

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПРОГРАММЫ РАСЧЁТОВ СИСТЕМ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	5 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	5 семестр - 32 часа;
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 117,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Дискуссия	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сапронов М.В.
	Идентификатор	Rd33df1e8-SapronovMV-9c31c84d

(подпись)

М.В. Сапронов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение компьютерных технологий в области квантовой электроники. Получение навыков применения компьютерных технологий для решения практических задач и ознакомление с различными пакетами специализированного программного обеспечения.

Задачи дисциплины

- Формирование представления о современных возможностях специализированных компьютерных программ расчета, моделирования и обработки данных систем и комплексов квантовой и оптической электроники.;
- Освоение информации об основных алгоритмах, лежащих в основе принципа работы специализированных компьютерных программных пакетов.;
- Приобретение навыков решения практических задач квантовой электроники с использованием компьютерных технологий..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-2 _{ПК-1} Техническое управление разработкой и выпуском проектной конструкторской документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	уметь: - Применять навыки разработки и выпуска проектной документации для проектов квантово-оптических систем. (КМ-5).
ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-4 _{ПК-1} Создание структурных и конструктивно-компоновочных схем с использованием современных систем автоматизированного проектирования квантовооптических систем	знать: - Методики аналитического и численного расчета оптических и оптико-электронных систем и комплексов. (КМ-4 и КМ-5). уметь: - Применять технологии компьютерного моделирования и методы расчета оптических систем и оптических элементов оптико-электронных комплексов для решения практических задач в области квантовой электроники. (КМ-3 и КМ-5).
ПК-2 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального	ИД-2 _{ПК-2} Владеет навыками компьютерного моделирования в области квантовой электроники	знать: - Принципы рационального построения алгоритмов, направленных на решение задач квантовой электроники, с учетом особенностей и специфики каждой конкретной задачи. (КМ-1 и КМ-5). уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования		- Создавать структурные и конструктивно-компоновочные схемы с использованием современных систем проектирования квантово-оптических систем. (КМ-2 и КМ-5).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Принципы процедурного и объектно-ориентированного программирования.
- уметь Составлять алгоритмы на основе базовых алгоритмических структур.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники	48	5	10	8	8	-	-	-	-	-	22	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники" материалу.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Программы моделирования волновых явлений в</p>	
1.1	Компьютерные технологии в процессе моделирования	16		2	4	2	-	-	-	-	-	-	8		-
1.2	Основы работы с программным комплексом OptiFDTD	32		8	4	6	-	-	-	-	-	-	14		-

														системах квантовой электроники и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники" и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 17 – 58, 106 – 145
2	Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники	67	12	12	12	-	-	-	-	-	31	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники" материалу.	
2.1	Гауссов пучок	44	8	4	12	-	-	-	-	-	20	-		
2.2	Основы работы в САПР SYNOPSIS	23	4	8	-	-	-	-	-	-	11	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники" материалу.	

													<p>Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 91 -103, 183 - 192 [4], 20 - 25</p>
3	Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике	65	10	12	12	-	-	-	-	-	31	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике" материалу.</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения</p>
3.1	Компьютерные технологии в научном эксперименте	16	2	4	2	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	Основы языка программирования Visual Basic for Application (VBA)	49	8	8	10	-	-	-	-	-	23	-	

														профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 89 – 177, 258 – 321
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	216.0	32	32	32	-	2	-	-	0.5	84	33.5		
	Итого за семестр	216.0	32	32	32		2		-	0.5		117.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники

1.1. Компьютерные технологии в процессе моделирования

Принципы создания компьютерных моделей процессов в оптико-электронных приборах с помощью системы математических вычислений MathCAD 14.. Метод конечных разностей во временной области (FDTD) для численного решения уравнений Максвелла, записанных в дифференциальной форме..

1.2. Основы работы с программным комплексом OptiFDTD

Основы работы с программным комплексом проектирования и моделирования фотонных компонент квантовой электроники OptiFDTD.. Проектирование фотонных трактов субмикронных размеров в пакете OptiFDTD.. Моделирование распространения, отражения и преломления, дифракции и рассеяния электромагнитного излучения оптического диапазона в фотонных компонентах квантовой электроники в пакете OptiFDTD.. Постобработка смоделированных данных в OptiFDTD..

2. Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники

2.1. Гауссов пучок

Формирование гауссового пучка в резонаторе лазера.. Основные параметры гауссового пучка.. Матрица оптической системы.. Комплексный параметр гауссового пучка.. Матричный метод расчета распространения гауссового пучка в оптической системе.. Моделирование распространения лазерного излучения в оптических системах в среде MathCAD.. Численные методы решения нелинейных уравнений.. Численные методы поиска минимума функции.. Методы численного интегрирования.. Применение численных методов для поиска параметров гауссового пучка, преобразованного оптической системой..

2.2. Основы работы в САПР SYNOPSIS

Расчет параметров и анализ характеристик оптических систем и оптических элементов оптико-электронных комплексов в средстве автоматизированного проектирования SYNOPSIS..

3. Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике

3.1. Компьютерные технологии в научном эксперименте

Компьютерная обработка результатов экспериментальных исследований.. Блок-схемы алгоритмов обработки результатов эксперимента..

