимость образования веса корнеплода (1) и площади листьев (2) растений редиса от интенсивности света.

Таким образом, обзор процессов роста растений и процессов фотосинтеза на основе интенсивности света, изученных при различных (до насыщения) экспозициях, показал, что световая насыщенность при процессах роста происходила на уровнях и низких уровнях облучения больше, чем фотосинтез [5,6].

В качестве примера приведены фотографии растений, выращенных при низких, оптимальных и насыщенных интенсивностях РНА. На фиг.1 на фиг.3 показан внешний вид салатного завода на 20 дней, выращенного при освещении ксеноновой лампой при различных интенсивностях света. Можно видеть, что для растений с низкой интенсивностью выращивания свет характеризуется длинными черешками, удлинёнными листьями. При оптимальной интенсивности света (около 200 Вт / м²) растения не только имеют достаточную площадь листа, но также имеют высокий фотосинтез, фотосинтез и баланс роста от их поверхностных единиц.

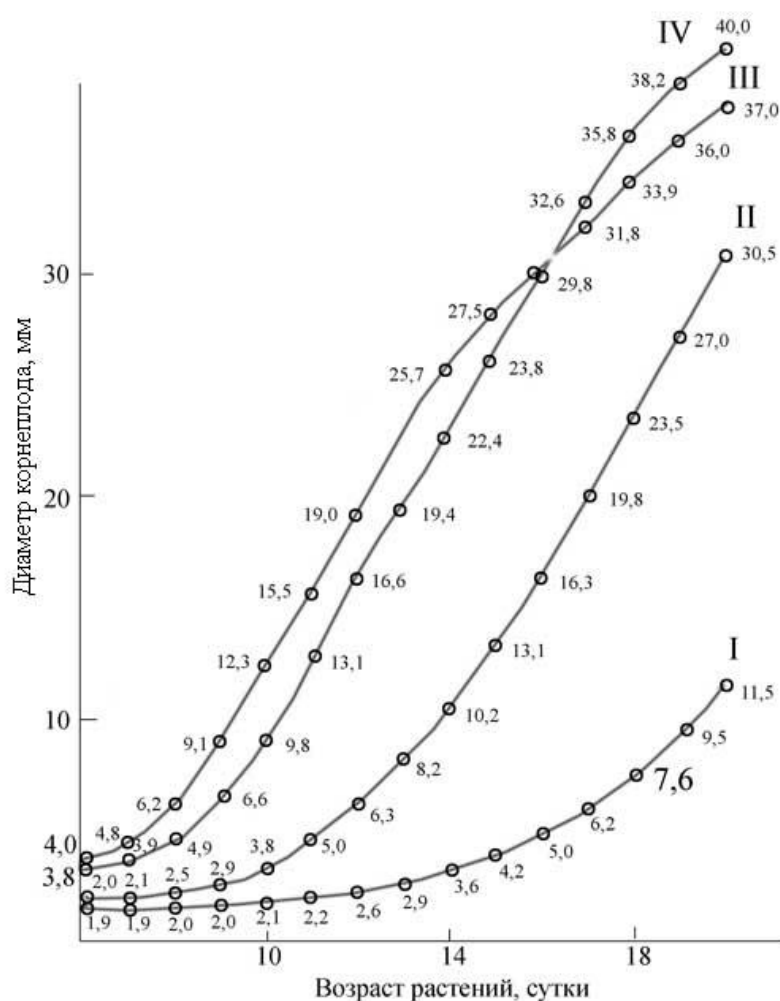


Рис. 6. Суточный прирост диаметра корнеплода у растений редиса от интенсивности света (ксеноновые лампы) I - 50, II - 140, III - 325, IV - 410 Вт/м²

На рисунке 1 на рисунке 4 показана зависимость интенсивности фага от роста листьев корня и редиса. Можно видеть, что с увеличением интенсивности света вес корнеплодов увеличивается, а площадь листьев уменьшается.

Также проводились эксперименты, в которых диаметр корней ежедневно измерялся на редисных растениях, выращенных при высоких и малых интенсивностях света ксеноновой лампы. Наибольшее увеличение диаметра корня наблюдалось при интенсивности РНА 325 Вт / м² (рис. 5).

Важно отметить, что при высоких уровнях облучения корнеплоды начали расти примерно через 6 дней, тогда как в условиях с низким уровнем радиации наблюдалось значительное увеличение только с 14 дней. Однако при более высокой интенсивности света (410 Вт / м² FAP) желтые листья начали умирать, а нижние листья погибли с 16-летнего возраста растений. К 20:00 рост корнеплодов практически прекратился. - Очень рано происходит старение растений, и степень насыщения светом может быть увеличена ростом и фотосинтезом по мере увеличения интенсивности посева [9]. В этом случае листья выше служат защитным экраном от чрезмерного уровня воздействия.

Высокая прочность производственной мощности с PAR 320 и 410 Вт / м² была достигнута с использованием только трех доз высоких доз азота и магния (применение удобрений Кнор на растениях, произрастающих в почве, выполнялось два раза в неделю, на рисунке 6 показан рост двух интенсивностей PAR в культивируемых растениях подсолнечника (большое разнообразие): 250-300 и 130 Вт / м² Пример 250-300 растений Вт / м², когда высота стебля слишком мала 2х, оставляет меньшую площадь, но. Гораздо более высокий фотосинтез (табл. 1). Ежедневное поглощение SO₂ показало рассчитывали по смещению высокой ассимиляции CO₂ при относительно низкой площади листьев растений подсолнечника PAR при высокой интенсивности.

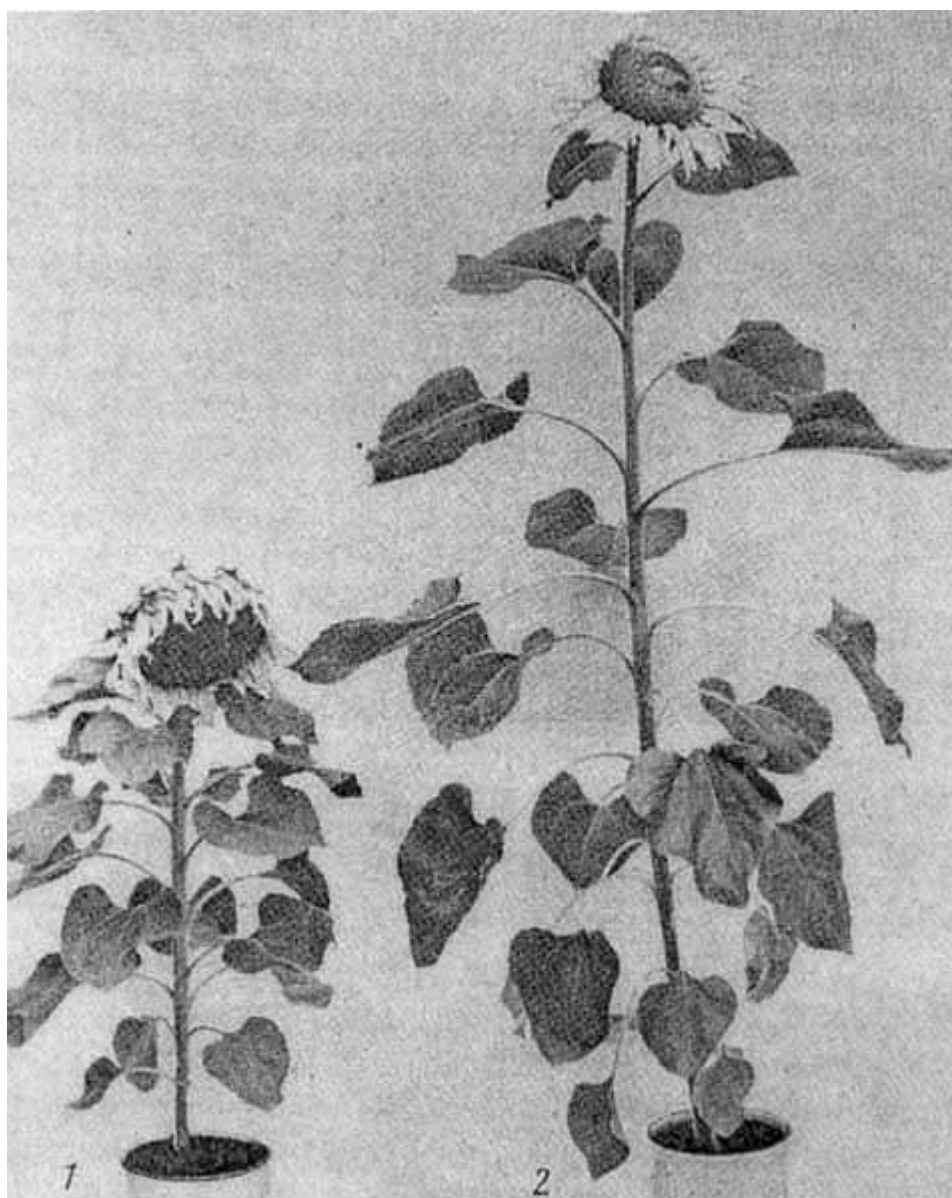


Рис. 7. Реакция ингибирования роста стебля подсолнечника (сорт Передовик) светом высокой интенсивности (Вт/м^2 ФАР) 1 - 250-300, 2 - 130.

В этом эксперименте два примера различаются ассимиляцией через распределение органов: низкая усредненная интенсивность света - листья, стебли для роста вегетативных органов и в значительной степени увеличение ассимиляции PAR высокой интенсивности. Репродуктивные органы - имеют высокий уровень ассимиляции, в котором выполняются корзины (рис. 7). Для удобства оценки результаты наших экспериментальных данных могут быть даны следующим образом на основе критериев для кондиционирования

свекокультуры. Я определяю три основных диапазона с использованием интенсивности фотосинтеза фотосинтеза.

1. Низкоинтенсивный PAR (минимально допустимый) - во время вегетативного органогенеза, но без формирования полного диапазона интенсивности репродуктивного органа, поэтому фотосинтез используется для диапазона интенсивности интенсивной интенсивности 15-30 Вт / м² ..

2. Оптимизировать диапазон интенсивности интенсивности PAR, в котором максимальное количество биомассы приходится на единицу времени, поэтому процент фотосинтеза и роста составляет 50-70 находится в этом диапазоне PAR 150-220 Вт / м² хорошо сбалансированной легкой установки. ...

Максимальная интенсивность светового выхода, достигающая его фотосинтеза на светонасыщенных плато, т. Е. Максимальный фотосинтез, в этом случае наличие стволовых клеток и ингибирование роста других осевых органов-растений становятся затмеваемыми Хоз с высокой, но общей биомассой - 3 интенсивности насыщения. Фара накачивается менее оптимальной интенсивности при ингибировании роста (400 Вт или более).

Таблица 1. Характеристика растений подсолнечника в возрасте 60 дней, выращенных при разных интенсивностях света ксеноновых ламп.

Показатели	Интенсивность света Вт/м ² ФАР	
	250 - 300	130
Высота растений см	74 ± 2,730	154,6 ± 3,07
Интенсивность фотосинтеза мг СО ₂ /дм ² *ч	56 ± 2,047	25,5 ± 1,682
Число листьев	24,5 ± 0,5	25,6 ± 0,3
Плотность листьев, дм ²	52,2 ± 1,365	121,6 ± 3,07
Диаметр корзинки, см	25,6 ± 0,443	14,8м ± 0,0512
Масса выполненных семян на растение, г	86,3 ± 3,024	61,2 ± 1,365
Сухая биомасса растения, г	383,6 ± 6,731	565,3 ± 9,0706

Известно, что фотосинтез и рост находятся под контролем гормональноингибиторного [10], тогда как хлоропласты имеют не только некоторые участки синтеза фенола, но также гиббереллины и абсцизиновую кислоту [11]. В свою очередь, биосинтез этих веществ непосредственно под генетическим контролем, с одной стороны, и под влиянием других внешних факторов (отношение света к минеральным элементам).

Ранее мы показали, что высокая (насыщенная) интенсивность света приводит к уменьшению растительных гормонов в растениях и накоплению флавоноидных соединений и ингибиторов естественного роста [5,6]. В то же время, темпы роста и производительности завода меняются. При оптимальной

интенсивности света отношение ингибиторов роста к гормонам растений находится в хорошем балансе - лучшая саморегуляция возникает во время роста.

Долгосрочная высокая интенсивность света или низкая интенсивность света могут гарантировать развитие механизма компенсации, с возможностью адаптации. Таким образом, ПЭП высокой интенсивности приводит к существенному ингибированию осевого роста органов, что не является специфическим ингибиторным механизмом экспрессии, наблюдаемым при слабой активации интенсивности [5,6,12].

Каковы три основные области растений из-за излучения PAR - синего, красного или зеленого, этот вопрос важен с разработкой новых источников света световодного завода, что также имеет теоретическое значение, поскольку все высшие растения имеют. Различные фоторецепторы обеспечивают поглощение энергии во всей фазированной области массива.

В настоящее время различные типы IPF генерируются с целью цветочной культуры, где, к сожалению, разрывы, но недостаточная спектральная и сияющая (за исключением лампового стекла) красная спектральная область 660-680. Однако IPF является наиболее перспективным, поскольку IPF имеет более высокую эффективность (-30%) по сравнению с ксеноновыми лампами (эффективность 12%).

Таблица 2. Характеристика растений перца сорта Вино-пух, выращенных под излучением цветных люминисцентных ламп.

Цветные люминисцентные лампы	Сырая биомасса				Общая сырая биомасса одного растения, г.	Хл (a+b), мг*дм ⁻²	Поглощение СО ₂ мг*дм ⁻² хч ⁻¹
	Листья	Стебли и черешки	Корни	Плоды			
Синего света ЛС-150	31,66 ±2,38	29,33 ±1,70 6	10,02 ±0,68 2	133,3 ±4,09 5	204,33 ±3,341	8,078 ±0,31	24,5±1,3 6
Красного света ЛК-65	55,0±2,68	42,16 ±1,36 5	13,66 ±1,02 3	186,1 ±3,07 1	296,83 ±4,436	5,6±0,09	20,3±1,2 5
Зеленого света ЛЗ-150	39,66 ±3,07	31,66 ±1,70 6	8,3±0,375	99,33 ±6,14 3	178,95 ±8,156	5,01±0,06	18,2±1,4 5
ЛФР-150	48,0±1,36	40,66 ±1,36 5	18,0±0,682	216,0 ±5,11 9	322,6±4,778	5,78±0,2	22,4±1,0 1
Белого света ЛХБ-150	42,2±3,87	34,4±1,91	12,1±1,22	156,7 ±4,88	245,4±6,68	5,9±0,22	21,7±1,2

Исследование проводилось для оценки влияния фотосинтеза, роста и продуктивности растений, состоящих из источника света, состоящего из источника света с максимальной эмиссией в красных, синих или зеленых

спектральных областях, непосредственно при длительной культуре на наших растениях. Световая кривая фотосинтеза в белом свете. Существует еще один метод оценки состава света в его спектре короткого воздействия, например, при исследовании фотосинтеза, когда растения действуют в белом свете и определяется роль фотосинтеза в различных областях спектра. Однако этот второй метод оценки качества света не подходит для морфологической анатомии, где растения наблюдаются в ряде долгосрочных адаптаций не только по уровням ассимиляции CO₂, но также и в растениях, а при Полезна задача сбора свекокультуры. В качестве примера этой корректировки можно использовать завод перцев, чтобы дать экспериментальные результаты. Наилучший результат был получен путем облучения фитолампы LFR-150, где 25% излучения было добавлено к красному свету в голубой области (табл. 2). В настоящем варианте осуществления растение хорошо сформировано и имеет максимальный вес плода. Хорошие результаты были также получены при использовании красного света и дополнительного синего света, который, как было замечено, увеличился на 14% площади листьев при интенсивном росте, а плод хорошо сформировался и созревает на несколько дней раньше зеленого и синего света. Самый маленький урожай получается под зеленым светом. Эти растения имеют низкий фотосинтез (A + B) с тонкой низкой плотностью и содержанием хлорофилла, и наихудшей скоростью, основанной на оптической плотности. Единица измерения площади. На растениях, напротив, наблюдается сильный свет, который препятствует росту листьев и осевых органов. Доля листьев, содержание пигмента, скорость фотосинтеза, в то же время максимальный и минимальный размер листа. Виноградные растения гораздо менее мощные, чем красные. У белых ламп (лампа LNB-150) растения имеют лучшую производительность, чем синяя и зеленая, но хуже, чем красная лампа, потому что белая лампа в красной области составляет всего 22-26%.

Исходя из этих экспериментов, можно сделать вывод, что *C. L. arpit* относится к числу растений, максимальная эмиссия которых в источнике должна находиться в красной области спектра. Следует отметить, что перечные растения,

выращенные в низкоинтенсивных PAR, содержат на 50-60% больше хлорофилла, чем PAR, при 200 Вт / м². Коэффициент поглощения PAR для роста при флуоресцентном свете на этих растениях составляет 90-95%. Перец - очень пластичный завод обладает хорошей адаптируемостью к условиям культивации, который относительно устойчив к трению. Однако максимальный солнечный выход 200-250 Вт / м² PAR (360-380 г, полученный от растения) был самым высоким в нашем эксперименте при концентрациях контакта, равном примерно половине полученных плодов. Возникает вопрос, в чем причина низкой фотосинтетической активности листьев растений, которые растут под зеленым. Почему максимальное поглощение CO₂ наблюдается в растениях, подходящих для долговременного синего света от листа на единицу площади? Для ответа на эти вопросы была проведена серия экспериментов QART CARTHAMOIDES. Leuzea - Дикое растение широко распространено в Алтайском крае Сибири, оно находится в центральном регионе нашей страны. Этот завод интересен двумя способами. Во-первых, губчатые и листовидные ткани содержат относительно небольшое количество хлоропластов - 30-40 (большинство культивируемых растений 100-150), что облегчает анализ на основе хлоропластов. Во-вторых, все дикое растение, которое имеет более стабильную генетическую основу, чем культивируемые растения. Наша задача - выяснить адаптивную функцию фотосинтетических органов, происходящих из легких качественных растений. В этих экспериментах показано, что зеленый свет образует довольно активные хлоропласты и что он также захватывает CO₂ как хлоропласт против голубого света. Однако количество хлоропластов на единицу площади, образованных клетками и на зеленый лист, примерно на 50-60% меньше, чем причина синего света, что, вероятно, является причиной низкого фотосинтеза на единицу площади листа.

Количество хлоропластов на листе 1 см² было значительно больше для синего света, чем для красного и зеленого света, и имела самую высокую площадь на единицу фотосинтеза. Листья растений, выращенных в синем свете, являются наиболее фотосинтезирующими характеристиками фотосинтеза,

вероятно, из-за их влияния максимального количества синего света на единицу площади листьев хлоропластов, а также характеристик хлоропластов и активированных внутренних тканей при наличии биосинтетических ферментов углеродный метаболизм и фотосинтетическая цепная реакция переноса электронов. Голубой свет на листьях

Количество хлоропластов на листе 1 см 2 было значительно больше для синего света, чем для красного и зеленого света, и имела самую высокую площадь на единицу фотосинтеза. Листья растений, выращенных в синем свете, являются наиболее фотосинтезирующими характеристиками фотосинтеза, вероятно, из-за их влияния максимального количества синего света на единицу площади листьев хлоропластов, а также характеристик хлоропластов и активированных внутренних тканей. При существовании биосинтетических ферментов МАТІС фотосинтетический углеродный метаболизм и цепная реакция переноса электронов. Это приводит к значительно большему количеству абсцизовой кислоты, гидроксикоричной кислоты и других, чем красноросветные растения и более зеленый свет в синем свете листа [6], что приводит к более коротким стеблям и более толстым ингибиторам роста листьев).

