

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики

Дата подписания: 01.09.2023 09:31:22

Уникальный программный ключ:

65ab2aa0d384efe8480e6a4cf88eddbcf475e411a

Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Физические основы электроники»

Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ физических эффектов и процессов, определяющих принципы действия основных электронных приборов, способность использовать полученные знания для решения задач инженерной деятельности.

Задачи изучения дисциплины

- ознакомление с элементами кристаллографии и основами атомной и квантовой физики;
- ознакомление с современным уровнем развития физических основ полупроводниковой электроники с учетом использования перспективных полупроводниковых материалов;
- изучение физических процессов образования свободных носителей заряда в полупроводниках;
- изучение физических процессов, происходящих на границе раздела: двух полупроводников, металл - полупроводник, диэлектрик - полупроводник;
- изучение фотоэлектрических явлений в полупроводниках и р-п переходах;
- изучение электрических параметров и характеристик различного вида электрических контактов в полупроводниковой электронике, а также структур с взаимодействующими р-п переходами и структур металл - диэлектрик - полупроводник.

Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2 Применяет фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы, и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности
	ОПК-1.3 Осуществляет аргументированный выбор методов естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Разделы дисциплины

1. Введение в физику полупроводников
2. Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов
3. Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах
4. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана факультета

фундаментальной и прикладной
информатики



Т.А. Ширабакина

« 31 » 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы электроники

(наименование вида и типа практики)

ОПОП ВО 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

Направленность (профиль, специализация) «Проектирование и технология

электронных средств»

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения

очная



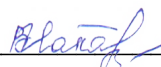
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование электронных средств на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» 03 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств" на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи № «17» 26.06 2019 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____  Андронов В.Г.
 Разработчик программы _____
 к.т.н. _____  Брежнева Е.О.
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)
 Директор научной библиотеки _____  Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 27.08.20 г. протокол № 18.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ 

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 05 2020 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 27.08.21 г. протокол № 1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ 

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 6 «26» 02 2021 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 31.08.22 г. протокол № 1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ 

Лист 2 (продолжение)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022 г., на заседании кафедры Космического приборостроения и систем связи, от 31.08.2023, протокол № 1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____



Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол №__ «__»__20__г., на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол №__ «__»__20__г., на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол №__ «__»__20__г., на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ физических эффектов и процессов, определяющих принципы действия основных электронных приборов, способность использовать полученные знания для решения задач инженерной деятельности.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление с элементами кристаллографии и основами атомной и квантовой физики;
- ознакомление с современным уровнем развития физических основ полупроводниковой электроники с учетом использования перспективных полупроводниковых материалов;
- изучение физических процессов образования свободных носителей заряда в полупроводниках;
- изучение физических процессов, происходящих на границе раздела: двух полупроводников; металл - полупроводник; диэлектрик - полупроводник;
- изучение фотоэлектрических явлений в полупроводниках и *p-n* переходах;
- изучение электрических параметров и характеристик различного вида электрических контактов в полупроводниковой электронике, а также структур с взаимодействующими *p-n* переходами и структур металл - диэлектрик - полупроводник.

-

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2 - Применяет фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы, и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы кристаллографии полупроводников; - основы атомной и квантовой физики; - физические процессы, происходящие на границе раздела различных сред; - математическую модель идеализированного р-п-перехода и влияние на ВАХ ширины запрещенной зоны (материала), температуры и концентрации примесей. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить значения электрофизических параметров полупроводниковых материалов (кремния, германия, арсенида галлия) в учебной и справочной литературе для оценки их влияния на параметры структур; - экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур. - изображать структуры с различными контактными переходами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками изображения полупроводниковых структур с использованием зонных энергетических диаграмм; - навыками работы с типовыми средствами измерений с целью измерения основных параметров и статических характеристик изучаемых структур.
		ОПК-1.3 - Осуществляет аргументированный выбор методов естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физический смысл основных параметров и основные характеристики электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике; - методы исследования характеристик полупроводниковых устройств; - взаимосвязь между физической реализацией полупроводниковых структур и их моделями, электрическими характеристиками и параметрами. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объяснять принцип действия и составлять электрические и математические модели рассматриваемых структур; - объяснять связь физических параметров со статическими характеристиками и параметрами изучаемых структур. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками составления эквивалент-

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			ных схем изучаемых структур; - навыками выбора метода исследования характеристик полупроводниковых устройств и анализа полученных результатов; - навыками составления и оформления отчётов по результатам экспериментальных лабораторных исследований изучаемых структур и аргументированной защиты.

