

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:40:16  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г.Игнатова  
«2» октября 2020 г.  
М.П.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Квантовая и оптическая электроника»

Направление подготовки – 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»  
Направленность (профиль) – «Технологии материалов и наноструктур»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция **ПК-1** «Способен разрабатывать и обосновывать модернизацию технологических линий, процессов измерений параметров и модификации свойств» сформулирована на основе профессионального стандарта **40.104** «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

**Обобщенная трудовая функция - С [6]** Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

**Трудовая функция- С/02.6** Модернизация существующих и внедрение новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<p><b>ПК-1.КОЭ</b> Способен разрабатывать процессы модификации поверхности материалов с использованием приборов квантово-оптической электроники.</p>	<p><i>Научно-исследовательский тип задач:</i> Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</p>	<p><b>Знание</b> принципов работы устройств квантово-оптической электроники, а также области их применения <b>Умение</b> применять приборы квантово-оптической электроники при формировании наноматериалов и модификации их поверхности в соответствии с техническим заданием <b>Опыт разработки</b> процессов модификации поверхности наноматериалов с использованием приборов квантово-оптической электроники</p>

Компетенция **ПК-4** «Способен осуществлять научно-техническое и методическое сопровождение в производстве полупроводниковых приборов и систем с использованием нанотехнологий» сформулирована на основе профессионального стандарта **26.006** «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов»

**Обобщенная трудовая функция - В [6]** Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов

**Трудовая функция- В/01.6** Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-4.КОЭ</b> Способен осуществлять научно-техническое сопровождение процессов создания приборов квантово-оптической электроники	<i>Технологический тип задач:</i> Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов	<b>Знание</b> основных материалов и методов формирования квантово-оптических структур <b>Умение</b> подбирать материалы и методы формирования квантово-оптических структур для получения квантово-оптического прибора с заданными в соответствии с техническим заданием свойствами и параметрами <b>Опыт научно-технического сопровождения</b> процессов создания приборов квантово-оптической электроники

Компетенция **ПК-5** «Способен разрабатывать, внедрять новые и выработать рекомендации по корректировке существующих технологических процессов выпуска изделий микро- и нанoeлектроники» сформулирована на основе профессионального стандарта **40.058** «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

**Обобщенная трудовая функция – В [6]** Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники

**Трудовая функция - В/02.6** Разработка единичных технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-5.КОЭ</b> Способен разрабатывать технологию формирования изделия квантово-оптической электроники	<i>Технологический тип задач:</i> - Разработка, внедрение новых и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов выпуска изделий микроэлектроники - Проведение технологических процессов и контроль параметров экспериментальных образцов приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов	<b>Знание</b> основных технологий формирования устройств квантово-оптической электроники <b>Умение</b> разрабатывать технологический маршрут изготовления устройств квантово-оптической электроники с заданными характеристиками. <b>Опыт разработки</b> технологии формирования изделий квантово-оптической электроники

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, является элективной.

Входные требования к дисциплине - процесс изучения модуля направлен на формирование профессиональных компетенций. Изучению модуля предшествует формирование общепрофессиональных компетенций в дисциплинах: «Математика», «Физика», «Общее материаловедение», «Физические основы нанoeлектроники и наносистем» и «Физико-химические основы технологии интегральных микро- и наноструктур». Является предшествующей для прохождения практики и выполнения выпускной работы.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	В том числе - Практическая подготовка при выполнении курсовой работы (проекта)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)			
3	6	4	144	16	16	32	80	21	ЗаО, КП

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	В том числе - Практическая подготовка при выполнении курсовой работы (проекта)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)			
1. Физические	4	4	8	20	3	Опрос

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	В том числе - Практическая подготовка при выполнении курсовой работы (проекта)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)			
основы взаимодействия излучения с веществом						Защита лабораторной работы 1 Защита индивидуального творческого задания 1 Защита этапа Курсового проекта Тестирование 1
2. Интегральная и волоконная оптика: область применения, материалы, технологии изготовления элементов	4	8	8	20	4	Опрос Защита лабораторных работ 2 и 3 Защита индивидуального творческого задания 2 Защита этапа Курсового проекта Тестирование 2
3. Приборы оптоэлектроник и: приемники оптического излучения и устройства отображения информации	4	4	8	20	4	Опрос Защита лабораторной работы 4 Защита индивидуального творческого задания 3 Проверка выполнения Теоретической части Курсового проекта
4. Современные оптические технологии в устройствах обработки информации	4	-	8	20	10	Опрос Защита Курсового проекта Итоговая зачетная работа

