



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Н.П. ОГАРЁВА»
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»)

УТВЕРЖДЕНО
ученым советом
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»
(протокол № 2)
от «30 ~~июня~~ 2022 г.)
Ректор Д.Е. Глушко



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

«Фотоника»

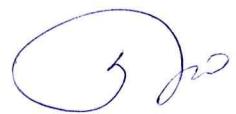
Форма обучения – очная
Нормативный срок освоения программы – 8 месяцев
Объем – 144 академических часа

САРАНСК 2022

Разработчики ОП:

Директор
«ДНК им. Е.М.
Дианова»

Педагог
дополнительного
образования

 А.В. Брагин



А.Д. Таратынова

Согласовано:

Директор института
корпоративного
обучения
и
непрерывного
образования

к.ф.н.,
доцент



Н.В. Жадунова

«__» ____ 2022 г.

Эксперт:

д.ф.-м.н.,
профессор



П.А. Рябочкина

«__» ____ 2022 г.

Содержание

1.	Пояснительная записка	3-11
2.	Содержание программы	11-13
3.	Содержание учебно-тематического плана	14-16
4.	Содержание тем программы	17-19
5.	Кадровые и материально-технические условия реализации программы	20-23
6.	Выявление уровня развития проектных умений обучающихся	24-32
7.	Примерный календарный учебный график на 2022/2023 учебный год	33-34
8.	Список литературы и методического материала	35-37

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Вводная часть

Фотоника представляет собой отрасль науки и техники, занимающуюся фундаментальными и прикладными аспектами работы, связанной с генерацией, распространением и детектированием оптических сигналов, а также созданием на их основе устройств для различных применений.

Оптическое излучение играет важную роль в жизни человека. В начале человеческой цивилизации основным источником оптического излучения было солнце. Затем люди научились создавать искусственные источники света (лампы накаливания, газоразрядные лампы, светодиоды) для обеспечения комфорtnого существования, а в настоящее время в многочисленных и разнообразных областях жизнедеятельности человека используются различные источники лазерного излучения.

На первом этапе под «фотоникой» понималась область науки, изучающая оптические системы, в которых носителями информации являлись фотоны. По мере развития лазерных технологий, изобретения лазерных диодов и волоконно-оптических систем связи, а также их широким применением в самых различных областях понятие «фотоника» становится значительно шире. «Фотоника» сегодня - это оптические и квантовые системы связи; способы и устройства передачи, записи и хранения информации; медицинская диагностика и терапия (биофотоника); разработка и производство лазеров; биологические и химические исследования различных объектов; экологический мониторинг; световой дизайн и т.д.

Фотоника включает в себя применение лазеров, оптики, кристаллов, волоконной оптики, электрооптических, акустооптических устройств, камер, сложных интегральных систем. Реальные разработки фотоники окружают человека ежедневно и используются в таких областях как: медицина, альтернативная энергетика, быстрые вычисления, создания высокопроизводительных компьютеров, новых материалов, телекоммуникация, экологический мониторинг, безопасность,

аэрокосмическая промышленность, искусство, печать.

На сегодняшний день в России, как и во всем мире, все больше и больше компаний и крупных производственных предприятий начинают создавать и использовать новые технологии, связанные с фотоникой. Фотоника открывает широкие возможности и перспективы развития в научной среде, а также в области реальных разработок. Специалисты в области фотоники востребованы в научных и исследовательских центрах, промышленности, медицине.

Дополнительная общеразвивающая программа «Фотоника» естественнонаучной направленности, ориентирована на формирование и развитие научного мировоззрения, инженерного мышления, приобретение практических навыков конструкторской и экспериментальной деятельности.

Программа курса «Фотоника» будет включать в себя учебные и научно-популярные лекции, описывающие теоретическое обоснование решений кейсов, практические задания образовательного и творческого характера, с использованием современного научного лабораторного оборудования по основам лазерной физики и лазерных технологий, волоконной оптики и светотехнике, экскурсии на ведущие предприятия и научные центры Республики Мордовия. Освоение программы позволит учащимся сформировать основы знаний в области фотоники и оптоинформатики, повысит их интерес к естественнонаучным и инженерным специальностям при выборе ВУЗа для своего дальнейшего обучения.

Адресат программы: набор в группу осуществляется на основе письменного заявления родителей. Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся старшего школьного возраста (16-18 лет) при предъявлении медицинского заключения об отсутствии противопоказаний для занятий, проводимых на персональном компьютере и прочей инженерной деятельности, связанной с электронными устройствами.

Объем программы и режим занятий:

Год обучения		Кол-во детей в группе	Продолжительность одного занятия в академических часах	Всего часов в неделю	Кол-во часов за 1 год
I	Вводный	10-12	45 минут	2	144

Формы организации образовательного процесса: групповые, в основе процесса деятельности – индивидуальный подход к ученику.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической, практической и лабораторной частей. Теоретический материал даётся в том объёме, который необходим для осмысленного выполнения практической работы. При этом учащиеся постоянно побуждаются к самостоятельному поиску дополнительной информации, используя возможности современных информационных компьютерных технологий, научной и технической литературы и т.д.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- фронтальная, когда учащиеся синхронно работают над общем заданием под управлением педагога;
- групповая, когда учащиеся делятся на группы для решения конкретных задач. Каждая группа получает определённое задание (либо одинаковое, либо дифференцированное) и выполняет его сообща под руководством педагога;
- индивидуальная, когда учащиеся самостоятельно выполняют одинаковые для всей группы задачи в течение части занятия или нескольких занятий.