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Физические основы электроники» входит в обязательную блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств". Дисциплина изучается на 2 курсе в 4-м семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоёмкость (объем) дисциплины составляет 4 зачётных единицы (з.е.), 144 академических часа.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоёмкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	48
в том числе:	
лекции	16
лабораторные занятия	16
практические занятия	16
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	67,85
Контроль (подготовка к экзамену)	27
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Введение в физику полупроводников	Элементы кристаллографии полупроводников. Элементы атомной и квантовой физики полупроводников. Зонная модель твердых тел (металлы, полупроводники, диэлектрики). Примесные полупроводники. Проводимости n- и p-типа. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Способы описания состояния макроскопической системы. Условие термодинамического равновесия. Понятие о квантовой статистике.
2	Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов	Дрейфовая проводимость. Диффузионное движение носителей. Коэффициент диффузии. Зонные диаграммы контакта металла и полупроводника. ВАХ контакта металл-полупроводник. Физические процессы при идеализированном контакте полупроводников p- и n-типа с одинаковой шириной запрещенной зоны. Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия. Прямое и обратное включение. Вольтамперная характеристика (ВАХ) идеализированного перехода и ее уравнение. Учет генерации и рекомбинации носителей заряда и омических сопротивлений p- и n- областей.
3	Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах	Взаимодействующие переходы - основа биполярного транзистора. Схемы включения с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором. Зонные диаграммы структуры МДП в состоянии термодинамического равновесия, эффект поля и возможности инверсии типа проводимости полупроводника. Влияние напряжения на управляющем переходе на процессы в канале. Идеализированные статические характеристики структур с управляющим переходом.
4	Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	Поглощение света полупроводниками. Фотопроводимость. Вольтамперная характеристика и параметры. Основы эмиссионной электроники. Виды эмиссии. Физические процессы в газоразрядных приборах.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	8	
1.	Введение в физику полупроводников	4	1	1	У-1-7 МУ-1	С4, Р4, Т4	ОПК-1
2.	Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов	4	2	2	У-1-7 МУ-2	С8,Р8,Т8	ОПК-1
3.	Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах	4	3	3	У-1-7 МУ-3	С12,Р12, Т12	ОПК-1
4.	Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	4	4	4	У-1-7 МУ-4	С18,Р18, Т18	ОПК-1

С – собеседование, Р – защита (проверка) рефератов, Т- тестирование

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час
1	2	3
1	Исследование вольтамперных и вольтфарадных характеристик полупроводниковых диодов	4
2	Определение ширины запрещенной зоны полупроводников методом измерения обратных токов р-п - переходов	4
3	Исследование эффекта сильного поля в полупроводниках	4

1	2	3
4	Исследование фотоэлектрических свойств фотодиодов	4
Итого		16

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час
1	2	4
1.	Введение в физику полупроводников	4
2.	Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов	4
3.	Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах	4
4.	Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	4
Итого		16

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1.	Исследование вольтамперных и вольтфарадных характеристик полупроводниковых диодов	4 неделя	15
2.	Определение ширины запрещенной зоны полупроводников методом измерения обратных токов р-п - переходов	8 неделя	15
3.	Исследование эффекта сильного поля в полупроводниках	12 неделя	15
4.	Исследование фотоэлектрических свойств фотодиодов	18 неделя	22,85
Итого			67,85
Подготовка к экзамену			27

5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического
- и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- вопросов к экзамену;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования общепрофессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	Введение в физику полупроводников	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	3
2	Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	3
3	Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	3
4	Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	3
Итого			12

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудоуственному воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки высокого профессионализма ученых их ответственности за результаты деятельности для человека и общества;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (проектное обучение, разбор конкретных ситуаций);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ОПК-1- Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для реше-	Высшая математика Алгебра и геометрия Физика	Учебная ознакомительная практика Физические основы электроники	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