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Основные оптические понятия. Свойства электромагнитных волн и шкала электромагнитного излучения. Законы геометрической оптики. Взаимодействие света с веществом. Корпускулярно-волновой дуализм.
	2	2	Лазеры: исторический обзор. Устройства и принцип действия. Классификация и виды лазеров. Материалы и технология изготовления.
2	3	2	Волоконная оптика. Волоконно-оптические линии связи. Устройство-волоконно-оптических компонентов. Типы волокон. Применение. Технологии получения.
	4	2	Интегральная и волноводная оптика: история. Планарные и полосковые оптические волноводы. Технология изготовления компонентов интегральной оптики. Элементы планарной интегральной оптики. Оптические резонаторы и волноводы. Материалы и технологии изготовления элементов интегральной оптики.
3	5	2	Фотоэлектронные приемники лазерного излучения. Классификация и технические характеристики приемников оптического излучения. Принцип работы. Материалы фотодиодов.
	6	2	Устройства отображения информации. Классификация и технические характеристики устройств отображения информации. Оптические дисплеи. Голография. Принцип работы.
4	7	2	Оптическая память. История развития. Современное состояние. Принцип работы. Материалы и технологии.
	8	2	Фотонные компьютеры. Вчера. Сегодня. Завтра.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Свет. Основные характеристики световой волны. Расчет параметров световой волны: амплитуда, период, частота

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
			колебаний, длина волны, энергия, скорость распространения. Спектральные характеристики света. Дисперсия света. Спектр видимого излучения.
	2	2	Основные законы геометрической оптики. Преломление и отражение света. Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света.
	3	2	Взаимодействие света с веществом. Фотон. Излучение и поглощение света. Рассеяние света в полупроводниках. Методы измерения оптических параметров.
	4	2	Импульсное и лазерное излучение. Параметры лазерного излучения: мощность, интенсивность, плотность энергии распределения, световой поток и т.д. Расчет параметров лазерного излучения.
2	5	2	Контроль выполнения Индивидуального творческого задания (контроль 1)
	6	2	Структура планарного волновода. Распространение света в оптическом планарном волноводе. Полное внутреннее отражение. Оптические моды в волноводах. Расчет оптических мод в планарном волноводе.
	7	2	Элементы интегральной оптики. Кольцевые резонаторы. Принцип работы. Понятие добротности и резонансной частоты.
	8	2	Управление световым потоком. Электрооптические модуляторы. Интерферометр Маха-Цендера. Расчет входных и выходных параметров светового сигнала.
3	9	2	Контроль выполнения Индивидуального творческого задания (контроль 2)
	10	2	Проверка выполнения Теоретической части Курсовой проектной работы(контроль 1)
	11	2	Семинар-дискуссия «Современные устройства отображения информации: сравнительные характеристики, принципиальные различия, достоинства и недостатки».
	12	2	Проверка выполнения Технологической части Курсовой проектной работы (контроль 2)
4	13	2	Проверка выполнения Материаловедческой части Курсовой проектной работы (контроль 3)
	14	2	Проверка выполнения Инновационной части Курсовой проектной работы (контроль 4)
	15	2	Семинар-конференция 1 «Защита Курсовых проектных работ»

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
	16	2	Семинар-конференция 2 «Защита Курсовых проектных работ»

### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Исследование оптических свойств и спектральных характеристик материалов оптоэлектроники и нанофотоники.
2	2	4	Расчет параметров лазерного излучения.
	3	4	Моделирование распространения световых мод в тонкопленочном волноводе.
3	4	4	Колориметрический анализ оптических отражающих структур.

