

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Худин Александр Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.01.2021 12:36:27

Уникальный программный ключ:

08303ad8de1c60b987361de7085acb509ac3da143f4153621a0ee51e731a19

## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Курский государственный университет"

Кафедра физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДЕНО

протокол заседания

Ученого совета от 24.04.2017 г., №10

### Рабочая программа дисциплины Физические основы электроники

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Профиль подготовки: Технологии в микроэлектронике

Квалификация: бакалавр

Факультет физики, математики, информатики

Форма обучения: очная

Общая трудоемкость 4 ЗЕТ

Виды контроля в семестрах:  
экзамен(ы) 4

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
В том числе инт.	28	28	28	28
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	54	54	54	54
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Рабочая программа дисциплины Физические основы электроники / сост. ; Курск. гос. ун-т. - Курск, 2017. - с.

Рабочая программа составлена в соответствии со стандартом, утвержденным приказом Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 218 "Об утверждении ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 07 апреля 2015 г. № 36765)

Рабочая программа дисциплины "Физические основы электроники" предназначена для методического обеспечения дисциплины основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиль Технологии в наноэлектронике

Составитель(и):

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Изучение физических эффектов и процессов, лежащих в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.Б
--------------------	------

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей****Знать:**

- физические явления и эффекты, определяющие принцип действия основных полупроводниково-вых и оптоэлектронных приборов;
- физический смысл основных параметров и основные характеристики электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике;
- физические процессы в структурах с взаимодействующими p-n- переходами и в структурах металл-диэлектрик-полупроводник;

**Уметь:**

- 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;
- экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур;

**Владеть:**

- навыками изображения полупроводниковых структур с использованием зонных энергетических диаграмм;
- навыками составления эквивалентных схем изучаемых структур;
- навыками работы с типовыми средствами измерений с целью комплексной оценки основных параметров и статических характеристик изучаемых структур.

**ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования****Знать:**

- зонные диаграммы собственных и примесных полупроводников, p-n- перехода, контакта металл- полупроводник и простейшего гетероперехода;
- математическую модель идеализированного p-n- перехода и влияние на ВАХ ширины запрещенной зоны (материала), температуры и концентрации примесей;
- взаимосвязь между физической реализацией полупроводниковых структур и их моделями, электрическими характеристиками и параметрами;

**Уметь:**

- объяснять связь физических параметров со статическими характеристиками и параметрами изучаемых структур;
- анализировать влияние температуры на физические процессы в структурах и их характеристики;
- составлять эквивалентные схемы базовых полупроводниковых структур;

**Владеть:**

- основами работы с системами автоматического проектирования;
- навыками работы с информационными ресурсами и базами данных, содержащими базовые модели полупроводниковых приборов и их описания;
- навыками расчета характеристик полупроводниковых приборов с использованием базовых физических и математических моделей;

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятий	Семестр / Курс	Часов	Интеракт.
	<b>Раздел 1. Физические основы работы полупроводниковых приборов</b>	Раздел			
1.1	Зонная модель твердых тел. Энергетическая структура полупроводников.	Лек	4	2	2

1.2	Классификация твердых тел (металлы, полупроводники, диэлектрики). Кристаллическая решетка полупроводников. Собственный полупроводник. Энергетическая (зонная) диаграмма собственного полупроводника. Электроны и дырки. Примесные полупроводники. Доноры и акцепторы. Проводимости n- и p- типа. Зонные диаграммы, уровни доноров и акцепторов. Компенсированные полупроводники.	Ср	4	6	0
1.3	Кинетика носителей заряда в полупроводниках	Лек	4	2	2
1.4	Материалы полупроводниковой и электронной техники и их электрофизические свойства. Структура полупроводников и типы проводимости. Энергетические зоны твердого тела. Зонная структура полупроводников. Понятие доноров и акцепторов. Влияние примесей на физические свойства полупроводников. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Концентрация носителей. Рекомбинация носителей. Поверхностная и объемная рекомбинации. Законы движения носителей заряда в полупроводниках. Уравнения диффузии. Биполярная диффузия. Монополярная диффузия	Ср	4	8	0
1.5	Расчет величины контактной разности потенциалов (диффузионного потенциала) при изменении концентрации примеси в одной из областей перехода.	Пр	4	4	4
1.6	Физические процессы при Классификация переходов. Структура контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход)	Лек	4	2	0
1.7	Классификация переходов. Структура контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход). p-n перехода. Понятие нейтральности перехода. Анализ перехода в равновесном состоянии. Анализ перехода в неравновесном состоянии. Диффузионная ёмкость перехода. Односторонние p-n переходы. Контакты металл-полупроводник. Омические контакты. Выпрямляющие контакты.	Ср	4	6	0
1.8	Расчет ширины перехода в зависимости от модуля и полярности приложенного напряжения.	Пр	4	4	0
	<b>Раздел 2. Биполярные транзисторы и полупроводниковые диоды</b>	Раздел			
2.1	Полупроводниковые диоды	Лек	4	2	2

