

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Твердотельная микро- и нанoeлектроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИЁМНИКИ 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.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 6;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 129,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>1 семестр - 15,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>1 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>1 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Мирошников Б.Н.
	Идентификатор	Rd4c7098c-MiroshnikovBN-eb38ec4

Б.Н.  
Мирошников


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Баринов А.Д.
	Идентификатор	Ra98e1318-BarinovAD-f138ec4f

А.Д. Баринов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Зезин Д.А.
	Идентификатор	Re7522a00-ZezinDA-ba8dbd73

Д.А. Зезин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Состоит в изучении разновидностей полупроводниковых оптоэлектронных приборов, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения.

### Задачи дисциплины

- освоение принципов работы и моделей основных полупроводниковых приемников излучения (фоторезисторов, фотодиодов), приемников теплового излучения (болومترических элементов)..

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 полупроводниковых приборов и / или интегральных схем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов в соответствующих областях электроники	знать: - основные приборы, используемые для приема излучения разных длин волн, и принципы их работы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Твердотельная микро- и наноэлектроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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	Задачи и направления развития оптоэлектроники. Взаимодействие излучения и полупроводниковых структур	26	1	4	4	4	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Задачи и направления развития оптоэлектроники. Взаимодействие излучения и полупроводниковых структур" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи и направления развития оптоэлектроники. Взаимодействие излучения и полупроводниковых структур" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 3-9 [4], 229 - 252</p>
1.1	Характеристики излучения. Оптические свойства полупроводников и их влияние на параметры фотоприемников.	26		4	4	4	-	-	-	-	-	14	-	
2	Основные параметры и характеристики ФП	14		4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
2.1	Основные параметры и характеристики ФП.	14		4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные параметры и характеристики ФП" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Подготовка к лабораторным работам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>

													<p>"Основные параметры и характеристики ФП"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные параметры и характеристики ФП"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 33-48, 258-262 [2], 10-19 [4], 8 - 10, 23 - 45</p>
3	Фоторезисторы (ФР). Собственные и примесные.	46	10	8	6	-	-	-	-	-	22	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Фоторезисторы (ФР). Собственные и примесные." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Подготовка к лабораторным работам.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Фоторезисторы (ФР). Собственные и примесные."</p> <p><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: Моделирование параметров фоторезистора на основе Si при заданной температуре T=300 К.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 55-86, 160-162, 263-269 [2], 66-80</p>
3.1	Физические явления в фоторезисторах. Схема измерения.	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
3.2	Собственный ФР (СФР). Параметры СФР, изготовленных из различных полупроводниковых материалов.	16	2	8	-	-	-	-	-	-	6	-	
3.3	Параметры ПФР, изготовленных из различных полупроводниковых материалов.	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
3.4	Основы теории шумов ФР.	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	

														[3], 7-11, 19-32, 75-90 [4], 11, 53 - 64
4	Основы работы фотоприёмников с потенциальными барьерами	24	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы работы фотоприёмников с потенциальными барьерами"	
4.1	Фотодиод (ФД) на основе pn-перехода.	24	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<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: Моделирование параметров фотодиода на основе Si при заданной температуре T=300 К. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы работы фотоприёмников с потенциальными барьерами" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 112-134,163-164, 269-273 [2], 96-106, 129-136 [3], 33-37, 66-74 [4], 12 - 13, 76 - 97	
5	Элементы конструкция фотоприемников.	16	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементы конструкция фотоприемников, современные тенденции конструкции"	
5.1	Материалы для оптических окон, оптические фильтры.	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Элементы конструкция фотоприемников, современные тенденции конструкции"	
5.2	Системы охлаждения.	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 65 - 75	
6	Современные фотоприёмники, ПЗС,	18	6	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу	

	болометрические элементы, ФПУ на основе матричных ФЧС												"Современные фотоприёмники, ПЗС, болометрические элементы, ФПУ на основе матричных ФЧС"
6.1	Приборы с зарядовой связью.	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>
6.2	Болометрические элементы.	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные фотоприёмники, ПЗС, болометрические элементы, ФПУ на основе матричных ФЧС"
6.3	Матричные ФПУ.	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 146-159, 175-178, 274-276 [4], 121 - 177, 217 - 221
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>95.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>129.2</b>		

**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. Задачи и направления развития оптоэлектроники. Взаимодействие излучения и полупроводниковых структур

1.1. Характеристики излучения. Оптические свойства полупроводников и их влияние на параметры фотоприемников.