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	3	Проработка теоретического материала (Лекции 1, 2)
	4	Подготовка к лабораторной работе 1
	4	Подготовка к защите лабораторной работы 1
	1	Подготовка к тестированию по материалам Модуля 1
	3	Выполнение индивидуального задания
	3	<b>Практическая подготовка</b> Выполнение задания Курсовой проекта
	2	Подготовка к сдаче итогового зачета по материалам Модуля 1
2	4	Проработка теоретического материала (Лекции 3, 4)
	2	Подготовка к лабораторной работе 3

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
	2	Подготовка к защите лабораторной работы 3
	2	Подготовка к тестированию по материалам Модуля 2
	4	Индивидуальное творческое задание
	4	<b>Практическая подготовка</b> Выполнение задания Курсовой проектной работы
	2	Подготовка к сдаче итогового зачета по материалам Модуля 2
3	4	Проработка теоретического материала (Лекции 5, 6)
	2	Подготовка к лабораторной работе 4
	2	Подготовка к защите лабораторной работы 4
	4	Индивидуальное творческое задание
	4	<b>Практическая подготовка</b> Выполнение задания Курсовой проектной работы
	4	Подготовка к сдаче итогового зачета по материалам Модуля 3
4	4	Проработка теоретического материала (Лекции 7, 8)
	10	<b>Практическая подготовка</b> Выполнение задания Курсовой проектной работы
	6	Подготовка к сдаче итогового зачета по материалам Модуля 4

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Оптические материалы. Оксид кремния. Кварцевые стекла. Силикатные стекла. Оптические свойства. Особенности применения в оптике и нанофотонике. Спектральные характеристики.
2. Оптические материалы. Боратные, фосфатные и халькогенидные стекла. Свойства, особенности применения в оптике и нанофотонике. Спектральные характеристики.
3. Оптические эффекты в тонких пленках на границе раздела пленка/воздух, пленка/подложка.
4. Распространение света в многослойных тонкопленочных структурах.
5. Метаповерхности. Особенности. Технология изготовления. Область применения.
6. Современное состояние лазерных технологий и передовые научные достижения. Классические и перспективные области применения лазеров. Мониторинговое исследование мирового рынка фотоники и лазерных технологий.
7. Оптические волноводы. Принцип работы. Распространение света в волноводе.
8. Оптические кольцевые резонаторы. Принцип работы. Области применений.
9. Оптические дисплеи. Виды оптических дисплеев. Эволюция дисплеев, современное состояние и принцип работы. Перспективные области применения и передовые научные достижения.

10. Современный рынок оптических дисплеев. Сравнение LCD, LED, OLED, AMOLED и QLED дисплеев: технология изготовления, характеристики формируемого изображения, производительность, энергопотребление и т.д.
11. Оптические отражающие дисплеи: технология E-ink. Принцип работы и современное состояние. Достоинства, недостатки и перспективы применения.
12. Голография. Современное состояние и принцип работы. Достоинства и недостатки. Классические и перспективные области применения. Анализ рынка.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>):

### **Модули 1-4:**

1. Учебно-методические материалы для самостоятельного изучения тематик модулей 1-4 в объеме лекций и семинаров, в том числе для подготовки к тестированиям, устному опросу и зачету.
2. Учебно-методические материалы для самостоятельного изучения теории при подготовке к выполнению лабораторных работ 1-4, а также для обработки полученных результатов и защиты лабораторной работы.
3. Учебно-методические материалы для самостоятельного выполнения практического проектного задания и творческого индивидуального задания.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Киселев. Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: Учеб. пособие / Г. Л. Киселев. - 4-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2020. - 316 с. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/130188> (дата обращения: 09.04.2021). - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.- ISBN 978-5-8114-4986-6.
2. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника : учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов ; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01870-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451676> (дата обращения: 02.08.2020)
3. Ландсберг Г.С. Оптика: Учеб. пособие / Г.С. Ландсберг. - 7-е изд. - М. : Физматлит, 2017. - 852 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105019>(дата обращения: 12.11.2020). - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.- ISBN 978-5-9221-1742-5.
4. Пихтин А. Н. Квантовая и оптическая электроника: Учеб. для вузов / А.Н. Пихтин. - М: Абрис, 2012. - 656 с. - ISBN 978-5-4372-0004-9.
5. Вейко В.П. Лазерные микро- и нанотехнологии в микроэлектронике: Опорный конспект лекций / В.П. Вейко. - СПб. : СПб НИУ ИТМО, 2011. - 141 с. - URL : [http://books.ifmo.ru/book/679/lazernye\\_mikro\\_i\\_nanotehnologii\\_v\\_mikroelektronike.htm](http://books.ifmo.ru/book/679/lazernye_mikro_i_nanotehnologii_v_mikroelektronike.htm) (дата обращения: 23.05.2018). - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.