Цель и задачи программы:

Цель – освоение Hard- и Soft-компетенций обучающимися в области фотоники с использованием учебного лабораторного практикума и кейс-технологий.

Задачи программы:

Обучающие:

- изучить базовые понятия фотоники;
- изучить основные физические принципы работы и конструктивные особенности твердотельных лазеров,
- изучить принцип работы лазерного дальномера;

- изучить физические основы реализации оптико-волоконной связи;
- изучить основы светотехники и ее приложений («управление светом» в музейном комплексе, «управление светом» в теплице);
 - изучить основные специализированные термины на английском языке;
 - развить практические навыки работы с научно-лабораторным оборудованием;
 - привить навыки проектной деятельности.
- сформировать навыки технического и инженерного творчества;

Развивающие:

- развить у школьников инженерное мышление, навыки работы с лабораторным оборудованием
- способствовать развитию памяти, внимания, технического мышления, изобретательности;
- способствовать развитию алгоритмического мышления;
- способствовать формированию интереса к техническим знаниям;
- способствовать формированию умения практического применения полученных знаний;
- сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- сформировать умение выступать публично с докладами, презентациями и т. п.
- сформировать умение критически относится к полученному результату и его интерпретации;

Воспитательные:

- воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;
- способствовать формированию положительной мотивации к трудовой деятельности;
- способствовать формированию опыта совместного и индивидуального творчества при выполнении командных заданий;
- воспитывать трудолюбие, уважение к труду;

- формировать чувство коллективизма и взаимопомощи;
- воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники.
- воспитывать информационную культуру личности.

Прогнозируемые результаты и способы их проверки

Личностные результаты:

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремлённости, умения преодолевать трудности;
- освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися.

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- умение ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- способность адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;
- умение различать способ и результат действия;

- умение вносить корректизы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;
- умение в рамках сотрудничества ставить новые учебные задачи;
- развитие способности проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- умение осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- умение оценивать полученный творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- умение осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- умение ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
- умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;
- умение моделировать, преобразовывать объект из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики объекта (пространственно-графическая или знаково-символическая);

- умение синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельно достраивать с восполнением недостающих компонентов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- умение выслушивать собеседника и вести диалог;
- развитие способности признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою;
- умение планировать учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- умение осуществлять постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;
- умение разрешать конфликты: выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;
- умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- владение монологической и диалогической формами речи.

Предметные результаты

В результате освоения программы, обучающиеся должны

знать:

- основные понятия геометрической оптики;
- основные закономерности взаимодействия оптического излучения с веществом;
- физические принципы работы и устройство твердотельного лазера;
- физические законы, положенные в основу реализации оптиковолоконной связи;
- принципы работы и устройство лазерных дальномеров;

- основы светотехники и области ее применения.

уметь:

- составлять алгоритмы для решения прикладных задач;

- правильно интерпретировать оформлять результаты, полученные в ходе выполнения лабораторной работы;

- публично представлять результаты, полученные в ходе проведения эксперимента;

владеть:

- основной терминологией в области фотоники;

- навыками проведения эксперимента с лазерными источниками излучения, оптическим волокном, лазерным дальномером, светотехническими устройствами;

- **Формы подведения итогов реализации дополнительной программы**

Подведение итогов реализуется в рамках следующих мероприятий: тестирование по теме «Фотоника», защита проектов по кейсам.

Формы демонстрации результатов обучения

Представление результатов образовательной деятельности пройдет в форме личного собеседования по вопросам лабораторного практикума по темам работ, публичной презентации проекта, разработанного в ходе работы над кейсом командами и последующих ответов.

Формы диагностики результатов обучения

Беседа, тестирование, опрос.

Вводный уровень – изучение основ выбранного направления, работа над реальными научно-исследовательскими проектами и инженерными кейсами. Подготовка к участию во внутренних конкурсах и выступлению.

«**Вводный уровень**» предполагает организацию обеспечивающего доступ к сложным (возможно специфическим) знаниям и навыкам в рамках содержательно-тематического направления программы, а также предполагает около профессионального знания в данном виде деятельности.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Вводный уровень

№	Наименование раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Введение в образовательную программу. Техника безопасности.	2	2	-	тестирование
2	Основы геометрической оптики.	2	1	1	собеседование, практическое задание
3	Кейс 1 «ИК лазер в системах безопасности»	36	10	26	Демонстрация решения кейса
3.1.	Физические основы работы лазера.	6	2	4	собеседование, практическое задание
3.2.	Устройство лазера.	6	2	4	собеседование
3.3.	Классификация лазеров.	6	2	4	собеседование
3.4.	Применение лазеров.	6	-	6	практическое задание
	Лазер в системах безопасности	6	2	4	практическое задание проектирование сигнализации
3.5.	Развитие лазерных технологий в Мордовии. Деятельность АУ «Технопарк-Мордовия», научно-исследовательские лаборатории Университета.	6	2	4	собеседование
4	Кейс 2 «Оптическая линия связи»	36	10	26	Демонстрация защиты кейса
4.1.	Закон отражения света. ПВО.	3	1	2	собеседование, практическое задание
4.2.	Особенности распространения света в оптическом волокне.	6	2	4	собеседование
4.3.	Конструкция оптического волокна.	6	2	4	собеседование
4.4.	Основные характеристики оптического волокна.	6	2	4	собеседование, практическое задание
4.5.	Применение оптического волокна.	6	-	6	практическое задание
	Передача аудио-, видео- и цифровых сигналов	6	2	4	практическое задание строение и формирование