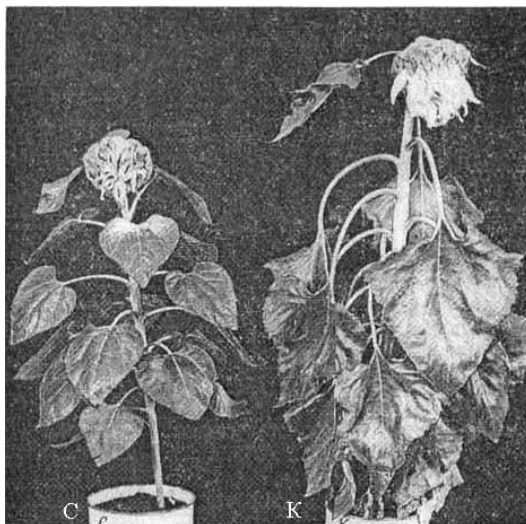


Рис. 8. Растения подсолнечника (сорт Передовик), выращенные на синем (С) и на красном (К), содержащем 14% синего (К), свету. *Черешки листьев изогнуты книзу - реакция эпинастии на красный свет.*

Ингибирование роста поверхности стебля и листьев в области стебля и листьев другими растениями, вызванное синим светом на фиг.7, также показывает, что рост растений подсолнечника в растениях в синем и красном свете до красного света почти в 3 раза больше площади листьев - по сравнению с 79 DM2 Опция Blue light (27 dm²). Высокий фотосинтез, обычно наблюдаемый при синем свете, не компенсирует отсутствие площади листьев на этих растениях, что приводит к снижению производительности. Избыточный «балластный» рост наблюдался на красных подсолнечных растениях. Увеличение площади листа отрицательно сказывается на росте репродуктивных органов.

Таким образом, красный свет с максимумом излучения 640-670 нм способствует плотному росту листьев и красному свету на оси тела, и мы наблюдаем эффект максимального роста, стимулирующий, возможно, фоторецепторы красного света. - Фитохром.

Синий свет подавляет рост стебля и площадь листьев, что приводит к образованию растений с низкой производительностью. Меньшее количество спектров (максимум излучения 520-550 нм) на единицу площади более тонких листьев, образующих клетки и хлоропласты и на лист, но самая высокая фотосинтетическая зеленая площадь на хлоропласт, производительность растений низкая.

Таким образом, «каждая из трех первичных областей FAS (синий, зеленый и красный), взятые отдельно, непригодна для выращивания растений и излучения только при определенной скорости энергии по всему спектру, принятому для обеспечения полного, растущего Растения, которые сильно нарушают эту взаимосвязь, например, когда растения получают только самое большое количество излучения в синей области спектра, заставляют растения с низким ростом расти с высоким фотосинтезом, но производить менее эффективно в пласте. «Сильные спектры в красной области спектра S" Препарат ", напротив, приведет к вегетативным органам, чтобы подорвать быстрый рост.

Поэтому спектральный состав света, а также его контроль интенсивности на всем растении, как ожидается, будут характеризоваться сильным видообразованием в

росте и фотосинтезе системы со следующими соотношениями в свете урожая для многих сельскохозяйственных культур: ФАС: в красной области (600- 700 нм) - в синей области (380-490 нм), 20% (490-590 нм) в зеленом и 25-30% в 50%.

Ниже приведен максимальный показатель производительности растений, полученный в условиях ауксина (сложная связь с другими факторами) при оптимальных условиях освещения. В этих условиях фотосинтез поддерживает дневную депрессию в течение дня с значительно более высоким уровнем усвоения CO₂ в день, чем фотосинтез при дневном свете. И рост дает соответственно хорошие урожаи полученных результатов от 1 м 2 до значительно более высоких в полевых условиях, чем в вегетационный период с уменьшением вегетационного периода: пшеница - 2,2-2,7 кг злаков на 75 дней (само прививка), Огурцы - 24 кг фруктов 76 дней (от посева), помидоры - 27 кг фруктов 70 дней (посев).

Результаты этой работы показывают, что растения обладают большим генетическим потенциалом и часто не полностью реализуются в областях, где фотосинтез и рост трудно сбалансировать.

3. Спектральные характеристики

Наземные установки имеют очевидные спектральные характеристики отражения. В отличие от почв, водных объектов и других характерных особенностей реакция растительности на электромагнитные волны определяется ее химическими характеристиками и морфологическими характеристиками, что связано с развитием, здоровьем и ростом растительности. Условия тесно связаны.

В диапазоне видимого света различные пигменты являются основными факторами, которые доминируют в спектральной реакции растений, а роль хлорофилла является самой важной. В здоровой зеленой растительности кривая спектрального отражения почти всегда представляет собой рисунок «пики и долины». Видимые долины вызваны пигментами в листьях растений.

Например, хлорофилл сильно поглощает энергию в центре спектральной полосы около 0,45 мкм и 0,67 мкм (часто называемой полосой поглощения хлорофилла). Растительные листья сильно поглощают энергию синих и красных областей и сильно отражают энергию зеленой зоны, поэтому невооруженным глазом чувствуется здоровая зеленая растительность. Кроме того, эритромицин и лютеин имеют полосу поглощения около 0,45 мкм (синий), но поскольку полоса поглощения хлорофилла также находится в этой области, два желтых пигмента играют доминирующую роль в спектре спектрального отклика. Если растение прерывается некоторой формой торможения и нормального роста и развития, это уменьшит или даже прекратит производство хлорофилла. Это приведет к ослаблению полос поглощения в синих и красных областях хлорофилла, что часто делает отражение красной полосы настолько сильным, что мы можем видеть, что растения желтеют (зеленый и красный синтез). От области видимого света до примерно 0,7 мкм ближней инфракрасной области спектра резко снижается отражательная способность здоровой растительности. В диапазоне 0,7-1,3 мкм отражательная способность растений в основном происходит из внутренней структуры листьев растений.

Коэффициент отражения спектральных характеристик здоровых зеленых растений между 0,7-1,3 мкм достигает (45-50%), скорость передачи достигает 45%-50%, а скорость поглощения достигает (<5%). Листья растений обычно отражают от 40% до 50% энергии падающего, и большая часть оставшейся энергии передается, потому что растение оставляет поглощающую энергию в этой области спектра как минимум (обычно менее 5%).

В ближней инфракрасной области спектра спектральные характеристики растительности в основном контролируются внутренней структурой листьев растений. Между видимыми и ближними инфракрасными полосами, то есть около 0,76 мкм, отражательная способность резко возрастает, образуя явление «красного края», которое является наиболее очевидной особенностью кривой растения и является ключевым спектральным регионом исследования.

Многие виды растений имеют небольшие различия в полосе видимого света, но разница в отражательной способности в ближней инфракрасной области является значительной. В то же время многократные листья могут давать более высокую отражательную способность (до 85%) в спектре ближнего инфракрасного спектра по сравнению с одним листом из-за дополнительной отражательной способности, поскольку лучистая энергия проходит через самый верхний лист. Он будет отражен вторым слоем листьев, который будет формально увеличивать отраженную энергию первого слоя листьев.

4. Фотобиологические процессы при воздействии оптического излучения на растения

Фотосинтез является основным и наиболее энергоемким процессом. Он обеспечивается хлорофиллами и каротиноидами. Иногда на высших растениях наблюдается кратковременное падение фотосинтеза от красной области до синего, без появления второго максимума [5].

Фотосинтез включает в себя две фазы:

- свет, который всегда происходит исключительно в свете
- темный, для которого обязательным компонентом является диоксид углерода - CO₂.

Хлорофиллы поглощают свет синей и красной полос, и только они участвуют в трансформации солнечной энергии.

Значительные исследования спектральной эффективности фотосинтеза были проведены в 70-х годах 20-го века МакКри и Инадой. В этих работах на листьях растений различных систематических групп были получены примерно те же спектры фотосинтетической активности (рис. 1.4). Четкий методологический подход и достаточно высокий уровень экспериментальной техники окончательно подтвердили мнение, что в зеленых листьях растений разных видов структура спектра фотосинтетического действия листа может быть принята как универсальная [1].

В работах Ф.Ф. Литвин и Хе-И-Таня [1967], а также Г.А. Санадзе и Д.И. Баазов [1982] показывает универсальность структуры и функции фотохимических пигментов систем в высших растениях и водорослях.

Попытка оценить спектральную эффективность фотосинтеза листа при длительном пребывании на красно-синем свете высокой интенсивности была предпринята в исследованиях Н.П. Воскрешение [1965]. В настоящей работе показано, что наиболее эффективным может быть как красный, так и голубой свет, в зависимости от вида растений [1].

В.М. Леманн (1971) провел серию исследований по фотосинтезу листа при излучении различных источников света, которые приведены в его монографии. Значения фотосинтеза листьев растений, выращенных в течение длительного времени под флуоресцентными, неонными, ртутными, ксеноновыми лампами и лампами накаливания, показали, что самые высокие значения фотосинтеза производятся ксеноновыми лампами, несколько хуже - флуоресцентными и DRL-лампами, а другие источники света дают значительно худшие результаты Леманна, 1971).

В работе Н.Н. Протасова (1987) на перечных растениях оценила эффективность фотосинтеза синих, зеленых, красных, сине-красных и белых флуоресцентных ламп. Такие измерения показали максимальный фотосинтез листьев, выращенных на синем свете, с последующим уменьшением после роста на сине-красном (25% синий), белом, красном и зеленом свете.

Каротиноиды - группа пигментов, которые поглощают в спектральном диапазоне 400-550 нм и играют вспомогательную роль. Основной функцией каротиноидов является поглощение энергии и ее перенос в хлорофилл.

Фотоморфогенез - изменения размера и формы под воздействием излучения различного качества и интенсивности.

Регулирующая роль света заключается в том, чтобы переключить основные механизмы регулирования, которые обеспечивают адекватную реакцию растений на условия освещения, реализуя соответствующие программы развития завода.

Система фоторегуляции включает в себя рецепторы и светосигнальные преобразователи. Фоторецепторы преобразуют квант света в биохимический сигнал.

Основные специфические сенсорные пигменты, обладающие фоторегуляторными свойствами: фитохромы (phy AЕ), криптохромы (крик 1-5), фототропины (фото 1-2), суперхром (неохром). Действие света начинается с его поглощения этими пигментами.

Фитохром - это фотоактивная система, важная для общего обмена и морфогенеза растений, имеет спектр действия с максимумами в области 660-730 нм. Маскируется спектром поглощения хлорофилла.

Фитохромы поглощают красный и дальний красный свет; криптохромы и фототропины - вблизи ультрафиолетового и синего света, суперхром (неохром) - синий и красный.

Таким образом, для фотосинтеза основными фоторегуляторными свойствами должны быть источники, излучающие максимум в красной области, а затем менее выраженные - синим.

4.1 Красный свет

Фоторегуляторный эффект красного света в основном обусловлен фитохромом. Фитохром существует в двух формах с различными свойствами. Под воздействием красного света (660 нм) или дальнего красного света (730 нм) эти две формы проходят друг в друга. Этот эффект аналогичен действию переключателя, т. Е. Результат последней экспозиции всегда сохраняется. Фитохромная система взаимодействует с «внутренними часами» растения, которая «регулирует» циркадные ритмы сигналами фитохромных и криптохромных систем. Эндогенный ритм часов и внешний ритм освещения создают единый сигнал, на который растение должно адекватно реагировать (например, отмечено выше, фарбиты запускают программу цветения или вегетативного развития). В течение дня условия освещения меняются в связи с

тем, что солнце находится под разными углами к горизонту. Во второй половине дня, когда он находится в зените, спектр падающих лучей почти не искажен.

Поэтому утром активируются фитохромы F660 и F730, и растение «просыпается». Вечером растения получают большую дозу отдаленных красных лучей, активируется только F730, а система фитохрома «говорит» с растением о времени дня. Ночью температура воздуха может заметно снижаться, поэтому, получив сигнал фитохрома и «проверяя» его часами, растение «принимает превентивные меры», чтобы защитить его от холода.

Фитохром - это не только листья, но и семена. Поэтому красный свет (660 нм) стимулирует прорастание семян, а дальний красный (730 нм) способен подавлять прорастание семян и активность других жизненно важных процессов. В солнечный свет дня обычные красные лучи больше дальних красных лучей, поэтому дневная активность растения выше, ночью он переходит в неактивную форму. Таким образом, на основе сигналов фитохромной системы растение меняет свою стратегию роста: готовится к фотосинтезу или тратит всю свою энергию на рост; продолжает расцветать; семена прорастают или ожидают более благоприятного освещения и, следовательно, влияют на рост и развитие растения, его продуктивность. Например, пигменты с максимальной чувствительностью в красной области спектра отвечают за развитие корневой системы, созревание плодов, цветение растений. Известно также, что под воздействием красных лучей увеличивается производительность биомассы растений.

4.2 Синяя область

Вторая светочувствительная система связана с синей областью спектра. Фоторецепторы синего света – криптохромы, фототропин. Синий цвет играет важную роль в жизни растений благодаря наличию в растении криптохрома. Спектр его поглощения приходится на область 400 - 500 нм. Для взрослых растений синий цвет, например, регулирует ширину устьиц листьев, управляет движением листьев за солнцем, угнетает рост стеблей [10]. Последнее

обстоятельство имеет важное значение для целей сдерживания "вытягивания" рассады. При недостатке синего света (например, в загущенных посадках или под стеклом) растения вытягиваются. Синий свет угнетает прорастание семян, тормозит рост клеток, то есть управляет изгибом проростка и стебля в сторону солнца (фототропизм). Пигменты с максимумами поглощения в синей области отвечают за увеличение зелёной массы. При облучении синим свету наблюдался самый высокий фотосинтез в расчете на единицу площади листа [10]. Существует мнение, что в разное время дня синий свет оказывать разное влияние на растения

4.3 Зеленая область

Пигменты, поглощающие в зелёной области спектра, из-за низкого значения коэффициента поглощения обеспечивают более глубокое проникновение излучения в листья. Эти пигменты также участвуют в фотосинтезе, так как передают часть поглощенной энергии излучения хлорофиллу и, по этой причине, полезны для фотосинтеза плотных листьев и листьев нижних ярусов, куда синие и красные лучи почти не проникают

Биологическое значение зеленого света связано с преобладающим зеленым компонентом в спектре солнечного излучения. Известно, что зеленый цвет в соотношении с синим, контролирует процессы закрывания-открывания устьиц листа, контролируя, таким образом, процессы водо- и газообмена.

Влияние зеленого цвета на процессы развития и роста растений представлено в работах. Показано, что регуляторное влияние зеленого цвета на процессы жизнедеятельности растений, которое реализуется через передачу сигнала на фитохромы А-Е, поглощающие красный свет. Криптохром 1 и другие рецепторы, поглощающие при длинах волн: 515, 525, 535, 543, 553 нм, активирует систему вторичных посредников и гормональную систему регуляции, включая программу фотоморфогенеза растений. При этом уменьшается количество хлоропластов и содержание фотосинтетических пигментов в единице

площади листа, следовательно, уменьшается интенсивность фотосинтеза по сравнению с действием синего и красного света. Зеленый свет играет регуляторную роль в формировании морфогенеза растений на стадии проростка и взрослого растения. Особенно значим зеленый свет для развития растений на ранних стадиях морфогенеза, когда правильная оценка световых условий позволяет включить растению адекватную программу развития. Зелёная часть спектра излучения полезна для фотосинтеза плотных листьев и листьев нижних ярусов, куда синие и красные лучи почти не проникают.

В работе Н.Н. Протасовой, Дж.М.Уеллс, М.В. Добровольского, Л.Н. Цоглина (1990) приведены результаты исследований по выращиванию растений в факторостатных условиях с освещением от источников с различными спектральными характеристиками. В исследованиях рассмотрено действие отдельных областей ФАР на рост и продуктивность растений. Показано, что для получения полноценных растений при выращивании в условиях искусственного освещения необходимо определенное энергетическое соотношение энергии по спектру ФАР в растениеводческих лампах: 20-25% в синей (380-490 нм), 20-25% в зеленой (490-600) и 60-50% в красной области (600-700 нм) .

Важнейшее фоторегулирующее значение имеет также фотопериодизм (процесс управляемый длительностью светового дня)[17, 14]. Он контролирует процессы перехода растений к цветению, а также ростовые процессы. Это действие также связано с возбуждением определенных пигментов (фоторецепторов). Физиологический ответ на изменение длительности дня - фотопериодическая реакция растений. Например, в умеренных широтах уменьшение длины дня говорит о надвигающемся похолодании. Растения готовятся к состоянию покоя: происходит листопад, питательные вещества перемещаются из надземной части в подземную, рост растения останавливается. В Средиземноморье сокращение длины дня говорит о наступлении зимы — самого влажного сезона с приемлемыми для роста температурами. Растения дают противоположный физиологический ответ: усиливают рост. Существуют климатические зоны, в которых влажный период приходится на осень или весну.

Растениям приходится «оценивать» не общую тенденцию, а точно «измерять» длину дня. Если день соответствует «внутреннему эталону», то сезон благоприятный, а если дни длиннее или короче «эталона», условия неблагоприятны и растение готовится к покою. Бывает и иная, противоположная, ситуация, когда климат в целом благоприятен, но весной или осенью наблюдается засуха. Тогда измеренная «эталонная» длина дня говорит об условиях, неблагоприятных для роста. Под контролем фотопериодизма находятся и многие другие процессы. От длины дня зависит перестройка работы меристемы: образование цветков, летний покой и формирование почек у деревьев. Земляника образует усы при наступлении длинных дней. Сбрасывание листьев у репчатого лука и тюльпанов происходит на длинном дне, а у березы и осины – на коротком.

Образование запасяющих органов (кочанов у капусты, клубней у топинамбура также зависит от длины дня. Растения пустынь могут изменять тип листьев, а водные растения сменять подводные листья на надводные.

5. Воздействие параметров режима светодиодного освещения на рост, морфологические характеристики и развитие растений

Свет в жизни растений играет многогранную и исключительно важную роль. В ходе фотосинтеза в растениях энергия света используется на синтез органических соединений и, таким образом, обеспечивает возможность автотрофного существования растений. В настоящее время известно, что свет выполняет в жизни растений несколько функций:

- энергетическую, как источник энергии для синтеза углеводов в процессах фотосинтеза,
- информационную, как регулятор различных процессов жизнедеятельности растений
- биосинтетическую, как участник фотозависимых биохимических процессов.

В растении имеются три системы первичного восприятия светового сигнала. Это пигменты фотосинтетического аппарата (ФСА), связанные с фотохимической трансформацией энергии света в ЭТЦ хлоропластов (Ort, Yocum, 1996), специализированные фоторецепторы, вовлеченные в фоторегуляторные системы растений, действующие на большую часть процессов жизнедеятельности растений (Chen et al., 2004) и фотозависимые биохимические процессы, участвующие в биосинтезе фотосинтетических пигментов (Беляева, 2009) и репарации ДНК (Batschauer et al., 2007). Влияние световой среды на рост и продукционный процесс растений обусловлено, главным образом, тремя её параметрами – количеством фотонов света, падающих на посев за время вегетации, спектральным составом света и распределением плотности потока фотонов по времени (Christie et al., 1999; Fankhauser, Chory, 1997).

5.1 Воздействие на растения интенсивности и спектральных характеристик светодиодного освещения

Качество световой среды влияет на формирование структуры и функциональной активности фотосинтетического аппарата, рост и развитие растений, процессы морфогенеза (Whitelam, Halliday, 2007, Тихомиров и др., 1991). Обоснование важнейших параметров оптимизации режима освещения растений основано на наших знаниях о роли света в жизни растений. Для растений с С3-типом фотосинтеза, к которым относится большинство сельскохозяйственных культур, энергетическая функция света в первую очередь зависит от интенсивности излучения в диапазоне значений плотности потока фотонов (ППФ) от примерно 20 до 1000 – 1500 мкмоль/(м²·с), а также от спектрального состава света с максимумами поглощения фотонов в красной и синей областях спектра (Любименко, 1935; Клешнин, 1952; Кузнецов, Дмитриева, 2006). Информационная функция осуществляется через систему фоторецепторов, позволяющих растению «воспринимать» физиологически важные диапазоны спектра падающего света (Chen et al., 2004; Heijde, Ulm, 2012).