## Периодические издания

1. **ФОТОНИКА** : научно-технический журнал / РИЦ Техносфера. - Москва: Техносфера, 2006 - . - URL: <http://www.photonics.su/> (дата обращения: 30.06.2021). - Режим доступа: свободный. - ISSN 1993-7296
2. **OpticsExpress**. – USA, 1997 -. - URL: <http://www.opticsexpress.org> (дата обращения: 10.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХБАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **OpticalSocietyofAmerica (OSA)**: сайт. – США, 2010 -. - URL: <http://opticsinfobase.org>. – (дата обращения: 10.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. **GoogleScholar**: сайт. – США, 2004. – URL: <https://scholar.google.ru>. – (дата обращения: 10.09.2020). – Режим доступа: свободный.
3. **SCOPUS**: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. – URL: [www.scopus.com](http://www.scopus.com) (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
4. **РУКОНТ**: Национальный цифровой ресурс: Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва : Сколково, 2010 - . - URL: <https://lib.rucont.ru/search> (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
5. **Лань**: **электронно-библиотечная система**. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com/>(дата обращения: 21.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение** (реализовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Применяются следующие **модели обучения: работа в малых группах, семинары-конференции.**

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: *раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя.*

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах видео-лекций:

- 1) «Лазеры, оптоэлектроника и биофотоника в XXI веке». Учебный фильм (on-line лекция), Самарский Государственный университет. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=k4bBmSan6P8>
- 2) «Светодиодные технологии и оптоэлектроника». Учебный фильм, Университет ИТМО. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=sdnlfJEn-QY>
- 3) «Введение в оптоэлектронику». Учебный фильм (on-line лекция). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=NYmQq8Be8E4>
- 4) «Удивительный мир оптики и лазеров». Открывая лекция, Городской методический центр Москвы. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=CerQ8K3i3fs>

5) «Резонаторы и волноводы». On-line лекция. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=-НуqА6DKBY4>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория № 4136 «Лаборатория микроскопии»	Проектор Epson EB-G5600, мультимедийный комплекс, компьютер, принтер	ОС Windows MS Office браузер
Учебная аудитория № 3345 «Лаборатория общей химии и ФХМА»	Спектрофотометр СФ-56	Не требуется
Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **ПК-1.КОЭ** «Способен разрабатывать процессы модификации поверхности материалов с использованием приборов квантово-оптической электроники».

2. ФОС по подкомпетенции **ПК-4.КОЭ** «Способен осуществлять научно-техническое сопровождение процессов создания приборов квантово-оптической электроники».

3. ФОС по подкомпетенции **ПК-5.КОЭ** «Способен разрабатывать технологию формирования изделия квантово-оптической электроники».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Освоение дисциплины состоит из 4 тематических модулей: модуль 1 – «Физические основы взаимодействия излучения с веществом», модуль 2 – «Интегральная и волоконная оптика: область

применения, материалы, технологии изготовления элементов», модуль 3 – «Приборы оптоэлектроники: приемники оптического излучения и устройства отображения информации» и модуль 4 – «Современные оптические технологии в устройствах обработки информации».

«Модуль 1» посвящен теоретическим основам оптики и фотоники. Рассматриваются фундаментальные понятия, законы и принципы.

«Модуль 2» направлен на детальное изучение устройств интегральной и волноводной оптики. Рассматривается область применения, принцип работы, материалы и технологии изготовления волноводов и некоторых элементов интегральной оптики.