					электрических сигналов
4.6.	Развитие волоконной оптики в Мордовии. Деятельность завода АО "Оптиковолоконные Системы", Группы Компаний «Оптикэнерго»	3	1	2	собеседование
5	Кейс 3 «Управление светом»	30	6	24	Демонстрация решения кейса
5.1.	Физическая природа излучения и его характеристики.	10	2	8	собеседование, практическое задание
5.2.	Источники и приемники света.	10	2	8	собеседование
5.3.	Колориметрия. Программирование света с использованием цветовых пространств.	10	2	8	практическое задание
6	Кейс 4 «Моделирование освещения»	36	6	30	Демонстрация решения кейса
6.1.	Основы программирования системы освещения.	12	2	10	собеседование
6.2.	Применение моделирования света. Особенности тепличного освещения и музеиного освещения.	12	2	10	собеседование, практическое задание
6.3.	Использование моделирования света в Краеведческом музее Республики Мордовия и в тепличном хозяйстве.	12	2	10	собеседование
	Итого	144	32	112	

Формы контроля:

Контроль выполнения программы проводится в следующих формах:

- собеседование
- тестирование
- практическое задание
- демонстрация решения кейса

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНА

1 год обучения

Структура программы разработана с учетом возрастных особенностей детей (16-18 лет). Большое внимание уделяется учебно-практической деятельности и контролю полученных знаний.

№	Темы занятий	Содержание занятий
1	Вводное занятие. Введение в предмет, техника безопасности (1 ч)	Теория: Введение в образовательную программу. Ознакомление обучающихся с программой, приёмами и формами работы. Вводный инструктаж по ТБ.
2	Основы геометрической оптики	Теория: Основные законы геометрической оптики. Распространение света в веществе. Закон преломления и отражения света. Полное внутреннее отражение. Линзы. Построение изображения в линзах. Практика: решение задач на тему «Геометрическая оптика и простые оптические системы»
3	Кейс 1 «Сборка ИК-лазера. Создание лазерной сигнализации невидимым лучом»	
3.1.	Физические основы работы лазера	Теория: Фотон. Энергия фотона. Постулаты Бора. Энергетические уровни. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение и усиление света. Условия возникновения лазерной генерации Практика: Решение задач по теме «Фотоны. Постулаты Бора»
3.2	Устройство лазера	Теория: Конструкция лазера. Активная среда лазера. Система накачки. Резонаторы лазера. Демонстрация работы лазера.
3.3	Классификация лазеров	Теория: Виды лазеров: газовые, твердотельные, волоконные, жидкостные (на красителях), полупроводниковые, на свободных электронах.
3.4	Применение лазеров	Практика: презентация доклада на тему «Прошлое, настоящее и будущее лазерных технологий»
3.5	Развитие лазерных технологий в Мордовии. Экскурсии в «Технопарк-Мордовия», в научно-исследовательские лаборатории Университета.	Теория: «Технопарк-Мордовия», научно-исследовательские лаборатории Университета
4	Кейс 2 «Сборка линии оптической связи. Передача аудио-, видео- и цифровых сигналов»	
4.1	Закон отражения света. ПВО	Теория: Основные законы геометрической оптики. Закон отражения и преломления. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного

		внутреннего отражения. Демонстрация экспериментов: «Полное внутреннее отражение», «Светящаяся струя» Практика: решение задач на тему «Закон преломления и отражения света», «Предельный угол полного внутреннего отражения»
4.2	Особенности распространения света в оптическом волокне	Теория: Общие сведения о ВОЛС. Физические принципы распространения света в оптическом волокне.
4.3	Конструкция оптического волокна	Теория: Конструктивные особенности оптического волокна (сердцевина и оболочка оптического волокна).
4.4	Основные характеристики оптического волокна.	Теория: Определение основных характеристик оптического волокна. Геометрические параметры. Числовая апертура. Профиль показателя преломления. Затухание (потери). Дисперсионные свойства. Практика: определение основных характеристик оптического волокна с использованием лабораторного оборудования - демонстрация.
4.5	Применение оптического волокна.	Практика: презентация доклада «Оптическое волокно в жизни человека»
4.6	Развитие волоконной оптики в Мордовии. Экскурсия на завод АО "Оптиковолоконные Системы"	Теория: АО «Оптиковолоконные системы», Группа компаний «Оптикэнерго»
5	Кейс 3 «Управление светом. Воспроизведение заданного света»	
5.1	Физическая природа излучения и его характеристики.	Теория: Спектр электромагнитных полей. Энергетические и световые характеристики излучения. Законы освещенности. Практика: Решение задач на тему «Законы освещенности»
5.2	Источники и приемники света.	Теория: Основные характеристики приемников и источников излучения. Законы теплового излучения. Виды приемников излучения. Примеры источников излучения.
5.3	Колориметрия. Программирование света с использованием цветовых пространств.	Практика: Определение координат цветности, программирование цвета
6	Кейс 4 «Светодинамическое моделирование освещения»	
6.1	Основы программирования системы освещения.	Теория: Алгоритмы программного управления. Освоение языка программирования Piton для создания программного обеспечения моделирования света.
6.2	Применение моделирования света. Особенности тепличного освещения. Особенности музеиного освещения.	Теория: Основы проектирования систем освещения для музеиного комплекса и теплиц. Практика: разработка программного

		обеспечения моделирования света
6.3	Использование моделирования света в Краеведческом музее Республики Мордовия и в тепличном хозяйстве.	Теория: Описание характеристик и основ проектирования светодинамического моделирования освещения в Краеведческом музее Республики Мордовия и теплицах.

4. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Вводное занятие.

1.1. Техника безопасности. Правила поведения на занятиях. Входящий контроль.

Теория: Правила поведения учащихся в учреждении. Правила техники безопасности и пожарной безопасности. Вопросы охраны труда. Входящий контроль (собеседование)

1.2. Вводная лекция о содержании курса.

Теория: Содержание программы первого года обучения. План работы на учебный год.

Раздел 2. «Основы геометрической оптики»

В разделе рассматриваются общие физические понятия, относящиеся к распространению света в среде, описываются основные законы геометрической оптики: законы преломления и отражения, условия возникновение явления полного внутреннего отражения, определение предельного угла ПВО.

На практических занятиях проводится решение типовых задач, и выполняется проверка и обсуждение задач, выданных для самостоятельного решения. Контрольные работы реализованы в виде аттестующих тестов, которые проводятся в присутствии преподавателя в специально выделенное время.

Раздел 3. «Сборка ИК-лазера. Создание лазерной сигнализации невидимым лучом»

В рамках данного раздела обучающийся овладеет знаниями в области атомной физики. Познакомится с постулатами Бора, процессами поглощения и усиления оптического излучения при его прохождении через вещество. В рамках данного раздела учащиеся изучат физические основы работы лазера и основные конструктивные элементы твердотельного лазера.

Обучающимся предлагается осуществить конструкцию твердотельного лазера на кристалле $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Nd}$ под руководством педагога и с применением методических рекомендаций, а также создать на его основе систему лазерной сигнализации.

В методических указаниях к выполнению кейса приводятся: краткое теоретическое введение, подробные методические указания для выполнения работы, индивидуальные задания и перечень вопросов для защиты проекта кейса. Защита проекта осуществляется в формате выступления перед обучающимися и педагогом с теоретическими обоснованиями решения и с результатами кейса.

Раздел 4. «Сборка линии оптической связи. Передача аудио-, видео- и цифровых сигналов»

В рамках данного раздела обучающийся овладеет знаниями в области волоконной оптики. В ходе лекционных занятий познакомится с явлением полного внутреннего отражения, а также демонстрациями опытных экспериментов по наблюдению данного явления. В разделе будет рассмотрены конструкция и основные характеристики оптического волокна, являющегося основным звеном линии оптической связи.

В рамках данного раздела обучающимся предлагается создание линии оптической связи, по которой возможна передача информации в формате аудио-, видео- и цифровых сигналов. Учащиеся смогут самостоятельно программировать информационный материал и передавать его по оптическому волокну на различные устройства.

В методических указаниях к выполнению кейса приводятся: краткое теоретическое введение, подробные методические указания для выполнения работы, индивидуальные задания и перечень вопросов для защиты проекта кейса. Защита проекта осуществляется в формате выступления перед обучающимися и педагогом с теоретическими обоснованиями решения и с результатами кейса.

Раздел 5. «Управление светом. Воспроизведение заданного света»

В рамках данного раздела обучающийся получит основные знания о светотехнике, узнает физические принципы работы источников и приемников излучения, их применение, а также перспективы развития данной области науки и техники.

В рамках данного раздела обучающимся предлагается с использованием основ колориметрии произвести программирование света с использованием цветовых пространств.

В методических указаниях к выполнению кейса приводятся: краткое теоретическое введение, подробные методические указания для выполнения работы, индивидуальные задания и перечень вопросов для защиты проекта кейса. Защита проекта осуществляется в формате выступления перед обучающимися и педагогом с теоретическими обоснованиями решения и с результатами кейса.

Раздел 6. «Светодинамическое моделирование освещения»

В рамках данного раздела обучающийся получит основные знания об основах проектирования систем освещения для музеяного комплекса и теплиц с применением языка программирования Piton, узнает физические принципы работы источников и приемников излучения, их применение, а также перспективы развития данной области науки и техники.

В рамках данного раздела обучающимся предлагается самостоятельно разработать программу управления светом, которая может предназначаться для освещения экспонатов в музее или применяться в теплицах для выращивания растений.

В методических указаниях к выполнению кейса приводятся: краткое теоретическое введение, подробные методические указания для выполнения работы, индивидуальные задания и перечень вопросов для защиты проекта кейса. Защита проекта осуществляется в формате выступления перед обучающимися и педагогом с теоретическими обоснованиями решения и с результатами кейса.

5. КАДРОВЫЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Кадровые условия реализации программы

Комплектование образовательной организации педагогическими, руководящими и иными работниками, соответствующими квалификационным характеристикам по соответствующей должности.

Требования к кадровым ресурсам:

- укомплектованность образовательного учреждения педагогическими, руководящими и иными работниками;
- уровень квалификации педагогических, руководящих и иных работников образовательного учреждения;
- непрерывность профессионального развития педагогических и руководящих работников образовательного учреждения, реализующего основную образовательную программу.

Компетенции педагогического работника, реализующего основную образовательную программу:

- обеспечивать условия для успешной деятельности, позитивной мотивации, а также самомотивирования обучающихся;
- осуществлять самостоятельный поиск и анализ информации с помощью современных информационно-поисковых технологий;
- организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся, выполнение ими индивидуального проекта;
- интерпретировать результаты достижений обучающихся;
- навык работы на лабораторном оборудовании;
- проектирование светохнической установки;
- навык работы в специализированном ПО для создания презентаций.

