

**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**  
**ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 6;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>6 семестр - 16 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 127,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>6 семестр - 17,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>6 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Печинская О.В.
	Идентификатор	Re5ee8217-ZhukovaOV-c5929df5

О.В. Печинская

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

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

Н.М.  
Скорнякова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

Н.М.  
Скорнякова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение особенностей работы устройств регистрации излучения на основе внешнего и внутреннего фотоэффекта, тепловых эффектов.

### Задачи дисциплины

- изучение принципов работы, параметров и характеристик, источников шумов устройств регистрации излучения различных типов;
- освоение методики энергетического расчёта оптико-электронных систем;
- приобретение навыков выбора устройств регистрации излучения при решении различных технических задач на основе расчёта энергетических параметров приёмника с учётом влияния шумов и фонового излучения.

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 участвовать в проектировании квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля	ИД-2ПК-1 Владеет методами создания структурных и конструктивно-компоновочных схем с использованием современных систем автоматизированного проектирования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные методики проведения экспериментальных исследований параметров электронных устройств регистрации излучения;</li><li>- способы компьютерной обработки данных, полученных с приёмника излучения, а также способы оценки погрешности результатов измерений;</li><li>- способы оценки и контроля параметров и характеристик электронных устройств регистрации излучения;</li><li>- физические принципы работы электронных устройств регистрации излучения.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать тактико-технические характеристики электронных устройств регистрации излучения в составе квантово-оптических систем;</li><li>- проводить энергетический расчёт оптико-электронных приборов с учётом влияния шумов и фонового излучения;</li><li>- рассчитывать параметры устройств регистрации излучения.</li></ul>

## 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 наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать геометрическую оптику

- знать основные процессы взаимодействия излучения с веществом
- знать явления внешнего и внутреннего фотоэффекта; термоэлектрический, пирозлектрический эффекты
- знать физику полупроводников
- знать характеристики источников излучения различных типов: естественные источники, АЧТ, серые тела, лампы, лазерные диоды, лазеры и проч.
- уметь выполнять расчёт интенсивности излучения в заданной плоскости с учётом ограничения пучка лучей в оптической системе
- уметь получать вольт-амперные, амплитудно-частотные и проч. характеристики электронных приборов
- уметь выполнять настройку и градуировку спектральных приборов
- уметь выполнять оценку погрешности результатов измерений

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	Основы работы электронных устройств регистрации излучения	40	6	12	-	12	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы работы электронных устройств регистрации излучения"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основы работы электронных устройств регистрации излучения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 23-25, 25-31, 36-37 [6], стр. 23-30</p>	
1.1	Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала	10		2	-	4	-	-	-	-	-	4	-		
1.2	Методы детектирования	2		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
1.3	Параметры и характеристики приёмников излучения	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-		
1.4	Источники шумов приёмников излучения	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-		
2	Устройства регистрации излучения различных типов	104		16	12	16	-	-	-	-	-	60	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Устройства регистрации излучения различных типов"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Устройства регистрации излучения"</p>	
2.1	Приёмники на основе внешнего фотоэффекта	28		4	4	4	-	-	-	-	-	16	-		
2.2	Приёмники излучения на основе внутреннего фотоэффекта	28		4	4	4	-	-	-	-	-	16	-		
2.3	Фотоприёмники с	28		4	4	4	-	-	-	-	-	16	-		

	координатной выборкой (многоэлементные приёмники излучения)												различных типов" материалу. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Устройства регистрации излучения различных типов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: выполнить энергетический расчёт пирометра по заданным параметрам источника и устройства регистрации излучения. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Устройства регистрации излучения различных типов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], § § 4.1, 5.1, 6.1, 7.1 [3], стр. 1-56 [4], стр. 24-48 [5], § § 14.1, 14.2, 14.4, 14.6.2-14.6.4
2.4	Тепловые приёмники излучения	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	14	-	4	-	0.3	17.7	-	
	Всего за семестр	216.0	28	12	28	14	2	4	-	0.8	93.7	33.5	
	Итого за семестр	216.0	28	12	28		16		4	0.8		127.2	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Основы работы электронных устройств регистрации излучения

##### 1.1. Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала

Обобщённая схема приёмника излучения. Назначение и описание основных структурных элементов приёмника оптического сигнала. Классификация приёмников.

##### 1.2. Методы детектирования

Приёмники излучения с прямым детектированием. Детектирование излучения с преобразованием.