ния задач инженерной деятельности	Теория электрических цепей		
-----------------------------------	----------------------------	--	--

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-1/ основной	ОПК-1.2 - Применяет фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы, и методы накопления, передачи и обработки информации в инженерной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы кристаллографии полупроводников; - основы атомной и квантовой физики; - физические процессы, происходящие на границе раздела различных сред; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить значения электрофизических параметров полупроводниковых материалов в учебной и справочной литературе для оценки их влияния на параметры структур. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками изображения полупроводниковых структур с использованием зонных энергетических диаграмм. 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы кристаллографии полупроводников; - основы атомной и квантовой физики; - физические процессы, происходящие на границе раздела различных сред; - математическую модель идеализированного p-n-перехода. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить значения электрофизических параметров полупроводниковых материалов (кремния, германия, арсенида галлия) в учебной и справочной литературе для оценки их влияния на параметры структур; - изображать структуры с различными контактными переходами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками изображения полупроводниковых структур с использованием зонных энергетических диаграмм; - базовыми навыками работы с типовыми 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы кристаллографии полупроводников; - основы атомной и квантовой физики; - физические процессы, происходящие на границе раздела различных сред; - математическую модель идеализированного p-n-перехода и влияние на ВАХ ширины запрещенной зоны (материала), температуры и концентрации примесей. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить значения электрофизических параметров полупроводниковых материалов (кремния, германия, арсенида галлия) в учебной и справочной литературе для оценки их влияния на параметры структур; - экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур. - изображать структуры с различными контактными переходами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками изображения полупроводниковых структур с использованием зонных энергетических диаграмм;

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			средствами измерений с целью измерения основных параметров и статических характеристик изучаемых структур	- навыками работы с типовыми средствами измерений с целью измерения основных параметров и статических характеристик изучаемых структур
	ОПК-1.3 - Осуществляет аргументированный выбор методов естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физический смысл основных параметров и основные характеристики электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объяснять принцип действия и составлять электрические и математические модели рассматриваемых структур. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками составления эквивалентных схем изучаемых структур; - навыками составления и оформления отчетов по результатам экспериментальных лабораторных исследований изучаемых структур. 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физический смысл основных параметров и основные характеристики электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике; - методы исследования характеристик полупроводниковых устройств; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объяснять принцип действия и составлять электрические и математические модели рассматриваемых структур; - объяснять связь физических параметров со статическими характеристиками и параметрами изучаемых структур. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками составления эквивалентных схем изучаемых структур; - навыками составления и оформления отчетов по результатам экспериментальных лабораторных исследований изучаемых структур и аргументированной защиты. 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физический смысл основных параметров и основные характеристики электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике; - методы исследования характеристик полупроводниковых устройств; - взаимосвязь между физической реализацией полупроводниковых структур и их моделями, электрическими характеристиками и параметрами. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объяснять принцип действия и составлять электрические и математические модели рассматриваемых структур; - объяснять связь физических параметров со статическими характеристиками и параметрами изучаемых структур. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками составления эквивалентных схем изучаемых структур; - навыками выбора метода исследования характеристик полупроводниковых устройств и анализа полученных результатов; - навыками составления и оформления отчетов по результатам экспериментальных лабораторных исследований изучаемых структур и аргументированной защиты.

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				Наименование	№№ заданий	
4-й семестр						
1	Введение в физику полупроводников Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах	ОПК-1	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Контрольные вопросы к лабораторной работе	МУ ЛЗ №1 (1-5)	Согласно табл.7.2
				Вопросы к собеседованию	1-5	
				Темы рефератов	1-3	
2	Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов Введение в физику полупроводников Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов	ОПК-1	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Контрольные вопросы к лабораторной работе	МУ ЛЗ №2 (1-5)	Согласно табл.7.2
				Вопросы к собеседованию	6-11	
				Темы рефератов	4-7	
3	Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах Введение в физику полупроводников	ОПК-1	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Контрольные вопросы к лабораторной работе	МУ ЛЗ №3 (1-5)	Согласно табл.7.2
				Вопросы к собеседованию	12-15	
				Темы рефератов	8-11	
4	Кинетика носителей заряда в полупровод-	ОПК-1	Лекции Лабораторные	Контрольные	МУ ЛЗ №4 (1-5)	Согласно табл.7.2