Известны неудачные попытки получения нормально развитых растений при удалении из спектра длин волн, малоактивных с точки зрения энергетической функции света (Yorio et al., 2001; Avercheva et al., 2014). Таким образом, спектральный состав светового потока может оказывать решающее воздействие на рост, морфогенез и онтогенетическое развитие растений. Биосинтетическая функция света состоит как в непосредственном участии света в биосинтетическом процессе, так и в воздействии на каталитическую активность ряда ферментов и определённым образом зависит, как и энергетическая функция, от уровня ППФ и спектрального состава света (Воскресенская, 1975; Demarsy, Fankhauser, 2009).

Диапазон длин волн оптического излучения, имеющих основное субстратно-регуляторное значение для растений, простирается от 280 до 750 нм. Выделяют следующие спектральные поддиапазоны, имеющие различное физиологическое значение (Тихомиров и др., 2000):

280-320 нм – (УФ-Б) - как правило, оказывает вредное воздействие на рост и развитие растений, однако, для нормального развития некоторых видов растений требуется небольшое количество излучения в данном диапазоне;

320-400 нм – (УФ-А) - играет регуляторную роль в развитии растений, поэтому целесообразно присутствие небольшого количества данного диапазона излучения в спектре;

400-500 нм – («синий») – обладает как субстратным, так и регуляторным воздействием, должен входить в состав спектра излучения для выращивания растений.

500-600 нм («зелёный») – не является абсолютно необходимым для обеспечения фотосинтеза растений, но, благодаря своей высокой проникающей способности, полезен для обеспечения фотосинтеза оптически плотных листьев и густых посевов растений.

600-700 нм («красный») – обладает ярко выраженным субстратным и регуляторным воздействием. Должен входить в состав общего излучения для обеспечения высокого уровня фотосинтеза.

700-750 нм («дальний красный») – обладает ярко выраженным регуляторным действием. В небольших количествах (несколько процентов) должен входить в состав общего излучения.

Спектральный диапазон 400-700 нм, являющийся основным для обеспечения процесса фотосинтеза, получил название фотосинтетически активной радиации (ФАР).

Фотоморфогенетические реакции позволяют растению оптимизировать фотосинтетический потенциал, приспосабливаясь к условиям световой среды (Schäfer, Nagy, 2006). Их многообразие контролируется пулом фоторецепторов (рисунок 1), которые включают в себя фитохромы, криптохромы, фототропины, семейство протеинов ZTL/ADO, кроме того, было предсказано существование фоторецепторов, поглощающих в области УФ-Б и в зелёной части спектра электромагнитного излучения (Devlin et al., 2007). Фоторецептор в области УФ-Б позднее был обнаружен – это ядерный белок UVR8 (UV RESISTANCE LOCUS 8) – самый последний из открытых фоторецепторов растений (Rizzini et al., 2011). Это открытие послужило началом для последующего исследования УФ-Б-сигналинга в растениях (Heijde, Ulm, 2012).

Фитохромы являются семейством фоторецепторов, чувствительных к красному и дальнему красному свету, в растениях они присутствуют в двух формах – неактивной Pr и активной Prf, с пиками поглощения света в красной и дальней красной области соответственно (Rockwell et al., 2006). Фитохромная система участвует в регуляции большого количества программ развития в растении: прорастания семян, деэтиоляции (Casal, Sanchez, 1998; Neff et al., 2000), развития проростков, регуляции циркадных ритмов и индукции цветения (совместно с криптохромами) (Neff, Chory, 1998; Hennig et al., 1999; Mockler et al., 1999; Mazzella et al., 2001), является триггером синдрома избегания тени (Sage, 1992).

Криптохромы поглощают свет в области от синей до УФ-А радиации участвуют в регуляции деэтиоляции, настройке циркадных ритмов и индукции цветения (Somers et al., 1998; Mockler et al., 1999; Cashmore et al., 1999; Devlin,

Kay, 2000; Mazzella et al., 2001; Yanovsky, Kay, 2003). Во многих случаях криптохромы работают совместно с фитохромами (Casal, 2000; Somers et al., 1998).

Фототропины также поглощают свет в области от синего до УФ-А (Devlin et al., 2007) и отвечают за фототропизмы, участвуют в ряде процессов, оптимизирующих интенсивность фотосинтеза и стимулируют рост (Christie, 2007). При поглощении кванта синего/УФ-А света молекулой фототропина происходит образование ковалентной сшивки между хромофором и апопротеином фоторецептора, что приводит к изменению конформации молекулы и запуску сигнального каскада (Christie, Briggs, 2001; Christie, 2007; Inoue et al., 2008; Sullivana et al., 2008). При этом часть фототропинов освобождается от связи с мембраной и выходит в цитозоль, взаимодействуя с белками-посредниками передачи сигнала (Sakamoto, Briggs, 2002).

UVR8 (фоторецептор УФ-Б) имеет пик поглощения в области 280-300 нм (Wu et al., 2011). При поглощении кванта света неактивный димер переходит в активный мономер и через регуляцию экспрессии генов запускает как общие процессы фотоморфогенеза (например, разворачивание семядолей – Casal, 2000), так и важные механизмы защиты от ультрафиолетового облучения, и репарацию вызываемых ультрафиолетом повреждений (активация экспрессии генов фотолиаз, светозависимо восстанавливающих повреждения ДНК, вызванные УФ облучением) (Heijde, Ulm, 2012).

Семейство протеинов ZTL/ADO, содержащих LOV-домен (чувствителен к синему свету и УФ-А, отвечает за направленную деградацию компонентов, связанных с циркадными ритмами и цветением (Kim et al., 2007; Devlin et al., 2007).

Аддитивность и синергизм различных реакций растений на свет, а также различные взаимодействия между фоторецепторами (Castillon et al., 2009) обеспечивают не только высокую чувствительность растений к световым сигналам среды и их изменениям, а также компенсацию функций одних фоторецепторов другими (Quail, 2002; Wang, Deng, 2002; Devlin et al., 2003;

Heijde, Ulm, 2012), но и сложную, не всегда предсказуемую реакцию растительного организма на варьирование параметрами освещения (Castillon et al., 2009; Ouzounis et al., 2015).

Спектральный состав света влияет на множество физиологических процессов в растении. Красный свет важен для развития фотосинтетического аппарата и ассимиляции крахмала (Saebo et al., 1995), именно в этой области находятся пики поглощения хлорофиллов а и b (Gross, 1991) и фитохормов. Синий свет оказывает влияние на синтез хлорофилла, развитие хлоропластов, открывание устьиц, фотоморфогенез (Senger, 1982; Neo et al., 2002) и фототропизм (Vlaau, Vlaau-Jansen, 1970).

Выбор красных (600-700 нм) и синих (420-450 нм) источников основан на том, что свет в данном диапазоне наиболее эффективно поглощается первичными пигментами фотосинтеза (хлорофиллами) (McCree, 1972). Кроме того, согласно закону Гротгуса, каждый квант из поглощённой листом части светового потока способен инициировать только одну фотохимическую реакцию, т.е. потенциально количество фотореакций зависит от количества падающих квантов света. Как известно, энергия кванта света в различных участках спектра различна и зависит от длины волны: $E=ch/\lambda$, где c – скорость света в вакууме, h – постоянная Планка, λ – длина волны (Тихомиров и др., 2000). Следовательно, энергия кванта в синей области примерно в 1,5 раза больше, чем в красной (т.е. в области максимума поглощения хлорофилла а). Отсюда следует, что использование красного света для выращивания растений является энергетически наиболее выгодным по сравнению с квантами в других областях ФАР (Massa et al., 2008).

Первые работы по исследованию воздействию светодиодного освещения на рост и развитие растений салата проводили в 80-е годы прошлого века при освещении узкополосным красным светом с пиком излучения 660 нм с добавлением 30 мкмоль/(м²с) синего света от флуоресцентных ламп (общая ППФ составила 325 мкмоль/(м²с)) (Vula et al., 1991). Поскольку в те годы синие СД не были широко доступны, в качестве альтернативы использовали другие

источники освещения (Massa et al., 2008). Сообщалось, что опытные растения не уступали контрольным, выращенным в искусственной световой среде на основе холодных флуоресцентных ламп или ламп накаливания (Bula et al., 1991). Далее последовали многочисленные исследовательские работы по выращиванию

растений под красными СД с добавлением синего света в разных пропорциях: на салате (Hoenecke et al., 1992; Yanagi et al., 1996 (b)), пшенице (Goins et al., 1997), шпинате и редисе (Yorio et al., 1998), арабидопсисе (Goins et al., 1998), землянике (Yanagi et al., 1996a). Во многих из перечисленных работ была продемонстрирована возможность выращивания растений на чистом красном свете, однако для прохождения адекватного морфогенеза потребовалось добавление синего света с ППФ около 10% от общей ППФ.

В работе Wheeler et al., 1991 впервые было обнаружено, что решающее значение имеет не относительное содержание синего света в спектре, а абсолютное количество квантов света в синей области. Для ингибирования аномального удлинения стебля и междоузлий проростков сои достаточно 30 мкмоль/(м²с) синего света в спектре (при общей ППФ от 300 до 500 мкмоль/(м²с)). В исследовании Core and Bugbee (2013) было показано, что на одни показатели роста и развития растений (уменьшение площади листьев редиса, увеличение содержания хлорофилла на единицу площади листа) более существенно влияет относительное содержание синего света в спектре, а на другие (ингибирование вытягивания стебля сои и др.) – его абсолютное количество. Хотя требования разных видов растений к количеству синего света разнятся, авторы рекомендуют источники освещения с содержанием синего света в общем спектре 25%, как способные удовлетворить потребность растений в синем свете даже при низких уровнях освещённости.

В работе Son and Oh (2013) по исследованию воздействия узкополосного красно-синего освещения на краснолиственный и зеленолиственный сорта салата было выявлено, что наибольший урожай сырой и сухой биомассы и наибольшая площадь листьев достигается при освещении только красным светом. Однако, при этом листья растений вытягивались и приобретали атипичную форму,

неестественную окраску, а содержание полифенолов и антиоксидантов резко снижались. В целом, была показана эффективность узкополосного красно-синего СД освещения при выращивании ряда культур (Son, Oh, 2013; Yorio et al., 2001; Yanagi et al., 1996 (a,b); Goins et al., 1997).

В работе Yorio et al., 2001 урожай сухой массы салата, выращенного в искусственной световой среде на основе красных СД с пиком излучения 660 нм с добавлением 10% по ППФ синего света от флуоресцентных ламп, достоверно не отличался от контроля, выращенного под холодными флуоресцентными лампами. Однако, сухая биомасса редиса и шпината в опыте была значительно ниже, чем в контроле, хотя измерения фотосинтеза листа и не выявили достоверных различий. Таким образом, было показано, что хотя выращивание данных культур при узкополосном красно-синем освещении и возможно, получение адекватного урожая в таких условиях не всегда обеспечивается.

Кроме того, было обнаружено, что красный и синий свет поглощаются хлоропластами, локализованными в поверхностных слоях листа (Nishio, 2000). Однако при высоких уровнях ППФ достигалось световое насыщение хлоропластов и свет в данных участках спектра начинал рассеиваться в виде тепла (Sun et al., 1998; Nishio, 2000), в то время как зелёный свет проникал в более глубокие слои листа и инициировал фотосинтез в находящихся там хлоропластах (Brodersen, Vogelmann, 2010; Sun et al., 1998). Таким образом, хотя спектр поглощения пигментов фотосинтеза и имеет два пика с выраженным минимумом в зелёной области, в спектре поглощения листа эти различия не столь значительны (Ouzounis et al., 2015). Проникая в более глубокие слои листа, зелёный свет в некоторых случаях способен усиливать фотосинтез в большей степени, чем красный или синий, например, при интенсивном освещении растений белым светом (Terashima, 2009). Кроме того, зелёный свет способен глубже, чем красный или синий, проникать в плотный посев растений, интенсифицируя фотосинтез нижних листьев (Клешнин, 1952; Klein, 1992).

Зелёный свет может также оказывать влияние на морфологию и физиологию растения, в том числе устьичную проводимость, формирование

листьев и удлинение стебля на ранних этапах роста (Folta, 2004; Kim et al., 2004 (a,b)). В работах Kim et al., 2004 (a,b) было выявлено, что растения салата, выращиваемые при освещении красно-сине-зелёным светом, содержащим 24% зелёного, превосходили растения, выращиваемые под узкополосными красно-синими светильниками или под белыми флуоресцентными облучателями, как по сырой и сухой биомассе, так и по площади листьев. В той же работе сообщалось, что дальнейшее увеличение доли зелёного света в спектре негативно влияло на рост растений: при увеличении доли зелёного света до 51% урожай сухой биомассы снижался на 22%, а при освещении растений зелёными флуоресцентными источниками с долей зелёного света 86% – на 63%, сырая биомасса и площадь листьев имели аналогичную тенденцию к снижению.

В работе Jokhan et al. (2012) растения салата выращивали в искусственной световой среде на основе узкополосного зелёного света с пиками в разных диапазонах длин волн при разных уровнях ППФ, при этом некоторые опытные варианты по накоплению сухой биомассы не уступали контролю (флуоресцентные лампы). Можно было предположить, что такая ограниченная по спектру световая среда не обеспечит адекватного развития растений, однако при высоких уровнях ППФ (300 ммоль/(м²·с)) развитие опытных растений шло нормально и не отличалось от контроля. Кроме того, интересно отметить, что, хотя использовали зелёный свет с близкими пиками (510, 524 и 532 нм), между опытными вариантами были обнаружены достоверные различия. Для выращиваемых растений достоверно наилучшими оказались результаты, полученные при освещении растений зелёным светом с пиком на длине волны 510 нм.

Подводя итог многочисленным исследованиям по влиянию зелёного света на рост и развитие растений, Kim с соавторами (2006) пришли к выводу, что добавление в световой поток квантов в зелёной области спектра в количестве 5% от общей ППФ несколько стимулирует рост и фотосинтез посевов растений. Кроме того, это благоприятно воздействует и с эстетической и психологической точек зрения, поскольку при таком освещении цвет посева выглядит более

естественно, чем при красно-синем освещении. Оптимальным было названо освещение красно-сине-зелеными источниками с 24% зеленого света. Позднее с учётом этих рекомендаций был реализован светодиодный светильник американской оранжереи Veggie, доставленной на МКС в 2014 г.1

Кроме того, исследования по воздействию СД освещения на рост и развитие растений проводят и с добавлением других спектральных составляющих. Было отмечено, что добавление света в таких спектральных диапазонах, как дальний красный (700-750 нм), УФ-А (320-400 нм), УФ-Б (280-320 нм), воздействуя на фоторецепторы и, таким образом, запуская каскады физиологических и биохимических реакций, может оказывать стимулирующее воздействие на рост и развитие растений (Briggs, Olney, 2001; Briggs et al., 2001). В работе (Urbonavičiūtė et al., 2007) к освещению красными СД добавляли голубые и УФ-А СД (с пиками эмиссии 500 и 365 нм, соответственно). В результате опытные растения не отличались от контрольных по ростовым характеристикам, однако добавочное коротковолновое излучение вызывало значительные изменения углеводного обмена, что может свидетельствовать о нарушении регуляции развития растений.

В исследованиях по изучению воздействия на растения спектральных режимов с добавлением дальнего красного света отмечают усиление вытягивания стебля и подавление бокового ветвления у колокольчика по сравнению с растениями, выращенными без добавления дальнего красного света (Moe et al., 1991). В работе с проростками онцидиума показано увеличение площади листовой поверхности, сырой и сухой массы растений, выращенных в искусственной световой среде с добавлением дальнего красного света от светодиодных источников (Chung et al., 2010).

В последнее время при подборе оптимальных источников освещения для растений всё больше специалистов склоняется к выбору белых СД (Тихомиров, Ушакова, 2016, Core, Bugbee, 2013). Белое светодиодное излучение содержит, как правило, компоненты всех основных полос в диапазоне ФАР, кроме того, спектр излучения белых СД может быть расширен и включать УФ и/или дальнейшее

красное излучение. В исследовательских работах белые СД применяются как в чистом виде (Core, Bugbee, 2013), так и в комбинациях с узкополосными красными (Dong et al., 2014; Yoneda, Mori, 2004) и красно-синими СД (Kang et al., 2013; Lin et al., 2013; Lu et al., 2012). Продемонстрировано увеличение массы и увеличение питательной ценности продукции растений салата (Lin et al., 2013) и томатов (Lu et al., 2012) при добавлении в искусственную световую среду белого света по сравнению с узкополосным красно-синим освещением. В работе (Dong et al., 2014) урожайность пшеницы была увеличенной при освещении растений белыми СД с добавлением красных по сравнению с освещением узкополосными красными и красно-синими СД.

Причина многообразия описанных эффектов заключается, по-видимому, в многостороннем влиянии света на растения и связанном с этим разнообразии систем первичного восприятия светового сигнала растениями (пигменты фотосинтетического аппарата, фоторецепторы, фотозависимые биохимические процессы, участвующие в биогенезе хлоропластов) (Воскресенская, 1979; Liu et al., 2011 (b)). Частичное перекрывание функций, синергизм и множественные взаимодействия между различными системами восприятия света могут обусловить неоднозначную реакцию растений на варьирование параметрами светового режима.

5.2 Воздействие на растения чередования световых и темновых периодов

Следует различать фотопериодизм, т.е. реакцию живых организмов на суточный ритм освещённости, продолжительность светового дня и соотношение между темным и светлым временем суток, и реакцию на свет, подаваемый в коротких интенсивных импульсах длительностью от мкс до мс.

В условиях светокультуры фотопериод, связанный с суточной дозой световой энергии, падающей на посев, является важным фактором, влияющим на рост растений. Фотопериод может влиять как на прирост биомассы (Koontz, Prince, 1986; Dorais, 2003), так и на накопление вторичных метаболитов у многих

культур (Lefsrud et al., 2006; Ali et al., 2009). В частности, была экспериментально продемонстрирована возможность двукратного увеличения биомассы салата при увеличении фотопериода с 16 час до круглосуточного освещения (Koontz, Prince, 1986). В работе (Doraís, 2003) приведены данные о том, что переход с 16 часового фотопериода на круглосуточное освещение позволил увеличить урожай сырой биомассы салата на 20% и сократить период товарной вегетации на 7 суток. Наши опыты также показали, что круглосуточный режим освещения позволяет поднять продуктивность листовых овощей при неизменной суммарной дозе фотонов, падающих на посев.

Для многих культур фотопериод, а точнее, длительность темнового периода в течение суток является ключевым фактором, определяющим онтогенетическое развитие растений. Для большинства сельскохозяйственных культур установлен определенный световой период, обеспечивающий их максимальную продуктивность. Так, для салата-латук оптимальный световой период полагают равным 18 часов в сутки, а для листовой и корнеплодной горчицы - 12 часов (Тараканов, Цзюньхун, 2007; Далькэ и др., 2013). Земляника садовая закладывает цветочные почки на коротком световом дне, но максимальная продуктивность может быть получена при длине дня не менее 18 часов (Яковцева и др., 2015).

Учитывая тот факт, что витаминные космические оранжереи используются, в основном, для выращивания листовых овощных культур, в нашей работе все эксперименты проводились при круглосуточном освещении.