Материально-технические условия реализации программы

Комплекс организационно-педагогических условий:

Условия реализации программы:

Для успешного усвоения образовательной программы необходимо следующее: комплект учебно-лабораторных комплексов, размещенных с учетом требований техники безопасности по работе с источниками лазерного излучения. Кабинет для проведения лекционных и практических занятий должен иметь хорошее естественное и искусственное освещение, соответствующее санитарно-эпидемиологическим нормативам для данного вида деятельности: учебную доску, столы, стулья.

№ п/п	Наименование
Научное оборудование	
1	<p>Твердотельный лазер на кристалле Y3Al5O12:Nd</p> <p>1) Диодный лазер накачки 808 нм в держателе, 1 шт.</p> <p>2) Терминал управления диодного лазера накачки, 1 шт.</p> <p>3) Коллиматорная линза в держателе, 1 шт.</p> <p>4) Фокусирующая линза в держателе, 1 шт.</p> <p>5) Плоское входное зеркало резонатора в держателе, 1 шт.</p> <p>6) Активный элемент из кристалла YAG:Nd длиной 5 мм и диаметром 5 мм в держателе, 1 шт.</p> <p>7) Выходное сферическое зеркало R=100 мм в держателе, 1 шт.</p> <p>8) Визуализатор лазерного излучения ИК2-1, 1 шт.</p> <p>9) Светофильтр, 1 шт.</p> <p>10) Оптический рельс длиной 50 см, 1 шт.</p> <p>11) Каретки для оптического рельса, 11 шт.</p> <p>12) Юстировочный диодный лазер нм в держателе, 1 шт.</p> <p>13) Фотодетектор в держателе, 1 шт.</p> <p>14) Мультиметр цифровой, 1 шт.</p> <p>15) Защитные очки, 2 шт.</p> <p>16) Юстировочная мишень, 2 шт.</p> <p>17) Набор для чистки оптики, 1 шт.</p>

	<p>18) Описание работы, 1 шт.</p> <p>19) Упаковочный кейс с ложементом, 1 шт.</p>
2	<p>1.Модуль лазерного диода 808 нм 1шт.</p> <p>2.Модуль лазерного диода 1310 нм 1шт.</p> <p>3.Модуль лазерного диода 1500 нм 1шт.</p> <p>4.Модулятор тока лазерного модуля 1шт.</p> <p>5.Комплект установки лазерного модуля на оптический рельс 1шт.</p> <p>6.Фотодетектор с комплектом установки на оптический рельс 1шт.</p> <p>7.Модуль передачи текстовых сообщений 1шт.</p> <p>8.Модуль приёма и индикации текстовых сообщений 1шт.</p> <p>9.Генератор сигналов 1шт</p> <p>10.Осциллограф 1шт</p> <p>11.Модуль уплотнения аудио сигналов 1шт</p> <p>12.Модуль демультиплексирования аудио сигналов 1шт</p> <p>13.Устройство вывода звука 1шт</p> <p>14.Камера в держателе 1шт</p> <p>15.Компактны монитор 1шт</p> <p>16. Комплект ввода/вывода оптического излучения в волокно 2компл</p> <p>17.Катушка оптического волокна 1шт</p> <p>18.Визуализатор инфракрасного излучения 1шт</p> <p>19.Оптический рельс 2шт</p> <p>20.Модуль питания стенда 1шт</p> <p>21.Комплект соединительных кабелей 1компл</p> <p>22.Методическое описание работы 1шт.</p> <p>23.Упаковочный кейс с ложементом 1шт</p>
3	<p>Учебный стенд по изучению основ светотехники</p> <p>1) Терминал управления комплексом LDC3-32, 1 шт.</p> <p>2) Интегрирующая сфера — дифузный излучатель, 1шт.</p> <p>3) Оптический рельс длиной 50 см, 1 шт.</p> <p>4) Спектрофотокалориметр, 1шт.</p> <p>5) Комплект установки спектрофоторкалориметра на оптический рельс, 1шт.</p> <p>6) Автотрансформатор, 1 шт.</p> <p>7) Корпус для установки ламп,1шт.</p> <p>8) Лампа накаливания, 2шт</p> <p>9) Люминесцентная лампа, 2шт.</p> <p>10) Светодиодная лампа, 2 шт</p>

	11) Комплект соединительных и проводов, 1шт. Провод соединительный 12) Описание работы, 1 шт. 13) Упаковочный кейс, с ложементом, 1шт.	
4	Учебный стенд по моделированию освещения 1) Бокс с диорамой для установки освещения — модельный объект, 1шт 2) Комплект светильников для модельного объекта, 1 шт. 3) Блок питания и управления освещением, 1шт. 4) Комплект соединительных проводов, 1шт. 5) Описание работы, 1 шт.	
Компьютерное оборудование		
47	Ноутбук	
48	Мышь	
49	Сетевой удлинитель	
50	Интернет	
Программное обеспечение		
51	Origin	
52	Excel	
53	Microsoft PowerPoint	
54	Adobe Acrobat Reader	
Презентационное оборудование		
55	Интерактивный комплекс	Для подачи информационного материала
56	Мобильный стенд	

6. ВЫЯВЛЕНИЕ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТНЫХ УМЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Собеседование по правилам поведения на занятиях.

1. Что сначала должен сделать обучающийся, придя в «ДНК»?
2. Какие предметы нельзя приносить с собой?
3. Как должен вести себя обучающийся при работе в лаборатории «Фотоника»?
4. Когда и где обучающийся может принимать пищу?
5. Когда обучающийся имеет право пользоваться мобильным телефоном в «ДНК»?
6. Что обучающийся должен делать на занятиях?
7. Может ли обучающийся самостоятельно приглашать в школу посторонних лиц?
8. Что необходимо сделать, если Вам захотелось попить во время занятий?
9. Что сначала должен сделать обучающийся, чтобы начать лабораторную (практическую) работу?
10. Что необходимо сделать после окончания лабораторного (практического) занятия?