Изучение основных свойств излучения. Единицы измерений. Типы источников излучения.. Закон Бугера-Ламберта. Коэффициент поглощения, оптического пропускания и отражения..

#### 2. Основные параметры и характеристики ФП

2.1. Основные параметры и характеристики ФП.

Сопротивление ФП. Чувствительность. Обнаружительная способность. Частотные характеристики.. Идеальный ФП..

#### 3. Фоторезисторы (ФР). Собственные и примесные.

3.1. Физические явления в фоторезисторах. Схема измерения.

Фотопроводимость фоторезисторов. Схема измерения параметров ФР. Ее особенности..

3.2. Собственный ФР (СФР). Параметры СФР, изготовленных из различных полупроводниковых материалов.

Принцип действия СФР.. Равномерное и неравномерное поглощение.. История развития СФР. Особенности и параметры СФР на основе различных материалов. Влияние центров прилипания на работу СФР. Эффект вытягивания.

3.3. Параметры ПФР, изготовленных из различных полупроводниковых материалов.

Принцип действия ПФР. Температурные ограничения.. Особенности и параметры ПФР на основе различных материалов.

3.4. Основы теории шумов ФР.

Типы шумов ФР. Моделирование шума ФР..

#### 4. Основы работы фотоприёмников с потенциальными барьерами

4.1. Фотодиод (ФД) на основе рп-перехода.

Принцип работы ФД. Режимы работы ФД.. Параметры ФД. Шумы ФД.. Виды ФД и их особенности..

#### 5. Элементы конструкция фотоприемников.

5.1. Материалы для оптических окон, оптические фильтры.

Ограничивающие фильтры.. Защитные фильтры..

5.2. Системы охлаждения.

Система охлаждения замкнутого цикла.. Система охлаждения разомкнутого цикла..

#### 6. Современные фотоприёмники, ПЗС, болометрические элементы, ФПУ на основе матричных ФЧС



6.1. Приборы с зарядовой связью.  
Принцип работы и структура ПЗС..

6.2. Боллометрические элементы.  
Принцип действия боллометрических элементов..

6.3. Матричные ФПУ.  
Схемотехнические и технологические особенности матричных ФПУ..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Изучение параметров современных фотоприемных устройств;
2. Расчет оптимальных температурных условий для фотоприемника, подбор системы охлаждения. Выбор материалов для окон фотоприемников;
3. Расчет лавинного ФД и фотодиода Шоттки;
4. Принцип работы и расчет некоторых параметров классического ФД;
5. Расчет параметров ФР при освещении;
6. Расчет темновых характеристик ФР;
7. Расчет параметров идеального ФП;
8. Расчет параметров излучающего тела (АЧТ).

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование работы фоторезисторов в динамическом режиме;
2. Изучение статических характеристик полупроводниковых фотодиодов и фоторезисторов;
3. Изучение статических характеристик полупроводниковых фотодиодов..

### 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.
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). в рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий.

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 1 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Материал - КРТ ( $x=0.3$ ) (77 К)
- Материал - PbS (300 К)
- Материал - InSb (77 К)
- Материал - Si (77 К)
- Материал - Si (300 К)
- Материал - Ge (77 К)
- Материал - Ge (300 К)
- Материал - GaAs (300 К)
- Материал - PbSe (300 К)

- Материал - РbTe (300 К)

**График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	35	40	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	60	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Моделирование темновой ВАХ ФР
2	Моделирование световой ВАХ ФР
3	Спектральные характеристики ФР

### 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	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
основные приборы, используемые для приема излучения разных длин волн, и принципы их работы	ИД-1ПК-1	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Изучение статических характеристик полупроводниковых фотодиодов и фоторезисторов" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Исследование работы фоторезисторов в динамическом режиме" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Исследование световых характеристик фоторезисторов" Контрольная работа/Итоговая контрольная работа Контрольная работа/Основные параметры и определения.