Предположения о том, что растения используют прерывистое освещение эффективнее, чем непрерывное, высказывались ещё с начала XX века. Brown and Escombe (1905) использовали вращающуюся установку для подачи солнечного света в импульсном режиме к листьям настурции и получили большую интенсивность фотосинтеза при импульсном освещении. Был проведён ряд исследований на водорослях (Warburg, 1919; Phillips, Myers, 1954; Emerson, Arnold, 1932 и др.), в которых утверждалось, что при импульсном освещении

фотосинтез может быть увеличен на 400% по сравнению с непрерывным освещением.

Однако, высказывались и другие мнения. Е. И. Рабинович заключил, что при одинаковых поданной световой энергии и спектральном составе света импульсное освещение не оказывает стимулирующего влияния на интенсивность фотосинтеза (Rabinovich, 1954). Sager and Giger (1980) провели переоценку опубликованных данных по воздействию импульсного освещения на фотосинтез по методу Weller and Franck (1941). В их работе утверждается, что из 14 статей, подвергнутых переоценке, только 8 подтверждают гипотезу Рабиновича.

Помимо попыток снизить удельный расход электроэнергии на получение продукции, импульсное освещение применялось для исследования фототропизма (Steinitz, Poff, 1986), транспорта электронов при фотосинтезе (Emerson, Arnold, 1932; Kok, 1956; Chow et al., 1989) и углеродного метаболизма (Sharkey et al., 1986; Stitt, 1986; Kirschbaum, Pearcy, 1988; Sassenrath-Cole et al., 1994). Были определены временные константы для фотосинтетических процессов:

- длительность первичных фотохимических процессов (поглощение кванта света, разделение зарядов в реакционных центрах) находится в диапазонах пс и нс (Diner, 1986);

- передача электронов между фотосистемами длится в течение мкс и мс (Whitmarsh, Cramer, 1979; Harbinson, Hedley, 1988; Whitmarsh, 1992);

- длительность первичных реакций с участием углерода составляет время порядка секунд, а синтез сахарозы и активация ферментов может занимать минуты (Kirschbaum, Pearcy, 1988; Sassenrath-Cole, Pearcy, 1992).

Интерес к импульсному освещению растений вспыхнул с новой силой с появлением и развитием светодиодных источников освещения, которые обладают очень малой инерционностью (способны полностью включаться и выключаться за 200 нс), и, вследствие этого, позволяют формировать очень короткие импульсы желаемой формы (Tenessen et al., 1995). Стало возможно

проводить исследования с высокочастотным светом (при длительности импульса от микро- до миллисекунд), позволяющим отделить световые реакции фотосинтеза от темновых.

Исследование воздействия импульсного освещения растений сопряжено с рядом трудностей. Импульсное освещение обычно характеризуется как периодом следования импульсов, так и скважностью, т.е. отношением периода следования к длительности импульса. Величина, обратная скважности, часто используемая в англоязычной литературе, называется коэффициентом заполнения (англ. duty cycle). При сравнении воздействия непрерывного и импульсного освещения на растения важно выравнять поданные к растениям за длительный период дозы фотонов или средние по времени ППФ. При увеличении периода следования импульсов и/или увеличении их скважности для обеспечения величин средних по времени ППФ в несколько сотен мкмоль/(м²с) требуется применение сверхъярких источников света с амплитудой ППФ в импульсе порядка тысяч и десятков тысяч мкмоль/(м²с). Часто это требование превосходит возможности современных светодиодов. Кроме того, прямой перебор множества различных сочетаний параметров импульсного светодиодного освещения растений потребует огромного количества опытов. Тем не менее, уже в настоящее время в этой области получен ряд интересных результатов.

Исследования в работе (Tenessen et al., 1995) на интактных листьях томата подтвердили гипотезу о том, что фотоны, поступающие в импульсах длительностью до 100 мкс, поглощаются и содержатся в реакционных центрах для последующего включения в темновые реакции. Было показано, что при одинаковых уровнях ППФ от 50 до 500 мкмоль/(м²с) и периоде следования импульсов 200 мкс (длительность светового импульса 20 мкс) интенсивность фотосинтеза при непрерывном и импульсном освещении достоверно не различается. Увеличение периода следования импульсов при неизменной скважности приводило к снижению интенсивности фотосинтеза. При

длительности световых импульсов в 2 мс и при периоде следования импульсов 200 мс фотосинтез снизился до 50% от контроля.

Yoneda and Mori (2004) предложили систему искусственного освещения растений на основе комбинации светодиодов с красным и белым излучением. В опытах с подобными светильниками при суммарной ППФ = 100 мкмоль/(м²с) наилучшие результаты по сырой массе и интенсивности фотосинтеза салата были получены при импульсном освещении растений (период следования импульсов света 100 мкс, длительность импульса 50 мкс). Jao and Fang (2004) добились наилучших результатов на проростках картофеля при освещении их импульсным светом с периодом 1,4 мс (длительность импульса 700 мкс). Выращенные при таком режиме освещения растения отличались наибольшей высотой и сухой биомассой среди вариантов опыта. Однако в данном исследовании для различных вариантов режима освещения была выбрана неоптимальная методика: фотопериоды в вариантах опыта с импульсным освещением выравнивали по суммарному нахождению на свету за сутки, что не позволило проводить корректное сравнение непрерывных и импульсных вариантов.

Olvera-Gonzalez с соавторами (2013) обнаружили при оценке действия высокочастотного импульсного светодиодного освещения на растения томата зависимость характеристик фотосинтетического аппарата (параметров флуоресценции листьев) от частоты следования световых импульсов. Наилучшие результаты были получены при частотах 0,1, 1, 100 Гц и 1 кГц и скважности 2 (при длительности световых импульсов 10 с, 1с, 10 мс и 1 мс соответственно). Dong с соавторами (2015b), исследуя воздействие импульсного освещения с миллисекундным периодом и разными коэффициентами заполнения на фотосинтетические характеристики и продукционный процесс растений пшеницы, получили некоторое снижение урожайности при коэффициенте заполнения 50%. При коэффициентах заполнения 70 и 80% урожайность посевов достоверно не отличалась от контроля. Авторы исследования считают принципиально возможным снижение затрат электроэнергии на освещение

посевов за счёт использования импульсного освещения. В данных экспериментах отмечали снижение содержания лигнина в биомассе растений при импульсном освещении посевов. Этот эффект, возможно, будет иметь значение для упрощения процесса биодegradации отходов в будущих БТСЖО.

К сожалению, в большинстве исследований авторы ограничиваются оценкой действия импульсного освещения на параметры флуоресценции фотосистемы II листа растения или на интенсивность фотосинтеза интактного листа или биомассы водорослей. Однако данные показатели характеризуют лишь состояние фотосинтетического аппарата растений в конкретный момент времени и не позволяют оценить накопление и качество биомассы растений в процессе товарной вегетации (Olvera-Gonzalez et al., 2013; Kang et al., 2013; Jao, Fang, 2004). Тем не менее, опубликованные экспериментальные результаты позволяют включить длительность и период следования импульсов света в число существенных и подлежащих оптимизации параметров режима освещения растений.

5.3 Современные светодиодные светильники в космических оранжереях и наземных моделях искусственных экосистем

В настоящее время светодиодные светильники широко используются как в тепличном хозяйстве для досвечивания или выращивания растений при полностью искусственном облучении, так и в исследовательских вегетационных комплексах и космических оранжереях. Наиболее широко распространены светильники на основе узкополосных красно-синих СД, иногда с добавлением узкополосных СД в других частях спектра (Kim et al., 2004 (a, b), 2006), в последнее время для выращивания растений часто применяют белые СД, с добавлением узкополосных красных или синих СД или без такового (Dong et al.,

2014;Kang et al., 2013; Lin et al., 2013; Lu et al., 2012; Mitchell et.al., 2015; Kozai et.al., 2016).

Первая КО со светодиодным блоком освещения – Astroculture – была доставлена на МКС в 1992 году. СД-модуль этой оранжереи площадью 0,021 м² был выполнен на основе красных и синих СД и мог генерировать излучение с уровнем ППФ до 300 мкмоль/(м²·с) (Bula et al., 1994). Позже еще две американские оранжереи - ADVASC и PGU – с системами освещения на основе красных и синих СД, генерирующих излучение с ППФ до 400 мкмоль/(м²·с) и 110 мкмоль / (м²·с), соответственно, были испытаны на борту



Рис 9 Светодиодный модуль для космической оранжереи (Orbitesc)

МКС (Zhou et al., 2002; Zhou, 2005). В американской оранжерее Veggie, работавшей до недавнего времени на борту МКС, для освещения растений используются светодиодные светильники на основе красных, синих и зелёных светодиодов (рисунок 2) с регулируемой плотностью потока фотонов (ППФ). Красные светодиоды имеют пик на длине волны 640 нм и позволяют регулировать ППФ в диапазоне 0-300 мкмоль/(м²с), синие светодиоды – пик на 440 нм и ППФ от 0 до 50 мкмоль/(м²с), зелёные светодиоды – пик на 540 нм и ППФ от 0 до 30 мкмоль/(м²с)².

В российско-американской космической оранжерее Свет–2SG используется светильник на основе узкополосных красных, синих и зелёных светодиодов Monochromic Cree® XLamp® 7090 XR с пиками излучения 632 нм, 468 нм и 525 нм соответственно. Металлическая плата имеет размер 33*33*11 см

и содержит систему охлаждения и 36 ячеек, в каждой из которых расположены три светодиода (рисунок 3). Облучатель позволяет регулировать интенсивность излучения от 0 до 880 мкмоль/(м²с) для красных светодиодов, от 0 до 250 мкмоль/(м²с) для синих и от 0 до 110 мкмоль/(м²*с) для зелёных светодиодов на расстоянии 20 см светильника. При ППФ от 0 до 400 мкмоль/(м²с) можно варьировать спектральный состав света в

диапазоне от 0 до 100% красного света, от 0 до 50% синего света и от 0 до 20 % зелёного света (Pieva et al., 2010).

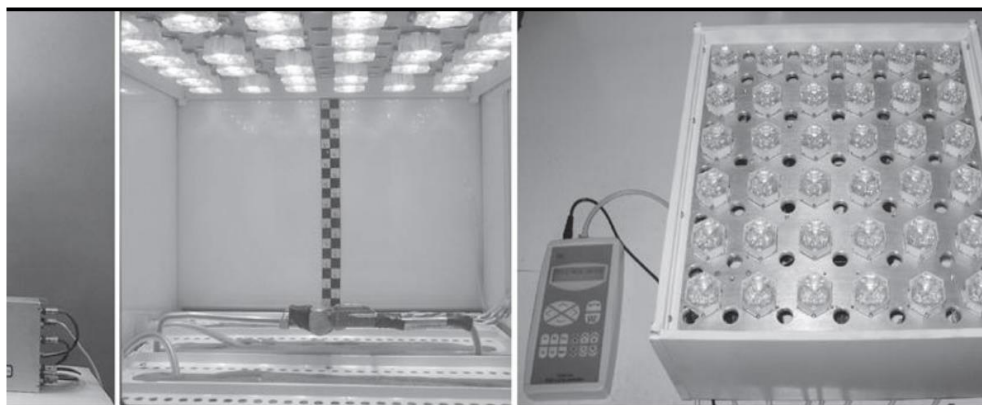


Рис 10 Светодиодный светильник оранжереи Свет – 2 SG (СД-плата и пульт управления) (Pieva et al., 2010)

В японской исследовательской оранжерее Plant Experiment Unit (PEU) (рисунок 4), эксперименты в которой были проведены на борту МКС в 2009 г. с растениями арабидопсиса, был установлен светильник на основе красных и синих светодиодов. Красный светодиод имел пик на длине волны 660 нм (LA-AS-30236, Iwasaki, Japan), синий светодиод имел пик на длине волны 470 нм (LA-AS-30257, Iwasaki, Japan), освещённость на уровне посадочной поверхности составляла 110 мкмоль/(м²*с), соотношение красного и синего спектров 3:1. Для получения фотографий внутри камеры с растениями вместо красно-синего светильника включали светильник на основе белых светодиодов с пиками в диапазоне 440 и 550 нм (NSSW100B, Тоа, Japan) (Yano et al., 2013).

Китайский экспериментальный комплекс Lunar Palace-1 оснащён светодиодными светильниками на основе белых и красных светодиодов (20% белого света и 80% красного света). ППФ на расстоянии 20 см от светильника

составляет 500 мкмоль/(м²с) (Dong et al., 2014; Dong et al., 2015a). Красный светодиод имеет пик излучения на длине волны 658 нм, белый светодиод излучает свет в диапазоне от 350 до 750 нм. Кроме того, проводятся исследования по воздействию на растения импульсного освещения в миллисекундном диапазоне (Dong et al., 2015b).

6 Выбор модельного растения

Род однолетних и многолетних трав и кустарников семейства Яснотковые. Представители рода - уроженцы тропических и тёплых умеренных областей Старого Света.



Рис 11 Базилик

7. Описание экспериментальной установки

Самодельный спектрометр AvaSpec, созданный Avantes B.V. из Нидерландов, предлагает новый уровень оптической спектроскопии с разрешением 0,025 нанометра в диапазоне 180-2500 нм.

AvaSpec для автоматизированной волоконной спектроскопии имеет размер и стоимость 100 по сравнению со сравнимым классическим спектрометром с использованием высокочувствительного матричного детектора для оптических измерительных модулей и уникальной микропроцессорной электронной платформы, которая характеризуется десятикратной более низкой эффективностью и надежностью.

Существуют две версии спектрометра AvaSpec, в зависимости от используемого интерфейса USB:

Спектрометр AvaSpec Основанная на USB1 платформа E-AS-161 представляет собой модульную систему оптоволоконного спектрометра, которая не требует более дешевой альтернативы для высоких скоростей передачи данных.

Основанный на платформе AvaSpec USB2 EAS-5216 на спектрометре, он предлагает широкий диапазон времени интеграции, более высокую скорость передачи и приема данных, а также возможность измерения в режиме триггера и одновременных измерений. Модульная спектрометрическая система AvantesModulny Принцип организованного волоконного спектрометра AvaSpec позволяет пользователям создавать различные измерительные системы в сочетании с различными источниками света, аксессуарами и датчиками волоконно-оптических Avantes. Этот тип измерительной системы является высоконадежным и дорогостоящим, чтобы расширить количество методов и методов построения различных конфигураций спектрометрических систем.

Важным преимуществом измерительных систем спектрометра AvaSpec является их универсальность, так как одна и та же система может использоваться различными способами путем изменения конфигурации спектрометрической системы (в качестве спектрометра, спектрофотометра, фотоколориметра, флуориметра, рефлектометра, Спектрофотометр концентратора).

Настройка спектрометра для результатов измерений и обработки автоматического режима, программного обеспечения AvaSoft, богатой библиотеки программного обеспечения позволяет решать многие в режиме реального времени исследования приложений.

Портативная автоматизированная спектроскопия Avantes BV, датчики запаса, источники света, приложения и компьютеры - это многоизмеряющая система, которая используется в качестве спектрофотометра, спектрофлуориметра, фотоколориметра, радиометра, фотометра, денситометра, рефлектометра, флуориметра, Турбидиметры, фотометры, спектрометрические и оксиметры Высокоэффективная аналитическая и лабораторная спектроскопия в естественных науках - более 50 000 применений в физике, биологии и

приложениях - неинвазивные существа Научно-исследовательская спектроскопия, Анализ мониторинга окружающей среды, Спектральный контроль качества сырья и готовой продукции в промышленных процессах.

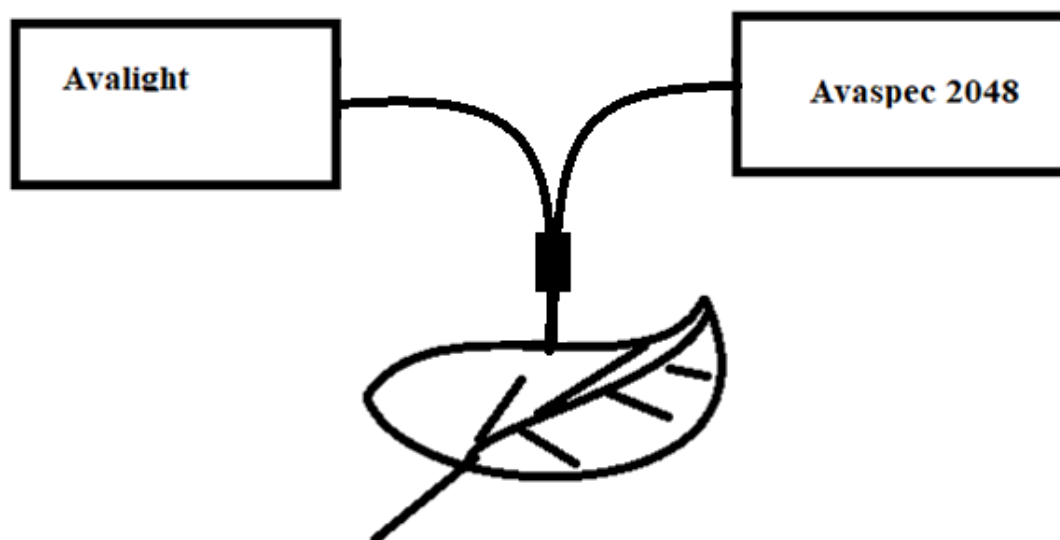


Рис 12 Схема устройства

7.1 фитотрон

Фитотрон можно назвать супер-совершенной теплицей. Это более или менее автоматизированное специальное устройство, в котором воссозданы особые микроклиматические условия для растущих растений. В современных фитотронах регулируется световой режим, подача воды с дозировкой раствора и (часто) температура.

Я лично должен был увидеть фитотрон в лаборатории университета в первый раз: он был отгорожен от остальной части комнаты стеной стеклянного блока, он не уступал размерам жилых помещений небольшой квартиры, полки для растений были расположены в нем на нескольких этажах. Но сегодня они производят и продают специальные крытые фитотроны, такие как «Тюльпа», сравнимые по размеру с санаторием, описанным выше.

Люминесцентные лампы в подобном фитотроне монтируются непосредственно в теплицу, высота их местоположения и продолжительность освещения регулируются по мере необходимости. В то же время нормальное напряжение в сети (220 В) достаточно для функционирования фитотрона.