Метод проекта состоит из последовательных этапов:

- ***формулирование цели.*** Наличие значимой в исследовательском, творческом плане проблемы, требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для её решения. Прогнозирование практической, теоретической и познавательной значимости предполагаемых результатов;
- ***разработка или выбор путей выполнения проекта.*** Использование исследовательских методов, предусматривающих определенную последовательность действий: определение проблематики и вытекающих из нее задач исследования, выдвижение гипотез их решения (на этом этапе можно использовать методы «мозговой атаки», «круглого стола» и т.д.),

обсуждение методов исследования (статистических методов, экспериментальных, наблюдений, пр.) На этом этапе также нужно определить, сколько человек может быть задействовано в проекте;

– *работа над проектом.* Самостоятельная (индивидуальная, парная, групповая) деятельность обучающихся. Если проект лонгитюдный, то требуется структурирование его содержательной части – т.е. разбиение деятельности на значимые этапы, с указанием используемых методов, методик и результатов каждого этапа;

– *оформление результатов.* Обсуждение способов оформления конечных результатов (презентаций, защиты, творческих отчетов, просмотров, пр.), сбор, систематизация и анализ полученных данных;

– *обсуждение результатов работы.* Подведение итогов, оформление результатов, их презентация; выводы, выдвижение новых проблем исследования.

За критерий результативности принимается психолого-педагогическая готовность обучающихся к проектированию самостоятельной исследовательской деятельности.

Структура психолого-педагогической готовности обучающихся к проектированию самостоятельной исследовательской деятельности может быть представлена в виде показателей, имеющих количественное выражение, а также различных уровней постижения культуры общения, подразумевающие комплексную диагностику.

В качестве показателей выступают:

- Наличие исследовательского интереса.
- Способность выявлять проблемы, требующие исследовательского подхода.
- Способность проектировать исследовательскую программу.
- Умения и навыки применения исследовательских методов.
- Оценка результатов и выбор оптимального решения.

Контрольно-диагностический компонент позволяет осуществлять как комплексный, так и поэлементный контроль за процессом готовности

обучающихся к проектированию самостоятельной исследовательской деятельности.

Представленную модель следует рассматривать в единстве всех её элементов. Реализация на практике экспериментальной логико-содержательной модели приводит к достаточно глубоким и устойчивым изменениям в структуре личности обучающегося, в связи с чем управление, коррекция и диагностирование должны осуществляться систематически в течение всего учебного проекта.

Уровни готовности к проектированию самостоятельной исследовательской деятельности: высокий, средний и низкий.

Низкий уровень готовности подразумевает, что обучающийся способен принимать участие в отдельных стадиях проектной работы, в групповой деятельности, или выполнять конкретные функции по указанию руководителя работ.

Средний уровень готовности – отвечает за способность обучающегося самостоятельно проектировать решения заданной руководителем или группой проблемы и воплощать их в жизнь в процессе групповой деятельности или под руководством руководителя.

Высокий уровень – это самостоятельное вычленение реальных проблем, требующих решения, построение гипотез, проектирование исследования, активное использование исследовательских методов и способность критически оценивать результаты работы, находя оптимальные решения.

Критерии оценки проекта (лабораторной работы):

1. Умение представить и защитить индивидуальную (парную, групповую) работу, умение отвечать на вопросы.
2. Самостоятельность выполнения работы, понимание темы исследования, степень владения материалом.
3. Уровень проработанности исследования.
4. Уровень представления результатов исследования.

Критерии и показатели оценки мультимедийных презентаций для защиты проекта

Основная оценка мультимедийной презентации, выполненной обучающимся, складывается из оценки целевой, структурной, содержательной и графической составляющих презентации, как продукта его самостоятельной работы и оценки процедуры защиты презентации.

Оценивание мультимедийной презентации происходит по следующим *критериям и показателям*:

Критерии оценки презентации	Оцениваемые показатели
Тема презентации	Соответствие темы презентации тематике семинарского занятия, программе дисциплины
Цели и задачи презентации	Соответствие целей и задач поставленной теме
Основные идеи презентации	Соответствие содержания основных идей презентации целям и задачам: <ul style="list-style-type: none">• Основные идеи вызывают ли интерес у аудитории• Количество (для запоминания аудиторией не более 4-5)
Структура	<ul style="list-style-type: none">• Правильное оформление титульного листа• Наличие последовательного плана работы• Наличие понятной навигации• Присутствует логическая последовательность информации на слайдах (вступление-основная часть-выводы)• Присутствуют гиперссылки на приложение к презентации• Обоснованные выводы и сделано заключение• Представлен список источников• Использован оптимальный объем слайдов для раскрытия темы
Содержание	<ul style="list-style-type: none">• Содержание соответствует теме, цели и задачам презентации и полностью раскрывает их• В презентации представлена достоверная информация• Все заключения подтверждены достоверными источниками• Язык изложения материала понятен аудитории• В содержании отсутствуют орфографические, грамматические, синтаксические и речевые ошибки• Актуальность, точность и полезность содержания• Соблюдение авторских прав при использовании источников
Подбор информации	Уместность использования: <ul style="list-style-type: none">• Графических иллюстраций• Статистических данных• Диаграмм и графиков• Экспертных оценок