3.2. Основы языка программирования Visual Basic for Application (VBA)

Типы данных, операторы, выражения, функции и процедуры в VBA.. Синтаксические конструкции в языке VBA для реализации базовых алгоритмических структур.. Технология создания программы VBA.. Интерактивные формы и обработчики событий в VBA.. Применение VBA как компьютерной технологии сопровождения научного исследования на этапах подготовки эксперимента и обработки результатов..

3.3. Темы практических занятий

1. Численное интегрирование. Квадратурная формула центральных прямоугольников. Квадратурная формула трапеций. Квадратурная формула Симпсона.;
2. Блок-схемы алгоритмов обработки экспериментальных данных.;
3. Знакомство с САПР OptiFDTD. Проектирование фотонных компонент. Моделирование падающего излучения.;
4. Реализация алгоритмов с циклической структурой на языке VBA.;
5. Моделирование электромагнитного поля отраженного, рассеянного и дифрагированного излучения в САПР OptiFDTD.;
6. Постобработка смоделированных сигналов в САПР OptiFDTD.;
7. Реализация алгоритмов с линейной и ветвящейся структурой на языке VBA.;
8. Технология создания интерактивной программы на языке VBA. Формы и элементы управления. Обработчики событий.;
9. Гауссов пучок. Матричный метод расчета параметров гауссова пучка, преобразованного оптической системой. Закон ABCD.;
10. Численное решение нелинейных уравнений. Метод бисекций. Метод Ньютона и его модификации.;
11. Знакомство с языком программирования VBA. Введение в синтаксис.;
12. Численные методы одномерной минимизации. Прямой поиск точки минимума функции. Унимодальные функции. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения..

3.4. Темы лабораторных работ

1. Оптимизация в САПР SYNOPSIS.;
2. Объектно-ориентированное программирование в VBA.;
3. Проектирование и расчёт простейших оптических узлов в САПР SYNOPSIS.;
4. Создание пользовательских программ в MS Excel с помощью макрорекордера и языка VBA.;
5. Статистическая обработка цифровых экспериментальных данных в системе математических вычислений MathCAD.;
6. Линейные и разветвляющиеся алгоритмы в VBA.;
7. Основы работы в САПР OptiFDTD.;
8. Расчет дифракционного поля в САПР OptiFDTD..

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
Знать:					
Методики аналитического и численного расчета оптических и оптико-электронных систем и комплексов. (КМ-4 и КМ-5)	ИД-4ПК-1		+	+	Дискуссия/Защита лабораторных работ Контрольная работа/Контрольная работа №2
Принципы рационального построения алгоритмов, направленных на решение задач квантовой электроники, с учетом особенностей и специфики каждой конкретной задачи. (КМ-1 и КМ-5)	ИД-2ПК-2	+			Дискуссия/Защита лабораторных работ Тестирование/Тест №1
Уметь:					
Применять навыки разработки и выпуска проектной документации для проектов квантово-оптических систем. (КМ-5)	ИД-2ПК-1	+	+	+	Дискуссия/Защита лабораторных работ
Применять технологии компьютерного моделирования и методы расчета оптических систем и оптических элементов оптико-электронных комплексов для решения практических задач в области квантовой электроники. (КМ-3 и КМ-5)	ИД-4ПК-1		+		Дискуссия/Защита лабораторных работ Контрольная работа/Контрольная работа №1
Создавать структурные и конструктивно-компоновочные схемы с использованием современных систем проектирования квантово-оптических систем. (КМ-2 и КМ-5)	ИД-2ПК-2	+			Дискуссия/Защита лабораторных работ Тестирование/Тест №2

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Тест №2 (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест №1 (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Григорьев, А. Д. Методы вычислительной электродинамики / А. Д. Григорьев . – М. : Физматлит, 2012 . – 432 с. - ISBN 978-5-9221-1450-9 .;
2. Заика А. А.- "VBA в MS Office 2007", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (347 с.)
<https://e.lanbook.com/book/100664>;
3. Е. Ф. Ищенко- "Открытые оптические резонаторы: некоторые вопросы теории и расчета", Издательство: "Советское радио", Москва, 1980 - (208 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477421>;
4. Гончаренко, А. М. Гауссовы пучки света / А. М. Гончаренко . – 2-е изд., стереотип . – М. : Эдиториал УРСС, 2005 . – 144 с. - ISBN 5-484-00074-2 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Майнд Видеоконференции;
4. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

37. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;
<http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
43. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
44. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
45. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	А-111/1, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный
Помещения для консультирования	А-201/1, Кабинет сотрудников каф. Физики	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Программы расчётов систем квантовой электроники**

(название дисциплины)

5 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест №1 (Тестирование)
 КМ-2 Тест №2 (Тестирование)
 КМ-3 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
 КМ-4 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
 КМ-5 Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	16	16
1	Программы моделирования волновых явлений в системах квантовой электроники						
1.1	Компьютерные технологии в процессе моделирования		+	+			+
1.2	Основы работы с программным комплексом OptiFDTD			+			+
2	Программы расчета распространения лазерного излучения в оптических трактах систем квантовой электроники						
2.1	Гауссов пучок				+	+	+
2.2	Основы работы в САПР SYNOPSIS						+
3	Программы моделирования и обработки экспериментальных результатов в квантовой электронике						
3.1	Компьютерные технологии в научном эксперименте					+	+
3.2	Основы языка программирования Visual Basic for Application (VBA)					+	+
Вес КМ, %:			10	15	25	25	25