##### 1.3. Параметры и характеристики приёмников излучения

Спектральные параметры и характеристики приёмников излучения. Пороговые и шумовые параметры. Временные (частотные) параметры и характеристики. Электрические и энергетические параметры приёмников излучения.

##### 1.4. Источники шумов приёмников излучения

Тепловой шум. Шум дробового эффекта. Токовый шум. Радиационный (фотонный) шум.

#### 2. Устройства регистрации излучения различных типов

##### 2.1. Приёмники на основе внешнего фотоэффекта

Законы внешнего фотоэффекта. Электровакуумные фотоэлементы. Фотоэлектронные умножители (ФЭУ). Электронно-оптические преобразователи (ЭОП).

##### 2.2. Приёмники излучения на основе внутреннего фотоэффекта

Внутренний фотоэффект в собственных и примесных полупроводниках. Фоторезисторы. Фотодиоды: принцип действия, вольтамперная характеристика. Работа фотодиода в фотодиодном и фотогальваническом режимах. Постоянная времени и частотные характеристики фотодиодов.

##### 2.3. Фотоприёмники с координатной выборкой (многоэлементные приёмники излучения)

Структура и типы фотоприёмников с координатной выборкой. Принцип работы ПЗС-матриц; архитектура ПЗС-матриц. Приборы с зарядовой инжекцией (ПЗИ). Сравнительная характеристика ПЗС-матриц и КМОП-матриц. Основные технические характеристики матриц фотоприёмных устройств. АЦП и ЦАП в приёмниках излучения.

##### 2.4. Тепловые приёмники излучения

Основные принципы работы тепловых приёмников. Термопары. Болометры: металлические, полупроводниковые, сверхпроводящие. Устройства охлаждения тепловых приёмников излучения. Пирозлектрические приёмники.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчёт временных, пороговых и шумовых параметров ПЗС-приёмников;
2. Расчёт максимальной вольтовой чувствительности фотодиода. Выбор сопротивления нагрузки;
3. Расчёт параметров гауссова пучка, преобразованного оптической системой;
4. Расчёт пороговых и шумовых параметров ФЭУ;
5. Расчёт фотосигнала устройства регистрации излучения;
6. Расчёт тока и напряжения шума, отношения сигнал/шум;

7. Расчёт чувствительности приёмника к излучению заданного источника по известным паспортным характеристикам;
8. Расчёт энергетических и световых характеристик излучения.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование работы фотодиода в фотогальваническом и диодном режимах;
2. Изучение работы матричных приёмников излучения;
3. Изучение фотовольтаического эффекта и спектральной чувствительности полупроводникового фотоэлемента;
4. Изучение работы фотоэлектронного умножителя.

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы работы электронных устройств регистрации излучения"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсовой работы под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Устройства регистрации излучения различных типов"

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Основы работы электронных устройств регистрации излучения"
2. Обсуждение материалов по разделу "Устройства регистрации излучения различных типов"

#### Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Устройства регистрации излучения различных типов"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устройства регистрации излучения различных типов"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 6 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Энергетический расчёт оптико-электронного прибора с различными устройствами регистрации излучения: на основе внешнего или внутреннего фотоэффекта, пироэлектрические приёмники.

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2, 3	1, 2, 3, 4, 5	Защита курсового проекта
Объем	20	80	-



раздела, %			
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет параметров потока излучения
2	Расчет интегральной чувствительности приемника
3	Расчет параметров полезного сигнала на выходе оптико-электронного прибора
4	Расчет пороговых и шумовых параметров приемника
5	Расчет отношения сигнал/шум

### 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	
<b>Знать:</b>				
физические принципы работы электронных устройств регистрации излучения	ИД-2ПК-1		+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
способы оценки и контроля параметров и характеристик электронных устройств регистрации излучения	ИД-2ПК-1	+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
способы компьютерной обработки данных, полученных с приёмника излучения, а также способы оценки погрешности результатов измерений	ИД-2ПК-1	+		Тестирование/Тест по теме «Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала»
основные методики проведения экспериментальных исследований параметров электронных устройств регистрации излучения	ИД-2ПК-1	+		Тестирование/Тест по теме «Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала»
<b>Уметь:</b>				
рассчитывать параметры устройств регистрации излучения	ИД-2ПК-1	+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
проводить энергетический расчёт оптико-электронных приборов с учётом влияния шумов и фонового излучения	ИД-2ПК-1		+	Контрольная работа/Расчёт параметров приёмников лазерного излучения Контрольная работа/Расчёт фотосигнала и шумовых параметров приёмников лазерного излучения
анализировать тактико-технические характеристики электронных устройств регистрации излучения в составе квантово-оптических систем	ИД-2ПК-1	+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **6 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчёт параметров приёмников лазерного излучения (Контрольная работа)
2. Расчёт фотосигнала и шумовых параметров приёмников лазерного излучения (Контрольная работа)
3. Тест по теме «Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №6)