	никах и физические процессы при контакте разнородных материалов		работы Практические занятия, СРС	вопросы к лабораторной работе		
				Вопросы к собеседованию	16-20	
				Темы рефератов	12-15	

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Вопросы для собеседования:

1. 1. Какие материалы относят к полупроводникам?
2. Классификация неорганических кристаллических полупроводников.
3. Дайте определение кристаллического твердого тела.
4. Что такое кристаллическая решетка?
5. Что называется узлом кристаллической решетки?
6. Как строится элементарная ячейка кристаллической решетки?
7. Какая решетка кристалла называется простой, а какая - сложной?
8. Опишите метод кристаллографического индицирования, разработанный Миллером?

Вопросы к тестированию по теме 1:

1. Выберите из списка частицу, не относящуюся к фермионам
 - а) электрон
 - б) протон
 - в) фонон
 - г) нейтрон

Темы рефератов:

1. Адронный коллайдер
2. Этапы развития электроники от микро- до нано.
3. Солнечные батареи на полупроводниковых структурах.
4. Природные и синтетические алмазы – уникальность областей применения.
5. Кристаллы в лазерной технике.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УМК по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УМК и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

1. Примеси, поставляющие в зону проводимости дополнительное количество электронов называются:
 - а) донорными
 - б) акцепторными
 - в) донорно-акцепторными

Задание в открытой форме:

1. Принцип тождественности одинаковых частиц - ...

Задание на установление правильной последовательности,

1. Установите последовательность развития теории строения атома ориентируясь на фамилии выдающихся ученых:
 - 1 Томсон
 - 2 Бор

- 3 Дальтон
- 4 Демокрит
- 5 Резерфорд
- 6 Шредингер

Задание на установление соответствия:

1. **Установите соответствие:**

1. Открытые системы	а) не обмениваются веществом с другими системами
2. Закрытые системы	б) обмениваются веществом и энергией с другими системами
3. Адиабатные системы	в) не обмениваются с другими системами веществом и энергией
4. Изолированные системы	г) отсутствует теплообмен с другими системами

Компетентностно-ориентированная задача:

Опишите методику исследования вольт-амперной характеристики диода, поясните вольт-фарадную зависимость, какие физические явления обуславливают ее вид.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 Обально-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	баллы	примечание	баллы	примечание

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	баллы	примечание	баллы	примечание
4-й семестр				
Лабораторная работа №1 Исследование вольтамперных и вольтфарадных характеристик полупроводниковых диодов	2	Выполнил, но «не защитил»	5	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №2 Определение ширины запрещенной зоны полупроводников методом измерения обратных токов p-n - переходов	2		5	
Лабораторная работа №3 Исследование эффекта сильного поля в полупроводниках	2		5	
Лабораторная работа №4 Исследование фотоэлектрических свойств фотодиодов	2	Обучающийся слабо ориентируется в пройденном материале, дает ответы менее чем на 50% вопросов	5	Обучающийся отлично ориентируется в пройденном материале, дает ответы более чем на 90% вопросов
Практические занятия №1 Введение в физику полупроводников	2		5	
Практические занятия №2 Кинетика носителей заряда в полупроводниках и физические процессы при контакте разнородных материалов	2		5	
Практические занятия №3 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами, МДП-структурах	2		5	
Практические занятия №4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках и физические основы электровакуумных и газоразрядных приборов	2		5	
СРС	4		8	
Итого	20		48	
Посещаемость	4		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Умрихин, Владимир Васильевич. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Умрихин ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2011. - 316 с.
2. Марков, В. Ф. Материалы современной электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Марков, Х. Мухамедзянов, Л. Маскаева. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 272 с. – Режим доступа: biblioclub.ru
3. Иванов, И. Г. Основы квантовой электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Г. Иванов. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с. – Режим доступа: biblioclub.ru