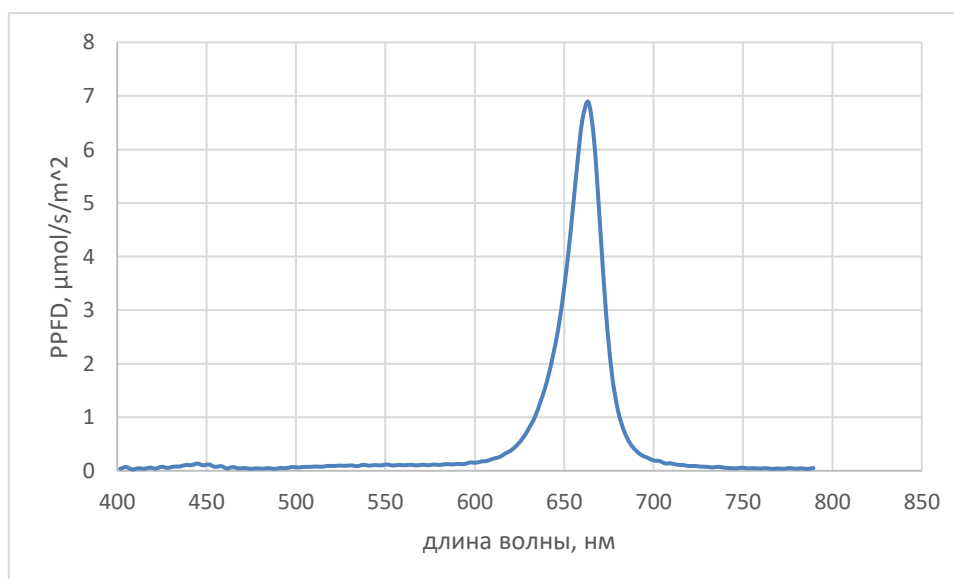
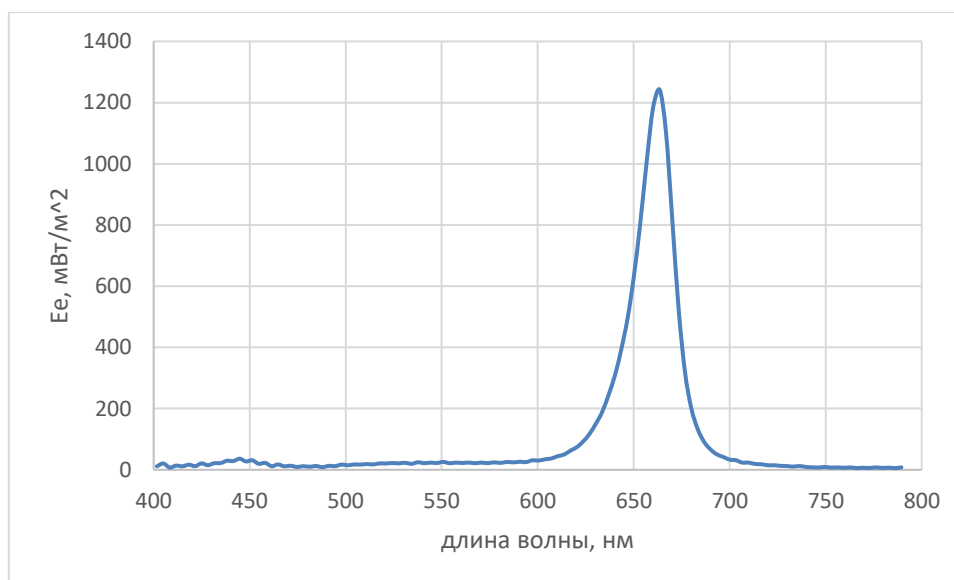
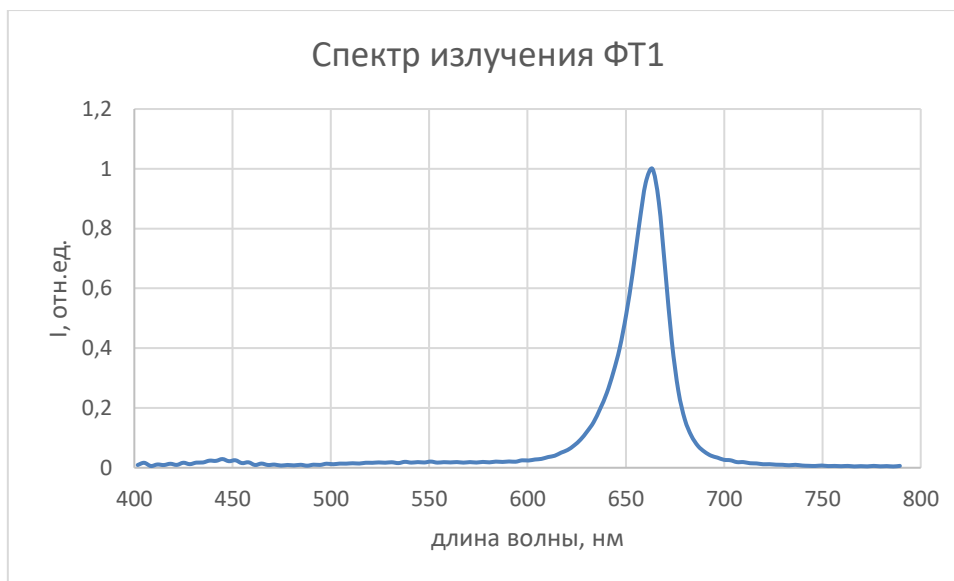
Используйте крытые фитотроны и выращивание рассады цветковых растений, они могут содержать геснерию, синегию, сенполию, кактусы, орхидеи, экзотические тропические цветы (не все спешат, конечно, и в зависимости от микроклимата, данного фитотрону) и многие другие требующих особых условий, которых трудно достичь в обычных комнатах.



Рис 13 фитотрон

8. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

а. Построили спектры излучения ФТ1



б. Построили спектры излучения ФТ2

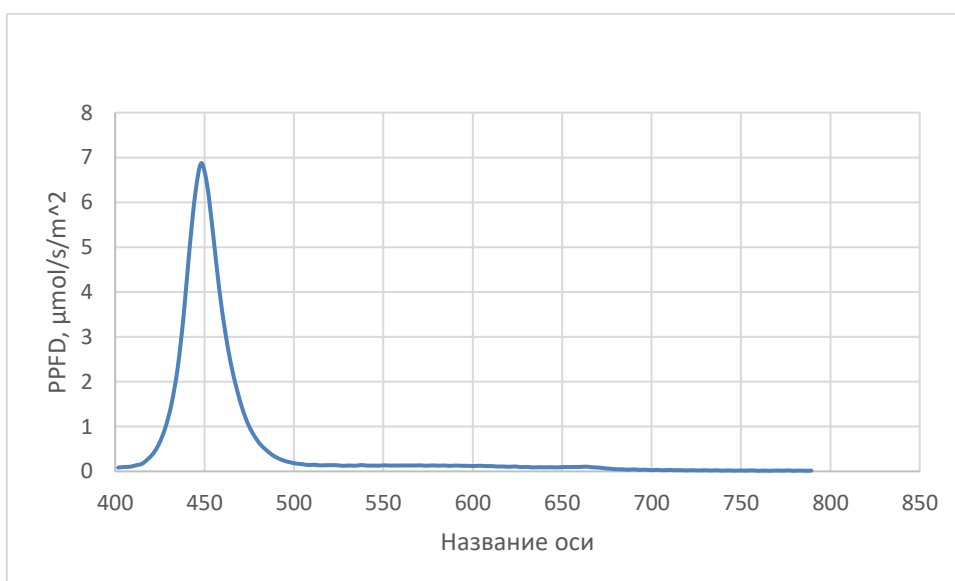
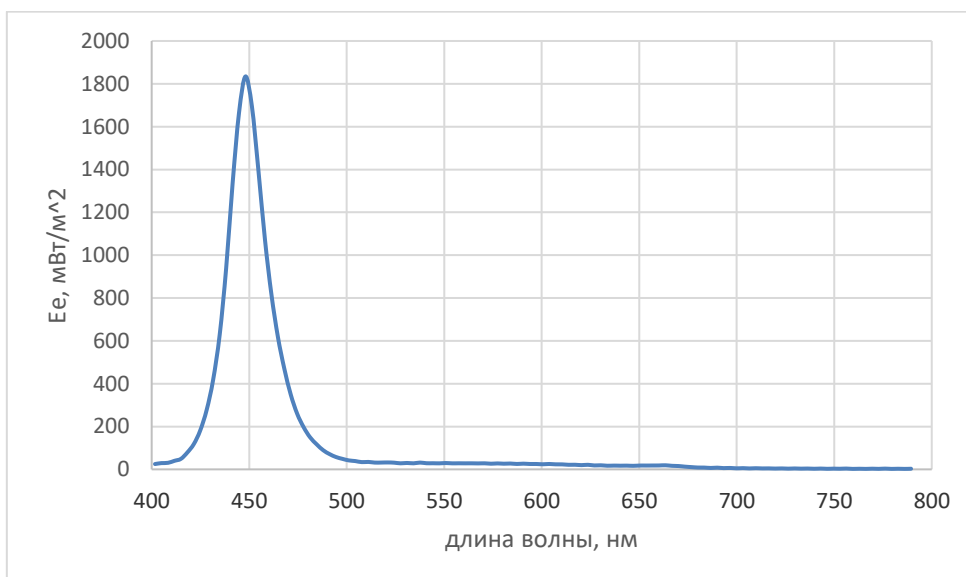
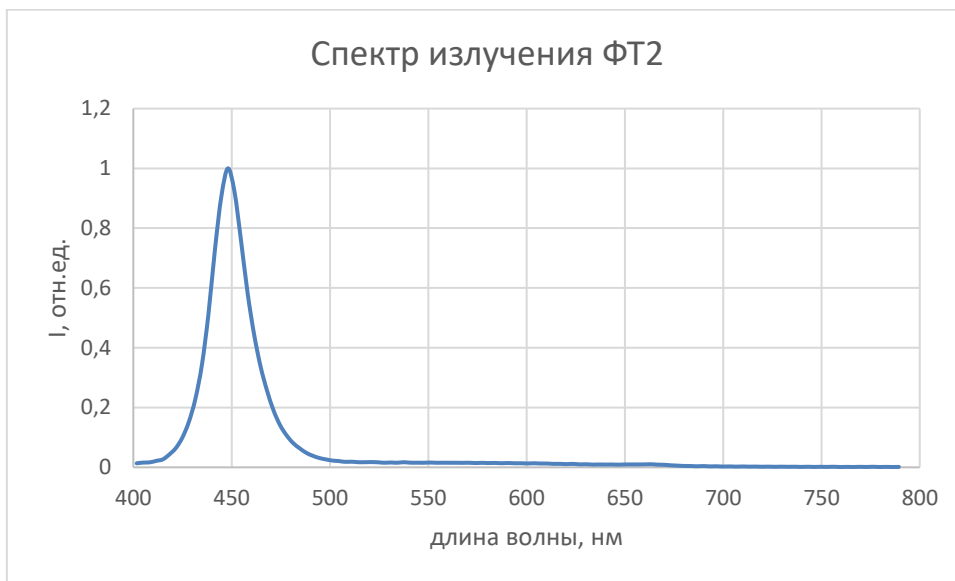


Таблица 3 ФТ1 и ФТ2 Данные

Максимальная облученность на длине волны						
E _{max}		ФТ1	1,24 Вт/м ²	ФТ2	1,83 Вт/м ²	
ФАР облученность (400...700) нм						
E _e (ФАР)		ФТ1	39 Вт/м ²	ФТ2	54,5 Вт/м ²	
PPFD (ФАР)		ФТ1	209,3 μmol/s/m ²	ФТ2	210,1 μmol/s/m ²	
Спектральная облученность/PPFD						
ФТ1						
PPFD (B)	(500..600) нм E(G)	PPFD (G)	(600..700) нм E(R)	PPFD (R)	(700..790) нм E(FR)	PPFD (R)
6,406 μmol/s/m ²	2,24 Вт/м ²	10,331 μmol/s/m ²	35 Вт/м ²	192,528 μmol/s/m ²	1,04 Вт/м ²	6,489 μmol/s/m ²
ФТ2						
(400..500) нм E(B)	PPFD (B)	(500..600) нм E(G)	PPFD (G)	(600..700) нм E(R)	PPFD (R)	PPFD (R)
50 Вт/м ²	188,153 μmol/s/m ²	2,92 Вт/м ²	13,327 μmol/s/m ²	1,61 Вт/м ²	8,575 μmol/s/m ²	1,91 μmol/s/m ²

8.1 Измерение длины и ширины завода

Таблица 4 ФТ1-Фитотрон (красный свет)

БАЗИЛИК ЗЕЛЕН			БАЗИЛИК СИНИЙ	
ФТ1	ДЛИНА	ШИРИНА	ДЛИНА	ШИРИНА
11.04	4.20ММ	5.40ММ	4.30ММ	5.30ММ
12.04	4.25ММ	5.42ММ	4.33ММ	5.32ММ
13.04	4.31ММ	5.70ММ	4.44ММ	5.46ММ

Таблица 5 ФТ2-Фитотрон (голубой свет)

БАЗИЛИК ЗЕЛЕН			БАЗИЛИК СИНИЙ	
ФТ2	ДЛИНА	ШИРИНА	ДЛИНА	ШИРИНА
11.04	4.00ММ	4.60ММ	4.20ММ	4.80ММ
12.04	4.10ММ	4.65ММ	4.22ММ	4.83ММ
13.04	4.17ММ	4.82ММ	4.41ММ	4.92ММ

Из таблицы видно, что и зеленый, и синий базилик лучше развивается в условиях ФТ1. Так, длина листа зеленого базилика, выращенного в условиях ФТ1 на 4% больше длины листа зеленого базилика, выращенного в условиях ФТ2.

8.2 Отражение света в растениях ФТ1 и ФТ2

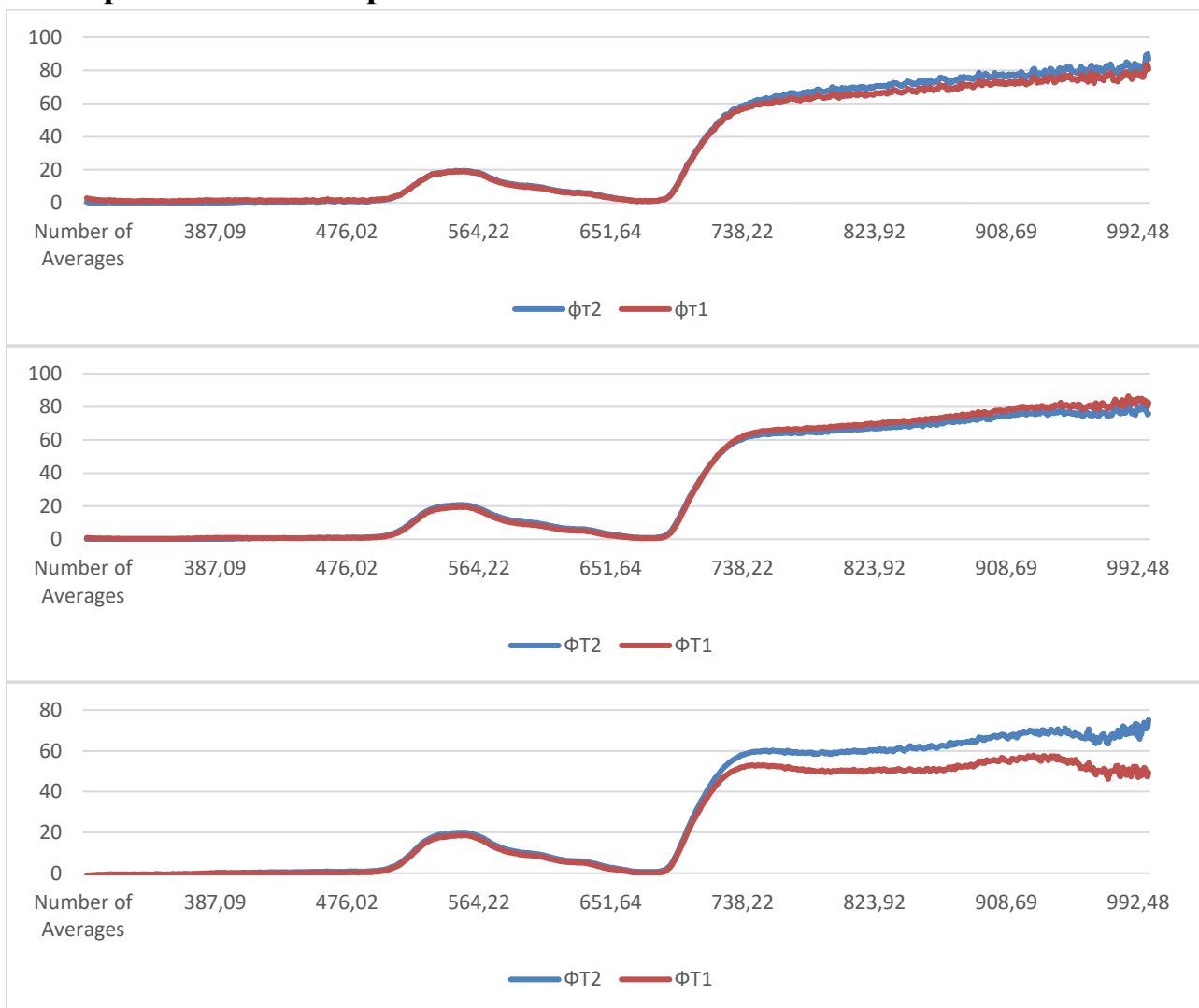


Рис 12 Зеленый базилик отражение света в растениях ФТ1 и ФТ2 измеренное на разных стадиях вегетации

На рисунке показано трехволновое световое отражение зеленых листьев базилика. Можно видеть, что отражение света ФТ2 выше, чем отражение ФТ1.

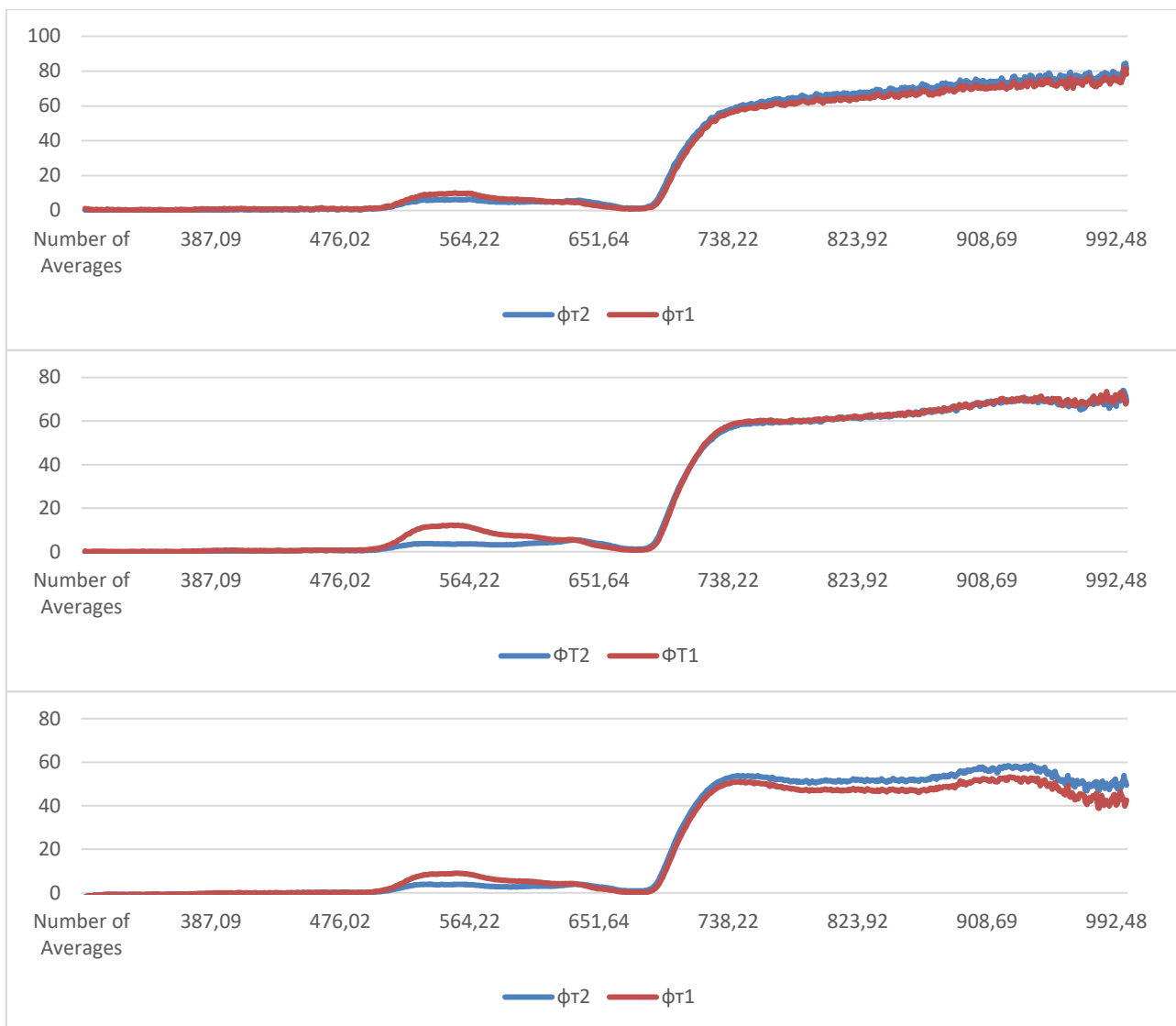


Рис 13 Синий базилик отражение света в растениях ФТ1 и ФТ2 измеренное на разных стадиях вегетации

На рисунке показано трехволновое световое отражение зеленых листьев базилика. Можно видеть, что отражение света ФТ2 выше, чем отражение ФТ1.