«Модуль 3» раскрывает вопросы, связанные с приемниками излучения и оптическими устройствами отображения информации. Рассматриваются виды фотодиодов, их структура, принцип работы и технология изготовления. Так же оптических дисплеев и принцип создания голографических изображений.

«Модуль 4» рассматривает современные оптические технологии в устройствах обработки и записи информации - фотонные компьютеры и оптические устройства. Принципы их работы и технологии изготовления.

В процессе освоения дисциплины студенты самостоятельно готовят и выполняют предусмотренные контрольные задания на проверку усвоения необходимых знаний в форме тестирования, на проверку умений – в форме защиты лабораторных работ, на проверку опыта деятельности – в форме защиты (представления) индивидуального задания, результат выполнения которых отражается в накопительной балльной системе.

К каждой лабораторной работе необходимо готовить конспект, материалы которого будут использоваться при выполнении лабораторной работы и защите ее результатов.

Тестирование охватывает тематики, освещенные в модулях 1 и 2, и направлено на закрепление и проверку теоретических знаний в области оптики и нанофотоники, оптических материалов и наноструктур, а также на проверку освоения технологических аспектов изготовления устройств интегральной и волноводной оптики.

Творческое индивидуальное задание направлено на закрепление тематик, освещенных в модулях 1-3, и представляет собой проверку умения осуществлять научно-техническое и методическое сопровождение процессов создания приборов квантово-оптической электроники.

Практико-ориентированное задание сконцентрировано на формировании навыка научно-технической разработки в производстве полупроводниковых приборов и систем с использованием нанотехнологий и формированию умения разрабатывать процессы модификации поверхности материалов с использованием приборов квантово-оптической электроники.

Практико-ориентированное проектное задание должно отражать 4 основных аспекта: теоретический, технологический, материаловедческий и инновационный. Под теоретическим аспектом понимается написание литературного обзора по выбранной тематике, включающего краткую историческую справку, принцип работы, обзор современного рынка и рассмотрение перспективных областей применения. Технологический аспект должен отражать разбор технологии изготовления выбранного устройства, оценку ее энергоэффективности и экологичности с точки зрения организации производства, методы, инструменты, подходы и т.д. Материаловедческий аспект включает в себя рассмотрение материалов, используемых в технологии изготовления выбранного устройства и обоснование их применения. В инновационном аспекте следует рассмотреть возможные способы модернизации существующей технологии изготовления выбранного

устройства или используемых в технологии материалов и оценить влияние предлагаемых изменений на входные и выходные параметры изготавливаемого устройства. Выполнение практико-ориентированного проектного задания осуществляется частями

Контрольные точки по сдаче практико-ориентированного проектного задания: 10-ая неделя (1 и 2 часть), 12-ая (3 часть) и 14-ая (4 часть) недели семестра. Защита практико-ориентированного проектного задания осуществляется перед всей группой на семинарах-конференциях посредством устного доклада с презентацией.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ (Zoom, Skype и др.) и электронной почты.

Зачет проходит в форме выполнения заданий для промежуточной аттестации.

### 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительно-балльная система.

Баллами оценивается: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 56 баллов), активность в семестре (в сумме 16 баллов) и сдача зачета (28 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/> .

Получение минимальных баллов по всем контрольным мероприятиям в течение семестра обязательно.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

### РАЗРАБОТЧИКИ:

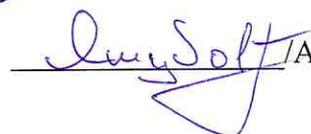
Доцент Института ПМТ, к.т.н.

 /П.И.Лазаренко/

Ассистент Института ПМТ

 /В.Б.Глухенькая/

Ассистент Института ПМТ

 /А.О.Якубов/

Рабочая программа дисциплины «Квантовая и оптическая электроника» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) «Технологии материалов и наноструктур» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 30 сентября 2020 года, протокол № 39.

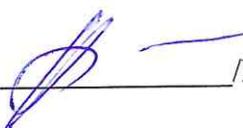
Зам. директора Института  
к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_/А.В. Железнякова/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

  
\_\_\_\_\_/И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки

  
\_\_\_\_\_/Т.П.Филиппова/