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Марголин, Владимир Игоревич. Физические основы микроэлектроники [Текст] : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, В. А. Тупик. - М. : Академия, 2008. - 400 с.
5. Драгунов, В. П. Основы наноэлектроники [Текст] : учебное пособие для студ. вуз. / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - Новосибирск : НГТУ, 2000. - 332 с.
6. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов [Текст] / А. И. Лебедев. - М. : Физматлит, 2008. - 488 с.
7. Кравченко, А. Ф. Физические основы функциональной электроники [Текст] : учебное пособие для студ. вуз. / отв. ред. И. Г. Неизвестный. - Новосибирск: Новосибирский ун-т, 2000. - 444 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Исследование вольтамперных и вольтфарадных характеристик полупроводниковых диодов [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» для студентов специальности 210202.65 и направления подготовки бакалавров 210200.62 «Физические основы электроники» для студентов специальностей 210402.65, 210403.65, 210404.65, 210406.65 и направления подготовки бакалавров 210406.62 / ЮЗГУ ; сост.: А. В. Кочура, В. В. Умрихин. – Курск : ЮЗГУ, 2012. - 12 с.
2. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников методом измерения обратных токов р-п - переходов [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплинам «Физические основы

микроэлектроники» для студентов специальности 210202.65 и направления подготовки бакалавров 210200.62 / Юго-Западный государственный университет, Кафедра конструирования и технологии ЭВС; ЮЗГУ; сост.: А. В. Кочура, В. В. Умрихин. – Курск : ЮЗГУ, 2012. - 12 с.

3. Исследование эффекта сильного поля в полупроводниках [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» для студентов специальности 210202.65 и направления подготовки бакалавров 210200.62 «Физические основы электроники» для студентов специальностей 210402.65, 210403.65, 210404.65, 210406.65 и направления подготовки бакалавров 210406.62 / Юго-Западный государственный университет, Кафедра конструирования и технологии ЭВС ; ЮЗГУ ; сост.: А. В. Кочура, В. В. Умрихин. – Курск : ЮЗГУ, 2012. - 11 с.

4. Исследование фотоэлектрических свойств фотодиодов [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» для студентов специальности 210202.65 и направления подготовки бакалавров 210200.62 «Физические основы электроники» для студентов специальностей 210402.65, 210403.65, 210404.65, 210406.65 и направления подготовки бакалавров 210406.62 / Юго-Западный государственный университет, Кафедра конструирования и технологии ЭВС ; ЮЗГУ ; сост.: А. В. Кочура, В. В. Умрихин. – Курск : ЮЗГУ, 2012. - 9 с.

5. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов направления подготовки 11.03.02 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А. А. Гримов. – Курск : ЮЗГУ, 2017. - 15 с.

8.4. Другие учебно-методические материалы

1. Презентации по разделам дисциплины.
2. Раздаточный материал по наиболее важным темам курса.
3. Демонстрационный материал на слайдах по темам дисциплины

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.rambler.ru, www.vandex.ru, www.yahoo.com.

Электронные ресурсы библиотек:

2. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>

3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>

4. Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им.

М.И.Рудомино <http://www.libfl.ru>

5. Библиотека Академии Наук <http://www.rasl.ru>

6. Библиотека РАН по естественным наукам <http://www.benran.ru>

7. Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://www.gpntb.ru>

8. Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН <http://www.spsl.nsc.ru/>

9. Центральная научная библиотека Дальневосточного отделения РАН <http://lib.febras.ru>

10. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Физические основы электроники» являются лекции, практические и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Практические занятия посвящены разбору и изучению наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты могут готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Физические основы электроники»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций,

участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Сенсоры и датчики физических величин» с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Физические основы электроники» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Libreoffice для операционной системы Windows
 Антивирус Касперского (или ESETNOD)
 OrCAD (Lite Demo Software)
 LabVIEW (Academy license № M76X33827)

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры космического приборостроения и систем связи, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. 2005-93, Учебно-научная станция с набором практикумов (13 рабочих мест) в составе ПК (Processor i5-2500, RAM DDR3 4 GB, HDD 320 GB, DVD RW, TFT-монитор 24'' 1920x1080) и рабочая станция ELVIS II, инв. № 434.431. Мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14''/1024Mb/160Gb/ сумка/ проектор inFocus IN24+, инв. № 104.3261

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14. ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			