Таблица 1

Название растений	Изменение коэф. отр., %	Длина волны, нм					
		440		600		800	
		ФТ1	ФТ2	ФТ1	ФТ2	ФТ1	ФТ2
Базилик зеленый		4%	-	5%	1%	25%	10%
Базилик синий		6%	3%	5%	2%	20%	13%

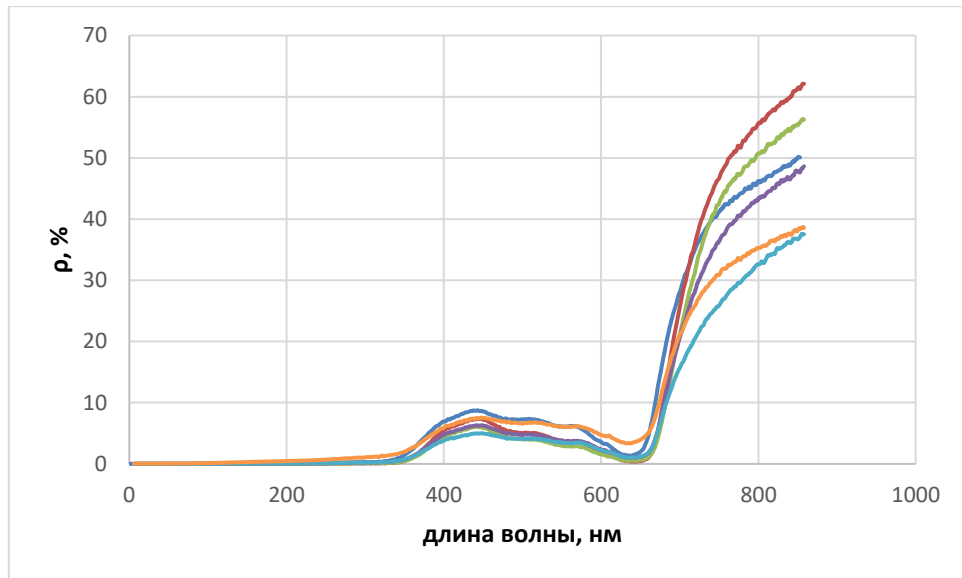


Рис 14 зависимость коэффициента отражения листьев зеленого базилика в ФТ1 для разных экспериментальных образцов

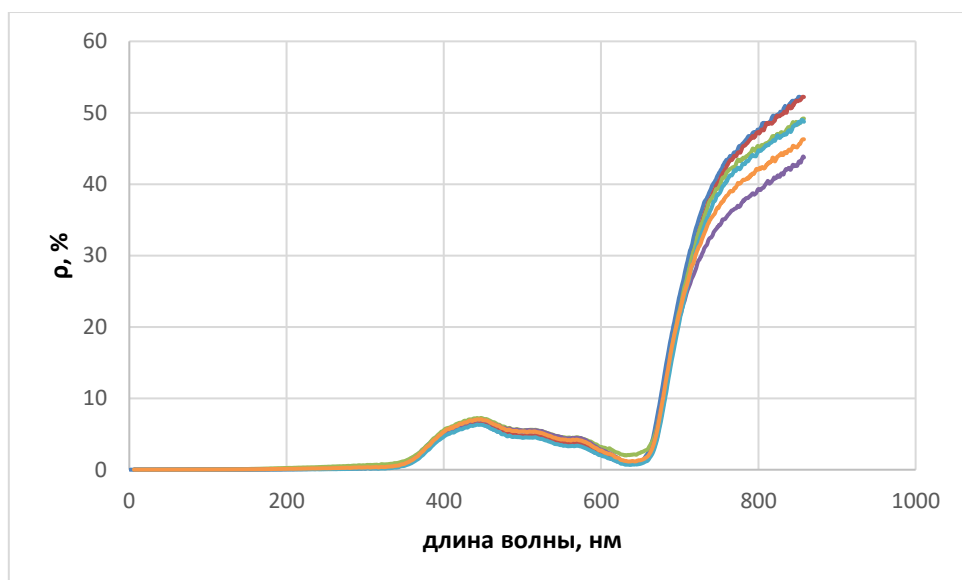


Рис 15 зависимость коэффициента отражения листьев зеленого базилика в ФТ2 для разных экспериментальных образцов



Рис 16 зависимость усредненного коэффициента отражения листьев базилика для ФТ1 и ФТ2

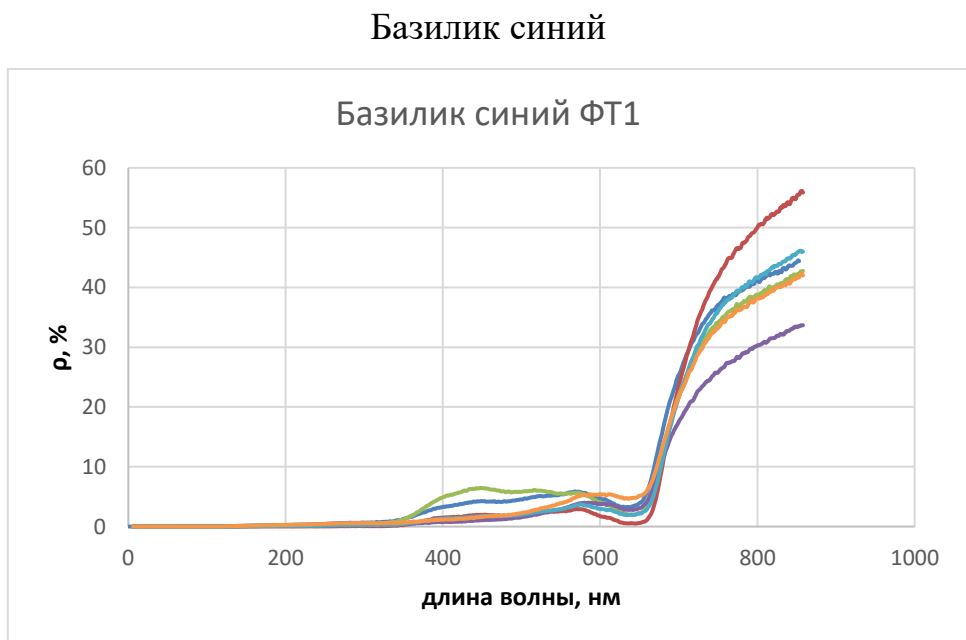


Рис 17 зависимость коэффициента отражения листьев зеленого базилика в ФТ1 для разных экспериментальных образцов

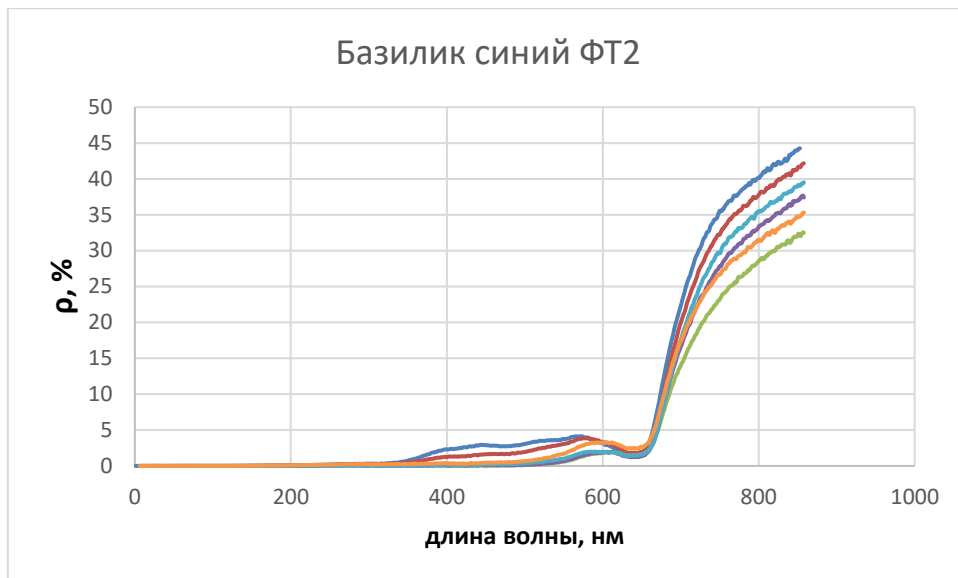


Рис 18 зависимость коэффициента отражения листьев зеленого базилика в ФТ2 для разных экспериментальных образцов

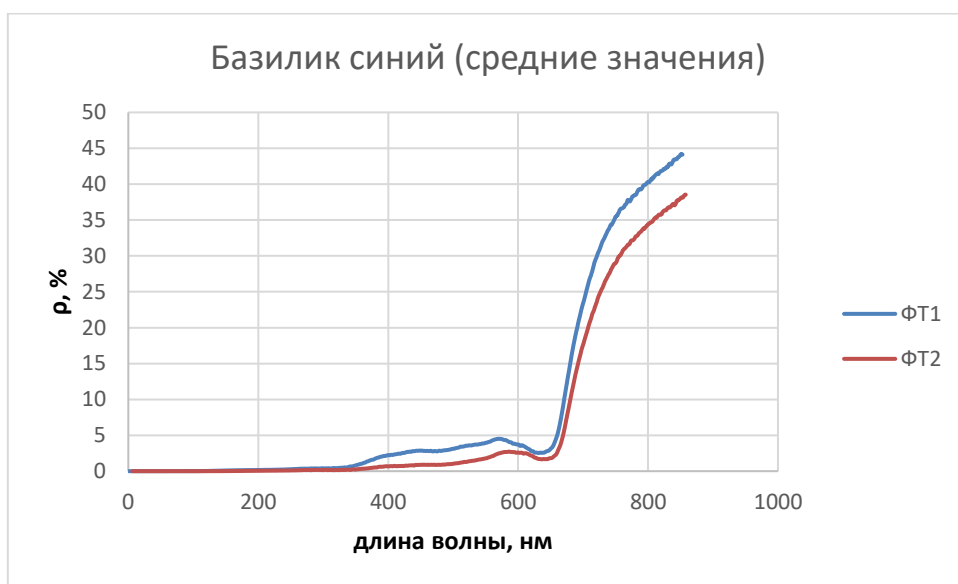


Рис 19 зависимость усредненного коэффициента отражения листьев базилика для ФТ1 и ФТ2

9. Вывод:

В ходе проделанной работы была рассмотрена информация о выращиваемых культурах (базилик синий, базилик зеленый). Рассмотрен принцип работы установки «Фитотрон». Изучены технические характеристики люксметра ТКА Люкс и спектрофотометра Avaspec 2048L.

Построены спектры излучения ФТ1 и ФТ2. Для ФТ1 максимум интенсивности приходится на ~ 660 нм, что соответствует красной области спектра, для ФТ2 ~ 450 нм – синяя область спектра.

Также были измерены размеры листьев различных растений, выращенных в одинаковых климатических условиях при разном спектральном облучении. Это позволяет предположить, что освещение разного спектрального состава по-разному влияет на растения. Были проанализированы 2 культуры: базилик синий и базилик зеленый.

Листья базилика, выращенные в ФТ1 и ФТ2 отличаются друг от друга по внешнему виду. ФТ2 – листья имеют насыщенную фиолетовую окраску, ФТ1 – листья приобретают зелено-фиолетовые оттенки. По длине, размеры листьев базилика (ФТ1) превосходят листья (ФТ2) на 1,7 мм. В тоже время по ширине они равны. Различный спектральный состав излучения влияет на внешний вид растения (окраска листа) и слабо влияет на его размеры.

Для листьев базилика зеленого, также характерны различия по длине, которые составляют 1,8 мм (большие размеры имеют листья базилика, помещенного в ФТ1), ширина листьев одинаковая.

Были построены спектры отражения данных растений. Полученные зависимости были проанализированы на трех длинах волн: 440, 600 и 800 нм. Результаты приведены в таблице 4. Видно, что с увеличением длины волны разница между крайними значениями коэффициентов отражения увеличивается. Из графиков, построенных для средних значений коэффициентов отражений видно, что для базилика зеленого спектр излучения не влияет на оптические

параметры. Для базилика синего коэффициент отражения выше для растения, помещенного в ФТ1.

Таким образом можно сделать вывод о возможности связи спектров отражения листьев растений с его физио-биологическим состоянием. Но для получения достоверных данных необходимо проведение дополнительных исследований.

10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной работе рассмотрен анализ технологической подготовки производства детали типа «Корпус».

Для инженерной разработки очень важным параметром является её коммерческая ценность, которая объединяет в себя множество факторов и позволяет инвесторам оценить перспективность разработки, не углубляясь в её суть. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуются для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научных исследований;
- определить возможные альтернативы проведению научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- спланировать научно-исследовательскую работу.

10.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

10.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию стоимости, так как необходимо обеспечить конкурентоспособность между производством детали «Корпус», так как деталь является новым продуктом, то сегментирование рынка произведем относительно всех разработок.

Выделяются следующие сегменты рынка:

- по разработке, проектированию и производству;
- по серийности производства;
- по экономичности получения детали.

Исходя из сегмента рынка, будет произведено сегментирование коммерческих организаций по отраслям. Сегментирование приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Карта сегментирования рынка

	Другие схожие производства	Заготовка из круглого прутка	Заготовка из отливки
Проектирование и производство			
Серийность производства			
Экономичность			
Фирма А		Фирма Б	

Результаты сегментирования:

- Основными сегментами рынка являются все виды деятельности для других схожих устройств.
- Наиболее сильно предприятие должно быть ориентировано на создание достойной конкуренции в сфере других схожих устройств
- Наиболее привлекательными сегментами рынка являются отрасли, связанные с проектированием и производством, серийностью производства и экономичностью получения детали.

10.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность			
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}	
Технические критерии оценки ресурсоэффективности								
1. Эксплуатационные характеристики	0,11	4	3	2	0,44	0,33	0,22	
2. Срок службы	0,1	3	4	2	0,3	0,4	0,2	
3. Ремонтпригодность	0,07	2	2	4	0,14	0,14	0,28	
4. Удобство в эксплуатации	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4	
5. Надежность	0,09	4	3	2	0,36	0,27	0,18	
6. Простота изготовления	0,09	2	3	4	0,18	0,27	0,36	
Экономические критерии оценки эффективности								
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	4	3	2	0,12	0,09	0,06	
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	2	3	3	0,16	0,24	0,24	
3. Цена	0,09	4	3	4	0,36	0,27	0,36	

4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
5. Обслуживание	0,03	4	5	4	0,12	0,15	0,12
6. Финансирование	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
Итого	1	40	38	37	3,32	3,09	3,05

- B_{ϕ} - применение индикатора блокировки линий;
- $B_{к1}$ - применение разрывной мембраны;
- $B_{к2}$ - применение другого схожего устройства.

Анализ конкурентных решений показал, что целесообразно использовать индикатор блокировки линий, так как он обладает рядом преимуществ по отношению к другим. Наивысший вклад вносят такие характеристики как: эксплуатационные характеристики, надежность, конкурентоспособность продукта.

10.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

В первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Квалифицированный персонал; С2. Высокий срок эксплуатации; С3. Надежность данной детали по сравнению с другими; С4. Высокое качество продукции;	Сл1 Разлом детали в процессе монтажа; Сл2. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов; Сл3. Возможные ошибки в расчетной части.

	C5.Наличие финансирования компании.	
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ; В2. Появление дополнительного спроса на данный продукт В3. Повышение стоимости конкурентных исследований; В4. Развитие технологий в данной отрасли		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данную деталь; У2. Появление новых конкурентных разработок технологического процесса; У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 4, таблице 5, таблице 6, таблице 7.

Таблица 4 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	0	+	+
	B2	0	-	0	0	-
	B3	-	-	-	0	0
	B4	+	+	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: В1С1С4С5, В4С1С2С4.

Таблица 5 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	-	-	-
	В2	-	0	-
	В3	0	0	-
	В4	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: В4Сл2Сл3.

Таблица 6 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	-	-
	У2	-	0	+	+	-
	У3	-	-	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2С3С4.

Таблица 7 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-
	У2	-	0	+
	У3	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2Сл3.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 8).

Таблица 8 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Квалифицированный персонал.;	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1 Разлом детали в процессе монтажа;
--	---	---

	<p>C2. Высокий срок эксплуатации;</p> <p>C3. Надежность данной детали по сравнению с другими;</p> <p>C4. Высокое качество продукции;</p> <p>C5. Наличие финансирования компании.</p>	<p>Сл2. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов;</p> <p>Сл3. Возможные ошибки в расчетной части.</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>V2. Появление дополнительного спроса на данный продукт</p> <p>V3. Повышение стоимости конкурентных исследований;</p> <p>V4. Развитие технологий в данной отрасли</p>	<p>V1C1C4C5</p> <p>На базе инфраструктуры ТПУ и наличие финансирования компании является возможным для создания детали.</p> <p>V4C1C2C4</p> <p>С развитием технологий в данной отрасли, повышением квалификации персонала возможно создание качественной продукции с высоким сроком службы.</p>	<p>V4Сл2Сл3</p> <p>С созданием новых технологий появится возможность избежать ошибки в расчетной части и появится возможность проверить результаты исследования.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную деталь;</p> <p>У2. Появление новых конкурентных разработок;</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>У2С3С4</p> <p>С появлением новых разработок появится угроза уменьшения срока службы и качества продукции.</p>	<p>У1Сл3</p> <p>Возможно отсутствие спроса при наличии ошибок в расчетной части.</p>

10.2 Планирование научно-исследовательских работ

10.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания, выбор направления исследований	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель
	3	Проведение патентных исследований	Исполнитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, исполнитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исполнитель
	6	Построение модели распределителя и проведение исследования	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель проекта, исполнитель

Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта, исполнитель
---	---	-----------------------------------	-----------------------------------

10.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (22)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (23)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

10.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (24)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (25)$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 53$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 53 - 14} = 1,22$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , Чел-дни	t_{max} , Чел-дни	$t_{\text{ож}}$, Чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	4	2,2	Руководитель проекта	2	3
Подбор и изучение	10	14	11,6	Исполнитель	12	15

материалов по теме						
Проведение патентных исследований	4	6	4,8	Исполнитель	5	61
Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	Руководитель проекта, исполнитель	1	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	13	9,4	Исполнитель	10	13
Оформление чертежей	11	22	15,4	Исполнитель	15	19
Оценка результатов исследования	5	7	5,8	Руководитель проекта, исполнитель	3	4
Составление пояснительной записки	7	14	9,8	Руководитель проекта, исполнитель	5	6

На основе таблицы 8 строим план график, представленный в таблице 9.

Таблица 9 - Календарный план график проведения НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал. дни	Продолжительность выполнения работ											
				Фев.		Март			Апрель			Май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Руков.	3	■											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Испол.	18		▬										
3	Проведение патентных исследований	Испол.	8				□								

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расч i} = 804 \text{ руб.} \quad (26)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расч i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 10 – Прочие затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, (Z_M), руб.
Ручка	Шт.	4	40	192

Бумага	Шт.	150	3	540
Карандаш	Шт.	3	20	72
Итого:				804

Затраты на электроэнергию: тариф на энергию для юридических лиц составляет 5,8 руб. кВт*ч. Ежемесячный расход электроэнергии составлял 120 кВт. Период выполнения равен 3,5 месяца. Итого за период выполнения работы, затраты на электроэнергию составили 2088 руб.