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

#### Курсовая работа (КР) (Семестр №6)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Ишанин, Г. Г. Приемники оптического излучения : учебник / Г. Г. Ишанин, В. П. Челибанов ; ред. В. В. Коротаяев . – СПб. : Лань-Пресс, 2018 . – 304 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1048-4 .;
2. Источники и приемники излучения : Учебное пособие для оптических специальностей вузов / Г. Г. Ишанин, и др. – СПб. : Политехника, 1991 . – 240 с. - ISBN 5-7325-0164-9 .;
3. Мацюк, А. С. Приемники лазерного излучения : лабораторный практикум по курсу "Приемники лазерного излучения" для бакалавров по направлению 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника" / А. С. Мацюк, О. В. Печинская ; ред. О. В. Печинская ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-2136-2 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10794>;
4. Орлов, Д. А. Приемники оптического излучения : учебное пособие для вузов по специальности 210103 "Квантовая и оптическая электроника" направления 210100 "Электроника и микроэлектроника" / Д. А. Орлов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 80 с. - ISBN 978-5-383-00493-7 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=1674>;

5. Фрайден, Д. Современные датчики : справочник : пер. с англ. / Д. Фрайден . – М. : Техносфера, 2006 . – 592 с. – (Мир электроники) . - ISBN 5-948360-50-4 .;
6. Ишанин Г. Г., Челибанов В. П.- "Приемники оптического излучения", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (304 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/168713>.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

## **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](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 Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
12. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
13. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
14. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
15. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
16. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
17. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
18. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
19. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
20. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
21. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
22. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
23. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
24. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
25. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
26. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
27. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
28. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
29. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
30. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

31. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
32. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
33. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
34. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
35. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
36. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>
37. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
38. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
39. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.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-103, Учебная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, экран, колонки
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-212, Учебная лаборатория "Приемники оптического излучения"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, колонки, компьютер персональный, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук
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, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А.	стеллаж для хранения инвентаря, инвентарь специализированный,

и учебного инвентаря	Фабриканта	инвентарь учебный, книги, учебники, пособия
----------------------	------------	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Электронные устройства регистрации излучения

(название дисциплины)

## 6 семестр

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

- КМ-1 Тест по теме «Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала» (Тестирование)  
 КМ-2 Расчёт параметров приёмников лазерного излучения (Контрольная работа)  
 КМ-3 Расчёт фотосигнала и шумовых параметров приёмников лазерного излучения (Контрольная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основы работы электронных устройств регистрации излучения					
1.1	Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала		+			
1.2	Методы детектирования		+			
1.3	Параметры и характеристики приёмников излучения		+			+
1.4	Источники шумов приёмников излучения		+			+
2	Устройства регистрации излучения различных типов					
2.1	Приёмники на основе внешнего фотоэффекта			+	+	+
2.2	Приёмники излучения на основе внутреннего фотоэффекта			+	+	+
2.3	Фотоприёмники с координатной выборкой (многоэлементные приёмники излучения)			+	+	+
2.4	Тепловые приёмники излучения			+	+	
Вес КМ, %:			15	25	35	25

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Электронные устройства регистрации излучения**

(название дисциплины)

**6 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-2 Оценка выполнения разделов 1 и 2 «Расчет параметров потока излучения» и «Расчет интегральной чувствительности приемника»
- КМ-3 Оценка выполнения разделов 3, 4 и 5 «Расчет параметров полезного сигнала на выходе оптико-электронного прибора», «Расчет пороговых и шумовых параметров приемника» и «Расчет отношения сигнал/шум»
- КМ-4 Качество оформления КР

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	12	16	16	16
1	Расчет параметров потока излучения		+	+		+
2	Расчет интегральной чувствительности приемника		+	+		+
3	Расчет параметров полезного сигнала на выходе оптико-электронного прибора		+		+	+
4	Расчет пороговых и шумовых параметров приемника				+	+
5	Расчет отношения сигнал/шум				+	+
Вес КМ, %:			20	30	30	20