	<ul style="list-style-type: none"> • Примеров • Сравнений • Художественной литературы: стихи, отрывки произведений, высказывания великих людей и т.п.
Защита презентации	<ul style="list-style-type: none"> • Соблюдение регламента выступления • Громкое, четкое объяснение содержания слайда • Поддержание зрительного контакта с аудиторией • Показан вклад каждого из членов группы (для групповых презентаций) • Доклад без речевых ошибок
Дизайн презентации	<ul style="list-style-type: none"> • Читаемость шрифтов презентации • Единый стиль оформления всех слайдов • Корректно ли выбран цвет фона, шрифта, заголовков (фон и цвет шрифта контрастируют, использовано не более трёх цветов в оформлении слайда) • Ключевые идеи выделены • Наличие элементов анимации (не более трёх анимационных эффектов на слайде), • В оформлении презентации использованы фотографии, видеозаписи, звуковое сопровождение • На слайде представлено не более двух изображений

Этапы педагогического контроля по определению уровня обученности.

1 год обучения

Виды контроля:

- входящий, который проводится перед началом работы и предназначен для выявления знаний, умений и навыков по программе;
- промежуточный, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы проверки знаний:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные проекты.

Формы подведения итогов:

- творческое задание (реализация элементов проекта в поле и его презентация).

Методическое обеспечение программы:

Методы, приемы и принципы обучения

Методы и приемы обучения, используемые в работе с детьми, можно условно разделить по способу подачи учебного материала (К.Ю. Бабанский):

Наглядный метод:

- образный показ педагога;
- использование наглядных пособий.

Словесный метод:

- рассказ;
- объяснение;
- инструкция;
- беседа;

- анализ и обсуждение;
- словесный комментарий педагога по ходу выполнения модели.

Практический метод:

- показ педагогом;
- отработка упражнений и этюдов.

По характеру деятельности обучающихся (М.Н. Скаткин):

- объяснительно-иллюстративные,
- репродуктивные,
- проблемные,
- частично-поисковые,
- исследовательские.

Кроме того, в работе с детьми очень эффективны и психолого-педагогические методы:

- наблюдение;
- индивидуальный и дифференцированный подход к каждому ребенку;
- прием контрастного чередования психофизических нагрузок и восстановительного отдыха (релаксация).

Здоровьесберегающие методы:

- метод формирования сознания по здоровьесбережению, который включает такие формы работы, как беседа, объяснение, демонстрация, внушение, приведение положительных примеров здорового образа жизни;
- метод разумной организации деятельности с предвидением результатов;
- метод формирования опыта поведения (практика);
- методы стимулирования должного поведения (поощрение, одобрение, осуждение, наказание).

Программа основана на следующих принципах:

- доступности;

- наглядности;
- системности;
- последовательности.

Принцип доступности требует постановки перед обучающимися задач, соответствующих их силам, постепенного повышения трудности осваиваемого учебного материала и соблюдение в обучении элементарных дидактических правил: от известного к неизвестному, от лёгкого к трудному, от простого к сложному.

Принцип системности предусматривает непрерывность процесса формирования технолого-конструкторских навыков, чередования работ и отдыха для поддержания работоспособности и активности обучающихся, определённую последовательность решения заданий.

Индивидуализация и дифференциация процессов работы с обучающимися, добровольность и доступность, творческое содружество и сотворчество детей и педагогов, сочетание индивидуальных, групповых и массовых форм работы, индивидуального и коллективного творчества, а также системный подход к постановке и решению задач образования и воспитания, развития личности и ее самоопределения.

Для выполнения поставленных программой учебно-воспитательных задач предусмотрены следующие **формы занятий**:

- практические и лабораторные занятия;
- занятия-соревнования;
- мастер-классы;
- занятия конференции;
- круглые столы;
- выставки;

-экскурсии в образовательные, научные учреждения и учреждения дополнительного образования.

Содержание занятий и практический материал подбирается с учетом возрастных особенностей и физических возможностей детей. Каждое занятие

включает в себя теоретическую и практическую часть.

В процессе занятий педагог использует следующие **педагогические технологии** (классификация Г. Селевко):

- развивающего обучения с направленностью на развитие творческих качеств личности;
- проблемного обучения;
- ИКТ технологии
- элементы технологии здоровье сбережения.

Воспитательная работа и досуговая деятельность

Программа направлена на воспитание экологической грамотности, творческой личности:

работа с родителями (родительские собрания, индивидуальные беседы, консультации) предполагают взаимопомощь в формировании целостных личностных качеств у детей;

условием нравственного воспитания детей и молодежи в объединении является общение на доверительных началах;

создание дружеской атмосферы в коллективе;

участие в конференциях воспитывает ответственность перед коллективом, самостоятельность и веру в свои силы;

социально значимые мероприятия (проведение мастер-классов, организация выставок, конференций, показательных выступлений и др. коллективных мероприятий) прививают навыки общения друг с другом, сплачивают коллектив, раскрывают творческие возможности ребят, идёт активная социализация, понимание ценности собственного «Я».

7. ПРИМЕРНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК НА 2022/2023 УЧЕБНЫЙ ГОД

Период обучения — сентябрь-май.

Количество учебных недель — 36.

Количество часов — 144.

Режим проведения занятий: 2 раза в неделю.