Затраты на интернет: стоимость ежемесячного тарифа составляет 360 руб. Итого за период выполнения работы, затраты на интернет составили 1080 руб.

10.3.6 Основная заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, а также рабочих опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется на основе трудоемкости выполняемых работ и действующей системы тарифных ставок и окладов. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

Таблица 11 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Зарплата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу(окладу), тыс. руб.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	2,2	1326	2917
2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	11,6	583	6762
3	Проведение патентных исследований	Исполнитель	4,8	583	2798

4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, исполнитель	1,8	1909	3436
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исполнитель	9,4	583	5480
6	Построение модели индикатора и проведение исследования	Исполнитель	15,4	583	8978
7	Оценка результатов исследования	Руководитель проекта, исполнитель	5,8	1909	11072
8	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта, исполнитель	9,8	1909	18708
Итого:					60151

Настоящая статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (27)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (28)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{68976 \cdot 10,4}{224} = 3202 \text{ руб}, \quad (29)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Таблица 12 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель проекта	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные	53	53
- праздничные	26	26
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	72
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	224	200

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 33162 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 68976 \text{ руб.} \quad (30)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Z_{tc});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата Z_{tc} находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

Таблица 13 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_{tc} , тыс. руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , тыс. руб.	$Z_{дн}$, тыс. руб.	T_r , раб. дн.	$Z_{осн}$, тыс. руб.
Руководитель проекта	33162	0,3	0,3	1,3	68976	3202	11	35222

Исполнитель	14584	0,3	0,3	1,3	30334	1408	51	71808
Итого:								107030

10.3.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 35222 = 4226 \text{ руб}; \quad (31)$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 71808 = 8616 \text{ руб},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

10.3.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,271 \cdot (35222 + 4226) = 10690 \text{ руб},$$

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,271 \cdot (71808 + 8616) = 21794 \text{ руб},$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
	Исп. 1	
Руководитель проекта	35222	4226
Исполнитель	71808	8616

Коэффициент отчислений внебюджетные фонды	во	0,271
Итого		
Исполнение 1		32484

10.3.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 15 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	107030	Пункт 4.2.5
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12842	Пункт 4.2.6
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32484	Пункт 4.2.7
4. Прочие затраты	804	Пункт 4.2.5
5. Затраты на электроэнергию и интернет	3168	Пункт 4.2.5
6. Затраты на оформление патента	1602	Пункт 4.2.9
8. Бюджет затрат НИИ	159532	Сумма ст. 1-5

10.3 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{192930}{192930} = 1, \quad (33)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (34)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 20 – Критерии ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Индикатор блокировки линий	Заготовка из круглого прутка	Другая заготовка
1.Безопасность	0,15	5	3	4
2.Экономичность производства	0,15	5	4	2
3.Срок службы	0,1	4	5	3
4. Простота монтажа	0,20	3	2	4
5. Надежность	0,25	4	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	2	4
ИТОГО	1	4,1	2,85	3,35

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использовании технического проекта. Таким образом

применение индикатора блокировки линий остается эффективным и сохраняет конкурентоспособность.

В ходе выполнения данной части выпускной квалификационной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ, планирование, которое ограничило выполнение работы в 116 дней. Также был посчитан бюджет НИИ равный 192930 руб, основная часть которого приходится на зарплаты сотрудников.

10.4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В ходе работы разрабатывали ТП детали матрицедержатель. Матрицедержатель - деталь штампа для центрирования и крепления матрицы штампа. Объем выпуска продукции 1000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель», ЗАО НПФ «Микран».

1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
3. Помехоустойчивость	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	3	0,05	0,03	0,03
5. Надежность	0,2	5	2	4	1	0,4	0,6
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	2	4	0,4	0,2	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	4	2	5	0,04	0,02	0,05
10. Простота эксплуатации	0,1	4	1	3	0,4	0,1	0,3

11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	2	2	1	0,2	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
3. Цена	0,01	2	1	2	0,02	0,01	0,02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	3	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,05	3	3	1	0,15	0,15	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,01	1	1	1	0,01	0,01	0,01
7. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
8. Наличие сертификации разработки	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
Итого	1	55	37	41	3,93	2,3	2,73

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 55 \cdot 3,93 = 216,15$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 37 \cdot 2,3 = 85,1$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 41 \cdot 2,73 = 111,93$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессах, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как

предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,01	50	100	0,5	0,005
2. Помехоустойчивость	0,02	20	100	0,2	0,004
3. Надежность	0,2	90	100	0,9	0,18
4. Унифицированность	0,1	80	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
6. Уровень шума	0,01	10	100	0,1	0,001
7. Безопасность	0,1	60	100	0,6	0,06
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0,1	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	40	100	0,4	0,004

10. Простота эксплуатации	0,1	40	100	0,4	0,004
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,1	0
12. Ремонтопригодность	0,05	50	100	0,5	0,025
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
15. Перспективность рынка	0,01	20	100	0,2	0,002
16. Цена	0,1	30	100	0,3	0,03
17. Послепродажное обслуживание	0,05	30	100	0,3	0,015
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	1	100	0,1	0,001
19. Срок выхода на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
20. Финансовая эффективность научной разработки	0,02	70	100	0,7	0,014
Итого	1	803		8,3	0,6

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 803 \cdot 0,6 = 480$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 480, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

11. Swot-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 3

Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта</p> <p>С5. Актуальность проекта</p> <p>С6 Использование УП</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
<p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований</p>	<p>- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

сертификации программы.		
-------------------------	--	--

Таблица 4

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	-	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C2C3C4C5C6, B2C1C2C3C4C5C6.

Таблица 5

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта			Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-	-
	B2	+	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл3.

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	-	-	+	+	+
	У2	+	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1C4C5C6, У2C1C6.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	+	+
	У2	-	+	-

2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Ранее были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 8

Морфологическая матрица для детали матрицедержатель

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	10	30	50	>60
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

A1B4B3;

Первый вариант показывает, что результаты будут представлены в виде графиков, что позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется более 60 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно строят граф-дерево.

A4B3B1;

Во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 50 минут.

A2B3B4;

Формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 50 мин.

A3B1B2.

В настоящее время большой популярностью пользуются CAD-CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, в следствии чего программа выдала результаты анализа.

3. Планирование научно-исследовательских работ

3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: - определение структуры работ в рамках научного исследования; - определение участников каждой работы; - установление продолжительности работ; - построение графика проведения научных исследований.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 9

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t min	t max	t _{ож}	T _р
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	1	2	1	0,5
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	10	7	3,5
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	14	21	12,4	12,4
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	6	3,6	1,8
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	3	1,8	1,8
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
Теоретические и экспериментальные исследования	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8

	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	10	7	7
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	14	9,8	9,8
<i>Проведение ОКР</i>							
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	5	10	7	3,5
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	3	6	4,2	2,1
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7
	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	6	3,6	3,6
Оформление отчета, но НИР (комплекта	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-	Студент-дипломник	3	6	4,2	4,2

документации по ОКР)		технической документации)					
	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	5	7	5,8	5,8

3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1оя используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{р\ i}$, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес заработной платы в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{р\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{q_i},$$

где $T_{р\ i}$ – продолжительность одной работы, раб. ди.;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.:

Ч *i* – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты смотреть в таблице.

3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Таблица 10

Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	<i>toжi</i>	Февраль				Март				Апрель				Май				Июнь			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	1	■	■																		
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	7			■	■	■	■														
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	12,4					■	■	■	■												
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3,6							■	■	■	■										
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1,8											■	■								
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	9,8											■	■	■	■						
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	9,8															■	■				
8	Сопоставление результатов экспериментов с	Руководитель, Студент-дипломник	9,8																			■	■

				руб.
Бумага	шт	1000	0,5	500
Итого	500			

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	JET MCS-275 (400В)	1	85000	85000
2	Координатно-расточной станок 24К40СФ4 с ЧПУ	1	2400000	2400000
3	РС580Т/4000	1	1445000	1445000
4	6М12П	1	1317000	1317000
Итого:				5 247 000 руб.

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8); $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d

– действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$); k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска). Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	36800	0,3	0,2	1,3	71760	2962	38	112537,9
Студент	9893	0,3	0,2	1,3	19291	796	106,6	84853,6
Итого $Z_{осн}$								197391,5

3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{ОСН}} + Z_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	112537,9	22507,58
Студент	84853,6	16970,72
Итого		39478,3

3.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб за 1 кВт/час.

Таблица 16

Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатац ии, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер	1	1700	5270
Итого				5270

3.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 17.

Таблица 17

Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	500	Пункт 3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	197391,5	Пункт 3.4.3
3. Отчисления во внебюджетные фонды	39478,3	Пункт 3.4.4
4. Накладные расходы	5270	Пункт Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	208885,8535	Сумма ст.1-4

4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения

научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{208885,8535}{230000} = 0,908$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4
3. Помехоустойчивость	0,1	2
4. Энергосбережение	0,20	5

5. Надежность	0,25	5
6. Материалоемкость	0,2	5
Итого	1	4,55

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,55$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,55}{0,908} = 5$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{5}{5,3} = 0,94$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,908
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,94

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Произвели анализ конкурентных технических решений. Составили таблицу «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений». Выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна. Составили матрицу SWOT, описали сильные и слабые стороны разработки. Представили четыре варианта решения технической задачи. Определили возможные альтернативы проведения научных исследований. В таблице «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» оговорили основные этапы и указали содержание работ на каждом этапе.

Определили трудоемкость выполнения работ. Разработали график проведения научного исследования, в котором показали трудоемкость работ исполнителей, на основе которой построили календарный план-график. Рассчитали материальные затраты НТИ, рассчитали затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Далее произвели расчет основной заработной платы, составили таблицу «Баланс рабочего времени», также рассчитали сумму, которую необходимо перечислять во внебюджетные фонды. Учитывая процент выплат – 20%, выплата составит 39478,3 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 208885,8535 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

12. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Социальная ответственность - ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

В ходе данной работы исследовано Применение осветительных приборов с регулируемой цветовой температурой в проектировании офисного освещения с помощью программы DiaLux. Работа выполнялась в лаборатории кафедры лазерной и световой техники. Вся работа выполнялась с использованием ЭВМ. Рабочей зоной была лаборатория с параметрами: площадь 70м²., температура в помещении 20 °С, влажность воздуха 42 %. Так как работа осуществлялась в различных пунктах рабочей зоны, то постоянным рабочим местом является вся рабочая зона (ГОСТ 12.1.005 – 88).

12.1 Техногенная безопасность

12.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды

При проведении работ на установке возможно воздействие вредных факторов таких, как:

Производственный шум.

Микроклимат.

Освещенность.

12.1.1.1 Производственный шум

Шум является важным фактором, влияющим на организм человека и на качество выполняемой им работы. В соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [1] уровень шума на рабочем месте, оборудованном персональным компьютером, не должен превышать 50 дБ. Уровень шума системы охлаждения используемого персонального компьютера в целом соответствует нормам и составляет 30 дБ. В то же время уровень шума используемых в устройстве коллекторных двигателей постоянного тока достигает до 60 дБ, что не соответствует нормам.

Высокочастотные звуки ежедневно отрицательно действуют на здоровье человека и бытовые приборы. Мало кому известно, как шум влияет на наш организм и что такое отношение сигнал/шум. Одни спокойно относятся к шуму, а у других он вызывает недовольство. Огромную роль играет характер высокочастотных звуков и их периодичность.

Шум отрицательно влияет на абсолютно любой живой организм. Вследствие взаимодействия с ним у человека могут развиваться заболевания сердечно-сосудистой и нервной системы. Когда слуховой аппарат воспринимает высокочастотный звук, у человека изменяется пульс, давление и ухудшается кровообращение.

Ученые доказали, что человек, который находится под постоянным воздействием шума, имеет риск столкнуться с заболеваниями ушной раковины.

12.1.1.2 Микроклимат

Метеорологические условия на производстве или микроклимат определяют следующие параметры: температура воздуха в помещении, С°, относительная влажность воздуха, %, скорость движения воздуха, м/с. Эти параметры отдельно и в комплексе влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

В холодный период года метеорологические условия в лаборатории, следующие:

- температура воздуха +19-21°С,
- относительная влажность воздуха не более 60%
- скорость движения воздуха не более 0,1 м/с.

В теплый период года условия в лаборатории, следующие:

- температура воздуха +21-24°С,
- относительная влажность воздуха не более 55%
- скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

При определении оптимальных показателей микроклимата, температура внутренних поверхностей конструкций, ограждающих рабочую зону (стен, потолка, пола и т.д.), а также температура наружных поверхностей технологического оборудования или охлаждающих его устройств не должны выходить более чем на 2°С за пределы оптимальных величин температуры воздуха. В холодный период года — 21-22°С, в теплый период — 22-24°С при категории работ - легкой. Относительная влажность не должна превышать 40-60%, как в теплый, так и холодный период года.

Скорость движения воздуха должна быть не более 0,2 м/с в теплый период и 0,1 м/с в холодный период года. Из приведенных данных видно, что микроклимат в помещении находится в пределах допустимых значений.

Вредные вещества в процессе выполнения НИР выделяются в малом количестве и могут удалиться местной вентиляцией (вентиляционная камера).

В лаборатории предусмотрена естественная вентиляция воздуха.

Применение принудительной вентиляции ограничено, т.к. возрастает вероятность засорения оптической части установок пылью, которая неизбежно будет возникать в процессе работы вентиляции.

12.1.1.3 Освещенность

Освещенность играет очень важную роль в повышении работоспособности и сохранении здоровья человека. Согласно нормам, СНиП 23-05- 95 для помещений со зрительной работой, которая характеризуется длительной концентрацией внимания, на рабочей поверхности требуется освещенность не менее 300 лк (согласно СНиП 23 -05 — 95).

Учебная лаборатория размещена в подвальном помещении, поэтому естественное освещение отсутствует, что предъявляет повышенные требования к искусственному освещению. Так как работы проводятся на всей площади лаборатории, то для расчетов используется режим общего равномерного освещения. Освещение рассчитаем методом коэффициента использования.

Лаборатория имеет следующие параметры: длина $A = 10$ м, ширина $B = 8$ м, высота $H = 2,5$ м, высота рабочей поверхности $h_p = 0,8$ м. Площадь помещения: $S = 10 \cdot 8 = 80$ м². В лаборатории проводятся работы средней точности (минимальная величина различия объекта составляет 0,5-1мм). используемые светильники относятся к 16 группе с лампами серии ЛД-40. Коэффициенты отражения: потолка $p_n = 70\%$, стен $p_c = 50\%$ и расчетной поверхности $p_p = 10\%$. Коэффициент запаса $k = 1,5$.

$$h = H - h_p$$

$$h = 2,5 - 0,8 = 1,7 \text{ м}$$

$i = A \cdot B / h \cdot (A + B)$ — индекс помещения.

$$i = 2,6.$$

Коэффициент использования помещения $\eta = 0,52$.

Освещенность в помещении находится по формуле:

$$E = \Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{л}} \cdot \eta / (kSz),$$

Где $\Phi_{\text{л}}$ — световой поток лампы, равный 2500 лм; N — число светильников, равное 16 шт.; p — число ламп в светильнике, равное 2 шт. z — коэффициент неравномерности; равный 1,15.

$E = 301,4$ лк, что соответствует нормам.

При выполнении точных работ производится локальное освещение.

12.1.2 Анализ опасных факторов производственной среды

При выполнении работы возможно воздействие следующих опасных производственных факторов:

Электрическое напряжение.

Пожаровзрывоопасность.

12.1.2.1 Электробезопасность

Неисправность проводки установки может стать причиной поражения электрическим током. Прохождение тока может вызывать у человека раздражение и повреждение различных органов. Пороговый не отпускающий ток составляет 50 Гц (6-16мА). Защита от воздействия электрического тока осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Согласно «ПУЭ-7 Правила устройства электроустановок 2009 г.» электробезопасность должна обеспечиваться конструкцией электроустановок, техническими способами и средствами защиты. Электроустановки и их части выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Согласно «ПУЭ-7 Правила устройства электроустановок 2009 г.» помещения разделяются на три класса опасности. Используемое помещение относится к классу с повышенной опасностью. Граничные значения напряжений, при повышении которых требуется выполнение защиты от косвенного прикосновения для помещений с повышенной опасностью составляет >25 В переменного тока и >60 В постоянного тока.

Для предотвращения поражения электрическим током следует проводить следующие мероприятия «ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»:

1. содержать оборудование в работоспособном состоянии и эксплуатировать его в соответствии с нормативно-техническими документами;
2. своевременно проводить техническое обслуживание;
3. соблюдать технику безопасности при работе с оборудованием;
4. проводить инструктаж для работников «ГОСТ 12.0.004-90. ССБТ. Организация обучения безопасности труда».

В качестве мероприятий по обеспечению безопасности работы с электрооборудованием могут быть использованы:

- изоляция токоведущих частей;
- малое напряжение в электрических цепях;
- защитное заземление, зануление, защитное отключение;
- применение разделяющих трансформаторов;
- использование оболочек и блокировок для предотвращения возможности случайного прикосновения к токоведущим частям и ошибочных действий или операций;
- защитные средства и предохранительные приспособления.

12.1.2.2 Пожаровзрывобезопасность

Согласно «НПБ 105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности» используемое помещение относится к категории Г по пожарной и взрывопожарной опасности.

Согласно «СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с.12» в здании, где ведутся работы, предусмотрены инженерно-технические решения, которые обеспечивают в случае пожара эвакуацию людей (аварийные выходы), подачу средств пожаротушения к очагу, есть сигнализация и работает оповещение о пожаре.

Согласно «ППБ 01 – 03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.» работники допускаются к работе только после прохождения инструктажа о мерах пожарной безопасности, во всех помещениях вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны и таблички с направлением пути эвакуации и план эвакуации.

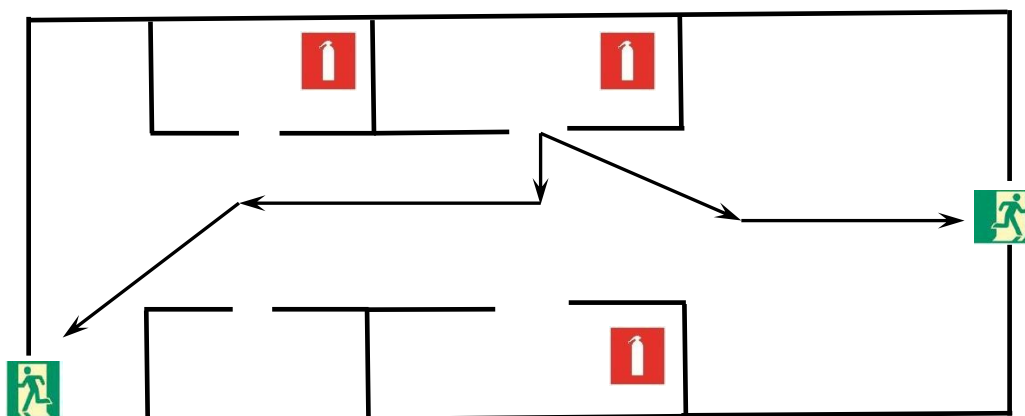


Рисунок 5.2 – План эвакуации рабочих помещений

На рисунке 5.2 представлен план эвакуации 106 аудитории, где находится установка «Радуга-спектр». По плану видно 2 эвакуационных выхода и 3 огнетушителя. В лабораториях расположены огнетушители порошковые ОП-4(з)-АВСЕ-02 (предназначен для тушения твердых, жидких и газообразных веществ и электроустановок до 1000 вольт).

Причинами возникновения пожара могут быть:

Нарушение правил эксплуатации электрического оборудования;

Курение в неустановленных местах;

Перегрузка электрических сетей;

Нарушение правил пожарной безопасности;

Неправильное хранение возгорающих веществ.