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

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

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Итоговая контрольная работа (Контрольная работа)
2. Основные параметры и определения. (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы "Изучение статических характеристик полупроводниковых фотодиодов и фоторезисторов" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы "Исследование работы фоторезисторов в динамическом режиме" (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы "Исследование световых характеристик фоторезисторов" (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 №1)

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

#### Курсовая работа (КР) (Семестр №1)

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

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

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

1. Твердотельная электроника : учебное пособие для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника" / Э. Н. Воронков, [и др.] . – М. : АКАДЕМИЯ, 2009 . – 320 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-4618-1 .;
2. Мирошникова, И. Н. Оптоэлектроника. Лабораторные работы. Ч.1 : методическое пособие по курсам "Оптоэлектроника", "Приемники излучения и фотоприемные устройства" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / И. Н. Мирошникова, Ю. А. Мухин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 136 с.  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=2863>;
3. Мирошникова, И. Н. Оптоэлектроника. Лабораторные работы. Ч.2 : методическое пособие по курсам "Оптоэлектроника", "Приемники излучения и фотоприемные устройства" по направлению "Электроника и наноэлектроника" / И. Н. Мирошникова, Нац. исслед. ун-т

"МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 108 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4106>;

4. 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	К-102, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	К-108, Учебная лаборатория по курсам: «Оптоэлектроника», «Многоэлементные приемники излучения»	стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, лабораторный стенд, оборудование учебное, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	К-108, Учебная лаборатория по курсам: «Оптоэлектроника», «Многоэлементные приемники излучения»	стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, лабораторный стенд, оборудование учебное, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	К-102а, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
	К-102, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для	К-109/1, Кабинет	кресло рабочее, рабочее место

консультирования	сотрудников каф. "ЭиН"	сотрудника, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, стол для совещаний, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, оборудование для экспериментов, компьютер персональный, документы, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	К-115, Склад каф. "ЭиН"	стеллаж, инвентарь учебный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Полупроводниковые приёмники излучения

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Основные параметры и определения. (Контрольная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы "Изучение статических характеристик полупроводниковых фотодиодов и фоторезисторов" (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторной работы "Исследование работы фоторезисторов в динамическом режиме" (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы "Исследование световых характеристик фоторезисторов" (Лабораторная работа)
- КМ-6 Итоговая контрольная работа (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	12	15	15
1	Задачи и направления развития оптоэлектроники. Взаимодействие излучения и полупроводниковых структур						
1.1	Характеристики излучения. Оптические свойства полупроводников и их влияние на параметры фотоприемников.		+	+	+	+	+
2	Основные параметры и характеристики ФП						
2.1	Основные параметры и характеристики ФП.		+	+	+	+	+
3	Фоторезисторы (ФР). Собственные и примесные.						
3.1	Физические явления в фоторезисторах. Схема измерения.		+	+	+	+	+
3.2	Собственный ФР (СФР). Параметры СФР, изготовленных из различных полупроводниковых материалов.		+	+	+	+	+
3.3	Параметры ПФР, изготовленных из различных полупроводниковых материалов.		+	+	+	+	+
3.4	Основы теории шумов ФР.		+	+	+	+	+
4	Основы работы фотоприёмников с потенциальными барьерами						
4.1	Фотодиод (ФД) на основе рп-перехода.		+	+	+	+	+
5	Элементы конструкция фотоприемников.						

5.1	Материалы для оптических окон, оптические фильтры.	+	+	+	+	+
5.2	Системы охлаждения.	+	+	+	+	+
6	Современные фотоприёмники, ПЗС, болометрические элементы, ФПУ на основе матричных ФЧС					
6.1	Приборы с зарядовой связью.	+	+	+	+	+
6.2	Болометрические элементы.	+	+	+	+	+
6.3	Матричные ФПУ.	+	+	+	+	+
Вес КМ, %:		5	20	20	20	35



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

**Полупроводниковые приёмники излучения**

(название дисциплины)

**1 семестр**

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

КМ-1 Моделирование темновой ВАХ ФР

КМ-2 Моделирование световой ВАХ ФР

КМ-3 Спектральные характеристики ФР

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	8	12	15
1	Моделирование темновой ВАХ ФР		+		
2	Моделирование световой ВАХ ФР			+	
3	Спектральные характеристики ФР				+
Вес КМ, %:			25	35	40