№	Месяц	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	Сентябрь	лекция	2	Введение в образовательную программу, техника безопасности.	тестирование
2	Сентябрь	лекция, семинар	4	Основы геометрической оптики.	собеседование, практическое задание
3	сентябрь-октябрь	Проектная работа	36	Кейс 1 «Сборка ИК-лазера. Создание лазерной сигнализации невидимым лучом»	Демонстрация решения кейса
3.1	сентябрь	лекция, семинар	10	Физические основы работы лазера.	собеседование, практическое задание
3.2.	октябрь	лекция	6	Устройство лазера.	собеседование
3.3.	октябрь	лекция	6	Классификация лазеров.	собеседование
3.4.	октябрь-ноябрь	семинар	6	Применение лазеров.	практическое задание
3.5.	ноябрь	экскурсия, мастер-класс	8	Развитие лазерных технологий в Мордовии. Деятельность АУ «Технопарк-Мордовия», научно-исследовательские лаборатории Университета.	собеседование
4	ноябрь-декабрь	Проектная работа	36	Кейс 2 «Сборка линии оптической связи. Передача аудио-, видео- и цифровых сигналов»	Демонстрация решения кейса
4.1.	ноябрь	лекция, семинар	6	Закон отражения света. ПВО.	собеседование, практическое задание
4.2.	ноябрь	лекция	4	Особенности распространения света в оптическом волокне.	собеседование
4.3.	декабрь	лекция	6	Конструкция оптического волокна.	собеседование
4.4.	декабрь	лекция, семинар	6	Основные характеристики	собеседование,

				оптического волокна.	практическое задание
4.5.		семинар	6	Применение оптического волокна.	практическое задание
4.6.	декабрь	экскурсия, мастер-класс	8	Развитие волоконной оптики в Мордовии. Деятельность завода АО "Оптиковолоконные Системы", Группы Компаний «Оптикэнерго»	собеседование
5	январь-февраль-март	Проектная работа	30	Кейс 3 «Управление светом. Воспроизведение заданного света»	Демонстрация решения кейса
5.1.	январь	лекция	6	Физическая природа излучения и его характеристики.	собеседование
5.2.	февраль	лекция	6	Источники и приемники света.	собеседование
5.3.	февраль-март	семинар	18	Колориметрия. Программирование света с использованием цветовых пространств.	практическое задание
6	март-апрель-май	Проектная работа	36	Кейс 4 «Светодинамическое моделирование освещения»	практическое задание
6.1.	март-апрель	лекция, семинар	10	Основы программирования систем освещения.	Демонстрация решения кейса
6.2.	апрель	лекция	18	Применение моделирования света. Особенности тепличного освещения. Особенности музеиного освещения.	собеседование, практическое задание
6.3.	апрель-май	лекция, семинар	8	Использование моделирования света в Краеведческом музее Республики Мордовия и в тепличном хозяйстве.	собеседование

8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Нормативная база:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-фз «Об образовании в Российской Федерации» (принят ГД ФС РФ 21.12.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://graph-kremlin.consultant.ru/page.aspx?1646176>
2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 29 августа 2013 г. N 1008 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/12/11/obr-dok.html>
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70731954/>
4. Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р «Об утверждении концепции развития дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/14644/>
5. Концепция развития дополнительного образования детей (утв. распоряжением Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>
6. Распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р «Об утверждении стратегии развития воспитания на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/18312/>

7. Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 мая 2015 года №996-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://government.ru/media/files/f5Z8H9tgUK5Y9qtJ0tEFnyHIBitwN4gB.pdf>

8. Положение о дополнительной общеобразовательной–дополнительной общеразвивающей программе ГАУДО РК «Республиканский центр дополнительного образования» (рек-но методическим советом ГАУДО РК «Республиканский центр дополнительного образования», Протокол № 4 от 25.12.2015 г., утв. директором ГАУДО РК «Республиканский центр дополнительного образования» 25 декабря 2015 г.).

Список литературы для учащихся:

1. Ландсберг Г.С. Оптика, 6-е изд., стереот. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 848 с.
2. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов/ Т.И.Трофимова.- 18-е изд., стер.- М: Академия, 2010.- 560с
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Том IV. Оптика. Сивухин Д.В. 3-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005. - 792 с.
4. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3-х т.: Учебное пособие для студ.вузов/ И.В.Савельев.- 10-е изд.,стерео..- СПб: Лань. - (Учебники для вузов. Специальная литература) Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика.- 2008.- 496с.
5. Фотоника и оптоинформатика. Введение в специальность. Цаплин А.И. Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 399 с.
6. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. М.: Интеллект, 2012
7. А. И. Сидоров, «Основы фотоники: физические принципы и методы преобразования оптических сигналов в устройствах фотоники». Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО «СПб НИУ ИТМО», 2014 г. – 148 стр.
8. Принципы лазеров: [учеб. пособие для вузов] / О. Звелто ; пер. с англ.

Д. Н. Козлова [и др.] ; под науч. ред. Т. А. Шмаонова ; рус. пер. перераб. и доп. при участии автора книги . — 4-е изд. — СПб. : Лань, 2008 . — 720 с.

9. Волоконно-оптические линии связи: учеб. пособие для электротехн. ин-тов связи / И. И. Гроднев . — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Радио и связь, 1990 . — 223 с.

10. Волоконно-оптические датчики / под ред. Э. Удда ; пер. с англ. И. Ю. Шкадиной - М. Техносфера, 2008

11. Основы светотехники: учебное пособие / А.Я. Лейви, А.А. Шульгинов; под ред. А.А. Шульгина. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 71 с

12. «Элементарная светотехника». Варфоломеев Л.П. М. 2008. 220 стр.

13. Майорова О.В., Майоров Е.Е., Туркбоев Б.А. Светотехника: Учебное пособие для студентов вузов. СПбГУИТМО. 2005 - 83с.