При работе на установке используются баллоны с аргонem и азотом. Эксплуатация баллонов связана с рядом опасных факторов. Наполненный сжатым газом баллон обладает большой энергией, и если в нем образуется отверстие, то газ истекает из него с критической скоростью.

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, находящихся под высоким давлением описаны в. В целях безопасности, выполнены общие правила эксплуатации баллонов:

1. Баллоны установлены вертикально и надежно закреплены в таком положении металлическим хомутом, а также защищены от падения на них сверху каких либо предметов.
2. Баллоны с газом, устанавливаемые в помещении находятся от радиаторов отопления и других отопительных приборов на расстоянии не менее 1 метра и от печей и других источников тепла с открытым огнем не менее 5 метров. При невозможности выдержать необходимое расстояние, необходимо применять защитные экраны, предохраняющие баллоны от местного разогрева, располагая баллон не ближе 0.1 м от экрана. Установленные баллоны также необходимо предохранять от действия солнечных лучей.
3. Выпуск газов из баллона производится через редуктор, предназначенный исключительно для данного газа и окрашенный в соответствующий цвет. Камера низкого давления редуктора имеет манометр и пружинный предохранительный клапан, отрегулированный на соответствующее давление в емкости; во всех случаях открывать и закрывать вентиль баллона необходимо медленно.

12.2 Региональная безопасность

Под охраной окружающей среды понимают совокупность международных, государственных и региональных правовых актов, инструкций и стандартов, доводящих общие юридические требования до каждого конкретного загрязнителя и обеспечивающих его заинтересованность в выполнении этих требований, конкретных природоохранных мероприятий по претворению в жизнь этих требований.

Охрана окружающей природной среды складывается из:

правовой охраны, формулирующей научные экологические принципы в виде юридических законов, обязательных для исполнения;
материального стимулирования природоохранной деятельности, стремящегося сделать её экономически выгодной для предприятий;
инженерной охраны, разрабатывающей природоохранную и ресурсосберегающую технологию и технику.

Основными принципами охраны окружающей среды являются:

приоритет обеспечения благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения;

научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов общества;

учёт законов природы и возможностей самовосстановления и самоочищения её ресурсов.

Деятельность человека причиняет ущерб окружающей среде, а потому перед обществом стоит задача сделать это воздействие наименее пагубным.

В процессе трудовой деятельности в вычислительных центрах, также, как и обычной жизнедеятельности, человек является источником твёрдых бытовых отходов. Эти отходы, как пищевые, так и промышленные, сильно загрязняют окружающую среду.

Как правило, в качестве промышленных отходов выступают бумага, диски, строительные отходы, коробки и т.п. Этот мусор с другими отходами вывозится на территории, выделенные под складирование бытовых отходов.

Другие факторы, влияющие на окружающую природную среду, в процессе создания НИР отсутствуют.

12.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

12.3.1 Требования к помещениям для работы

Негативное воздействие на человека ПЭВМ заключается в том, что к концу рабочего дня операторы ощущают головную боль, резь в глазах, тянущие боли в мышцах шеи, рук, спины, зуд кожи лица. Со временем это приводит к мигреням, частичной потери зрения, сколиозу, кожным воспалениям и т.д. У людей, просиживающих у ПЭВМ от 2 до 6 часов в день, резко возрастают шансы заработать болезнь верхних дыхательных путей, получить неожиданный инфаркт или инсульт. Результаты показали, что наиболее «рисковыми» пользователями ПЭВМ являются дети и беременные женщины СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [1].

Санитарно-гигиенические требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [1] следующие: рабочие места с ПЭВМ требуется располагать во всех помещениях, кроме подвальных, с окнами, выходящими на север и северо-восток. В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола помещения:

окна ориентированы на юг - стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета, пол - зелёный;

окна ориентированы на север - стены светло-оранжевого или оранжево-жёлтого цвета, пол - красновато-оранжевый;

окна ориентированы на восток и запад - стены жёлто-зелёного цвета, пол зелёный или красновато-оранжевый.

Пол помещения должен быть ровный, антистатический. Отделка помещения полимерными материалами производится только с разрешения Госсанэпиднадзора. В образовательных помещениях запрещается применять полимерные материалы (ДСП, слоистый пластик, синтетические ковровые покрытия и т.д.), выделяющие в воздух вредные химические вещества. В помещении должны быть медицинская аптечка и углекислый огнетушитель. Расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м. Оконные проёмы должны иметь регулирующие устройства (жалюзи, занавески). Компьютер нужно установить так, чтобы на экран не падал прямой свет (иначе экран будет отсвечивать, что является вредным для экрана). Оптимальное положение на работе - боком к окну, желательно левым.

12.3.2 Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест

Конструкция рабочего стола обеспечивает оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования (рисунок 2). Высота рабочей поверхности стола составляет 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм. Конструкция рабочего стола поддерживает рациональную рабочую позу при работе с ПЭВМ, позволяет изменить позу с целью снижения статистического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения утомления. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;

поверхность сиденья с закруглённым передним краем;

регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперёд до 15° и назад до 5°;

высоту опорной поверхности спинки 30 ± 20 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм;

угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах $\pm 30^\circ$;

стационарные или съёмные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной – 45-70 мм;

регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния в пределах 350-500 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифлёной и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

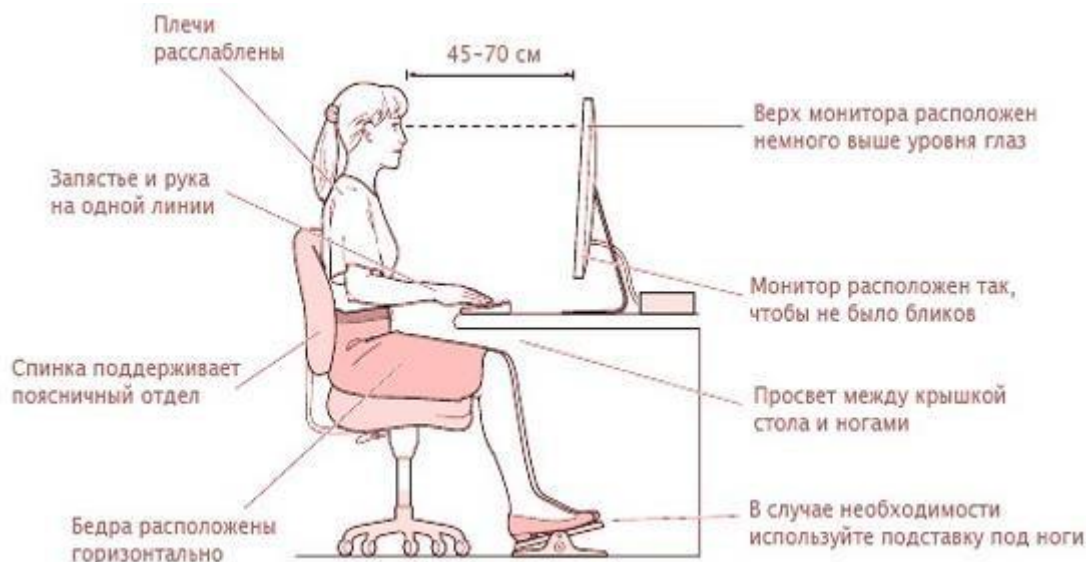


Рисунок 2 – Основные требования к организации рабочего места.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращённого к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделённой от основной столешницы. К работе с ПЭВМ допускаются лица, прошедшие предварительный и периодический медицинский осмотр, проверку знаний на третью группу допуска по электробезопасности, изучившие инструкцию и расписавшиеся в «Журнале инструктажа по правилам охраны труда на рабочем месте». Для обеспечения оптимальной работоспособности, сохранения здоровья пользователей ЭВМ на протяжении смены устанавливается следующий регламент работ: для преподавателей, сотрудников, студентов (старших курсов) непосредственная работа не более двух часов с обязательным перерывом не менее 20 минут, общая продолжительность работы – не более 4-х часов в день.

12.3.3 Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ

Согласно СанПиНу, режимы труда и отдыха при работе с ВДТ и ПЭВМ зависит от вида и категории трудовой деятельности. При этом виды трудовой деятельности делят на три группы (А, Б и В). К группе А относят работы по считыванию информации с экрана ВДТ с предварительным запросом; Б - работа по вводу информации; В - творческая работа в режиме диалога с ЭВМ. Для указанных видов трудовой деятельности устанавливаются три категории (I, II и

III) тяжести и напряжённости работы с ВДТ и ПЭВМ. Например, для группы А категории I-III определяются по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60000 знаков за смену (СанПиН 2.2.4. 548-96 [4]). Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей должны устанавливаться. После каждого часа работы за компьютером следует делать перерыв на 5-10 минут. Глаза начинают уставать уже через час после непрерывной работы с компьютером. Снимать утомление глаз можно даже во время работы в течение нескольких секунд поворачивая ими по часовой стрелке и обратно. Это следует чередовать с лёгкими гимнастическими упражнениями для всего тела. Ежедневная работа высокой интенсивности и с неверно-эмоциональным напряжением по 12 и более часов не допускается.

Обучение и инструктаж персонала, разработка инструкций по охране труда должны соответствовать требованиям. В инструкции должны быть отражены безопасные приёмы, порядок допуска к работе, перечислены опасные и вредные производственные факторы. К самостоятельной работе с ВДТ и ПЭВМ допускаются сотрудники, изучившие порядок их эксплуатации, прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте и аттестацию по электробезопасности с присвоением второй квалификационной группы.

12.4 Особенность законодательного регулирования проектных решений

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдение законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.

Рабочее помещение, оснащенное ЭВМ и компьютерной техникой иметь следующие параметры:

1. Защитное заземление.
2. Изоляция, ограждение и обеспечение недоступности токоведущих частей.
3. Применение малого напряжения и двойной изоляции.

Площадь на одно рабочее место для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м², а объем не менее 20 м³. Для внутренней отделки помещений должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения: 0,7-0,8 (для потолка), 0,5-0,6 (для стен) и 0,3-0,5 (для пола). Поверхность пола должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки, уборки, обладать антистатическими свойствами. Особое внимание необходимо уделять пожарной безопасности, поскольку пожары в помещениях

с компьютерной техникой сопряжены с опасностью для жизни людей и большими материальными потерями [6].

При длительной работе за компьютером необходимо выполнять ряд требований, касающихся режима труда и отдыха:

1. По возможности, время работы за компьютером необходимо ограничить до минимума.
2. Каждый час рекомендуется делать перерыв длительностью не менее 15 минут. Во время перерыва надо встать, потянуться, походить, сделать несложные лечебные гимнастические упражнения (наклоны и повороты головы, упражнения для кистей рук, потягивания), по возможности выйти на свежий воздух.
3. Во время работы за компьютером каждые 10-15 минут необходимо менять позу, двигать плечами, ногами, головой.
4. После работы необходимо в течение 1-2 ч отдохнуть в спокойной обстановке и в дальнейшем использовать любую возможность для отдыха.
5. В помещениях с компьютерами необходимо как можно чаще делать влажную уборку и проветривание. Для увеличения влажности воздуха рекомендуется использовать специальные приборы – увлажнители, так как вода является естественным ионизатором воздуха. Общее и местное увлажнение воздуха является одной из основных мер защиты от статического электричества, которое, кроме неприятных ощущений, особого влияния на здоровье пользователя не оказывает. Для ионизации воздуха рекомендуется использовать ионизаторы воздуха.
6. Размеры помещения для работы с компьютерами должны соответствовать количеству работников и размещаемому в них комплексу технических средств. Высота помещения до подвесного потолка должна быть не менее 3-3,5 м, а расстояние между подвесным и основным потолком должно быть не более 0,8 м.
7. Применение дерева в отделке интерьера должно быть ограничено или сведено до минимума, а при использовании пропитано огнеупорными составами. Применение воды для тушения возникшего пожара должно быть использовано лишь в крайних случаях, когда пожар принимает угрожающие размеры. Но при этом количество воды должно быть минимальным, а компьютерная техника максимально возможным образом изолирована от попадания воды.
8. Помещения должны быть оснащены стационарными системами автоматического пожаротушения и пожарными извещателями.
9. Помещение, где эксплуатируются компьютеры и периферические устройства, должно быть удалено от посторонних источников электромагнитных излучений.

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности на ПК разделяются на три группы: группа А – работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом; группа Б – работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ПК [7].

Если в течение рабочей смены пользователь выполняет разные виды работ, то его деятельность относят к той группе работ, на выполнение которой тратится не менее 50% времени рабочей смены.

Для предупреждения преждевременной утомляемости оператора рекомендуется организовать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПК и без нее.

При постоянном взаимодействии с ПК с напряжением внимания и сосредоточенности рекомендуется организация перерывов на 10-15 мин через каждые 45-60 мин работы.

Продолжительность непрерывной работы на ПК без перерыва не должна превышать 1 ч.

При работе в ночную смену независимо от категории и вида трудовой деятельности продолжительность регламентированных перерывов увеличивается на 30%. Во время регламентированных перерывов целесообразно делать комплекс упражнений.

Пользователям ПК, выполняющим работу с высоким уровнем напряженности, показана психологическая разгрузка во время регламентированных перерывов и в конце рабочего дня в специально оборудованных помещениях (комнатах психологической разгрузки).

Все профессиональные пользователи ПК должны проходить обязательные предварительные медицинские осмотры при поступлении на работу, периодические медицинские осмотры с обязательным участием терапевта, невропатолога и окулиста, а также проведением общего анализа крови и ЭКГ.

Не допускаются к работе на ПК женщины со времени установления беременности и в период кормления грудью.

Близорукость, дальнозоркость и другие нарушения рефракции должны быть полностью скорректированы очками. Для работы должны использоваться очки, подобранные с учетом рабочего расстояния от глаз до экрана дисплея. При более серьезных нарушениях состояния зрения вопрос о возможности работы на ПК решается врачом-офтальмологом.

Досуг рекомендуется использовать для пассивного и активного отдыха (занятия на тренажерах, плавание, езда на велосипеде, бег, игра в теннис, футбол, лыжи,

аэробика, прогулки по парку, лесу, экскурсии, прослушивание музыки и т.п.). Дважды в год (весной и поздней осенью) рекомендуется проводить курс витаминотерапии в течение месяца. Следует отказаться от курения. Категорически должно быть запрещено курение на рабочих местах и в помещениях с ПК.

12.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В лаборатории «Применение осветительных приборов с регулируемой цветовой температурой в проектировании офисного освещения» кафедры лазерной и световой техники наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, и взрывов на объектах. Аварии и катастрофы на объектах характеризуются внезапным обрушением зданий, сооружений, авариями на энергетических сетях (ТЭЦ, АЭС, ЛЭП и др.), авариями в коммунальном жизнеобеспечении, авариями на очистных сооружениях, технологических линиях и т. д.

На случай возникновения чрезвычайной ситуации (землетрясение, наводнение, пожары, химическое либо радиоактивное заражение и т.п.) должен быть предусмотрен следующий комплекс мероприятий:

- рассредоточение и эвакуация;
- укрытие людей в защитных сооружениях;
- обеспечение индивидуальными средствами защиты;
- организация медицинской помощи пострадавшим.

В чрезвычайной обстановке особенно важное значение имеют сроки эвакуации людей за пределы зон возможного поражения или разрушений. В наиболее короткие сроки эвакуацию можно провести комбинированным способом, который заключается в том, что при его применении массовый вывод населения пешим порядком сочетается с вывозом некоторых категорий населения (пенсионеры, инвалиды, больные и т.д.) всеми видами имеющегося транспорта. Рассредоточение и эвакуация населения комбинированным способом осуществляется по территориально-производственному принципу. Это значит, что вывод населения организуется через предприятия, учреждения, учебные заведения и домоуправление по месту жительства.

Ведение спасательных работ в районах производственных аварий существенно различаются в зависимости от размеров и опасности аварий и катастроф. Однако, ряд требований к организации спасательных работ является общим.

Работы надо начинать немедленно, чтобы не дать возможности аварии разрастись до катастрофических размеров. Очень важно обеспечить общественный порядок, что даст возможность свободному прибытию формирований гражданской обороны (ГО) к месту аварий. Формирования охраны общественного порядка должны приступить к работе в первую очередь. Очень важны действия аварийно технических формирований, которые немедленно должны отключить еще не поврежденные энергетические и коммунально-технические сети для локализации аварии.

Спасательные формирования ГО должны как можно быстрее приступить к работам по спасению людей, действуя совместно с формированиями ГО медицинской службы.

При недостатке сил своего объекта для спасательных работ распоряжением старшего начальника могут привлекаться территориальные формирования ГО и другие силы. Чем организованней, быстрее сработают все подразделения различных служб, тем меньше материального ущерба и человеческих жизней унесет авария.

Неотъемлемой частью комплекса защитных мероприятий на рабочем месте является мероприятия, направленные на обеспечение противопожарной безопасности. Используемый технологический процесс в условиях согласно СНиП 11-2-80 относится к категории Д, так как использует негорючие вещества в холодном состоянии. В данном случае источником возгорания может оказаться неисправность и неправильная эксплуатация электроустановок[9].

Существует 5 степеней огнестойкости зданий, сооружений. Помещение лаборатории можно отнести к первой степени огнестойкости.

Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.

Основными мероприятиями, обеспечивающими успешную эвакуацию людей и имущества из горящего здания, являются:

составление планов эвакуации;

назначение лица, ответственного за эвакуацию, которое должно следить за исправностью дверных проемов, окон, проходов и лестниц;

ознакомление работающих в лаборатории сотрудников с планом эвакуации, который должен висеть на видном месте.

В данной работе разработано применение осветительных приборов с регулируемой цветовой температурой в проектировании офисного освещения. При анализе вредных факторов производственной среды (производственный

шум, микроклимат и освещенность.) и анализе опасных факторов производственной среды (электробезопасность и пожаровзрыво безопасность) . Идентифицировать негативных воздействий среды обитания, защищать человек от опасностей или предупреждение воздействия тех или иных негативных факторов на человека, ликвидировать отрицательных последствий воздействия опасных и вредных факторов и создать нормального, то есть комфортного состояния среды обитания человека.

13. Литература

1. Клешнин А. Ф., Лебедева Е. В., Протасова Н. Н. и др. Выращивание растений при искусственном освещении. М.: Сельхозгиз, 1959. 128 с.
2. Машков Б. С. Выращивание растений при искусственном освещении. Л. Колос, 1966. 287 с.
3. Ломан В. М. Курс светокультуры растений. Изд. 2-е. М: Высш. школа, 1976. 272 с.
4. Нишпорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности. Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. М.: Наука, 1972. С. 511.
5. Протасова Н. Н., Кефели В. И., Коф Э. М. и др. Фотосинтетическая активность, рост и уровень природных регуляторов у растений, выращенных на свету различной интенсивности. Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. М.: Наука, 1972. С. 385.
6. Протасова Н. Н., Кефели В. И. Фотосинтез и рост высших растений, их взаимосвязь и корреляции. Физиология фотосинтеза. М.: Наука, 1982. С. 251.
7. Куперман И. А. Физиологические механизмы адаптации и устойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1972. С. 5.
8. Цельникер Ю. Л. Физиологические основы теневыносливости древесных растений. М.: Наука, 1978. 212 с.
9. Тихомиров А. А., Сидько Ф. Я. Состояние пигментного аппарата и формирование структуры ценозов редиса в связи с их продуктивностью при различной интенсивности и спектре излучения. Физиология растений. 1982. Т. 29. Вып. 3. С. 457.
10. Мокроносов А. Т. Эндогенная регуляция фотосинтеза в целом растений. Физиология растений. 1978. Т. 25. Вып. 5. С. 938.
11. Кефели В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М.: Наука, 1974. 247 с.