2.2	Статические вольт-амперные характеристики идеального диода. Понятие обратного тока диода. Характеристические сопротивления диода. Статические вольт-амперные характеристики реальных диодов. Модуляция сопротивления базы. Переходные характеристики диода. Барьерная ёмкость (ёмкость перехода) диода.	Ср	4	6	0
2.3	Расчет барьерной и диффузионной емкостей перехода.	Пр	4	2	0
2.4	Исследования вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов	Лаб	4	3	0
2.5	Биполярные транзисторы	Лек	4	4	2
2.6	Эквивалентные схемы биполярных транзисторов. Формулы Молла-Эберса. Идеализированные статические и динамические параметры биполярных транзисторов. Схемы включения. Зависимость параметров биполярных транзисторов от температуры и режима. Составные биполярные транзисторы	Ср	4	8	0
2.7	Исследования вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов	Лаб	4	4	4
2.8	Расчет тепловых токов и токов термогенерации в переходах из полупроводниковых материалов с различной шириной запрещенной зоны от температуры	Пр	4	4	2
	<b>Раздел 3. Полевые транзисторы</b>	Раздел			
3.1	Транзисторы со встроенным каналом	Лек	4	2	2
3.2	Полевые транзисторы с управляющим током канала с помощью управляющего перехода р-п переходом. Принцип работы, основные параметры. Статические вольт-амперные характеристики для каждого типа полевых транзисторов. Эквивалентные схемы полевых транзисторов.	Ср	4	8	0
3.3	Исследования вольт-амперных характеристик полевых транзисторов с р-п-переходом	Лаб	4	4	0
3.4	Транзисторы с индуцированным каналом	Лек	4	2	2
3.5	МДП-транзисторы с изолированным затвором, встроенным и индуцированным каналами. Принцип работы, основные параметры. Статические вольт-амперные характеристики для каждого типа полевых транзисторов. Эквивалентные схемы полевых транзисторов.	Ср	4	8	0
3.6	Исследования вольт-амперных характеристик МДП транзисторов	Лаб	4	4	4
3.7	Расчет вольт-амперных характеристик идеализированных переходов при различной температуре.	Пр	4	4	2
	<b>Раздел 4. Основы оптоэлектроники</b>	Раздел			
4.1	Оптоэлектронные полупроводниковые приборы	Лек	4	2	0

4.2	Оптоэлектронные приборы: светоизлучающие диоды, фотодиоды, оптопары диодные, транзисторные, тиристорные. Принцип работы, основные параметры. Статические вольт-амперные характеристики	Ср	4	4	0
4.3	Изучение вольт-амперных характеристик светодиодов	Лаб	4	3	0

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1. Контрольные вопросы и задания для текущей аттестации

Оценочные материалы для проведения текущего контроля по дисциплине "Физические основы электроники" рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий от 16.03.2017, протокол № 7 и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

#### 5.2. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине "Физические основы электроники" рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий от 16.03.2017, протокол № 7 и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л1.1	Власов В.П., Каравашкина В.Н. - Физические основы электроники: учебное пособие - Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/61571.html">http://www.iprbookshop.ru/61571.html</a>	1

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л2.1	Аристов А.В., Петрович В.П. - Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения: задачник - Томск: Томский политехнический университет, 2015.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/55211.html">http://www.iprbookshop.ru/55211.html</a>	1
Л2.2	Игумнов В. Н. - Физические основы микроэлектроники - М. Берлин: Директ-Медиа, 2014.	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271708">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271708</a>	1

##### 6.1.3. Методические разработки

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л3.1	Шпиганович А.Н., Шилов И.Г. - Физические основы электроники: учебно-методическое пособие - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/22964.html">http://www.iprbookshop.ru/22964.html</a>	1

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	ABACUS - Assembly of Basic Applications for Coordinated Understanding of Semiconductors
Э2	BJT Lab
Э3	PN Junction Lab

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	MsOffice Professional 2007 (Open License: 43219389)
7.3.1.2	Microsoft Windows 7 Open License: 47818817
7.3.1.3	Citrix XenDesktop Platinum Edition - Per User/Device (Serial Number LA-0001452295-66704, Order Number 0001452295/4)
7.3.1.4	Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level (Code/Serial Number FQC-02308)
7.3.1.5	Adobe Acrobat Reader DC (Бесплатное программное обеспечение)
7.3.1.6	7-Zip (Свободная лицензия GNU LGPL)
7.3.1.7	Google Chrome (Свободная лицензия BSD)
7.3.1.8	Electronics Workbench (Академическая условно-бесплатная версия)
7.3.1.9	
7.3.1.10	

<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
7.3.2.1	<a href="http://www.ioffe.ru/SVA/">http://www.ioffe.ru/SVA/</a> - электронный архив: «Новые полупроводниковые материалы: Характеристики и свойства» ФТИ им А.Ф.Иоффе РАН;
7.3.2.2	ABACUS - Assembly of Basic Applications for Coordinated Understanding of Semiconductors
7.3.2.3	( <a href="http://nanohub.org/resources/abacus/">http://nanohub.org/resources/abacus/</a> );
7.3.2.4	BJT Lab ( <a href="http://nanohub.org/resources/bjt/">http://nanohub.org/resources/bjt/</a> );
7.3.2.5	PN Junction Lab ( <a href="http://nanohub.org/resources/pntoy/">http://nanohub.org/resources/pntoy/</a> )

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
7.1	1. Лаборатория схемотехнического моделирования для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, 185
7.2	Автоматизированное рабочее место для промышленного тестирования радиокомпонентов АРМ-ПТР – 1 шт.
7.3	Осциллограф цифровой DSOX2024A4 канал 200МГц Agilent Technologies (США) – 1 шт.
7.4	Типовой комплект учебного оборудования «Схемотехника» исполнение настольное, ручное СТ-НР – 1 шт.
7.5	Установка для измерения электрических свойств – 1 шт.
7.6	Коммутатор HP Pro Curve 1810 G-24 – 1 шт.
7.7	Шкаф настенный 19-дюйм. Hyperline TWM-0445-GR-RAL9004 4U 279x600[450 со стекл.дверью – 1 шт.
7.8	Кресло преподавателя – 1 шт.
7.9	Стол лабораторный на металлокаркасе – 1 шт.
7.10	Стол лабораторный на металлокаркасе – 1 шт.
7.11	Стол лабораторный на металлокаркасе – 1 шт.
7.12	Стол лабораторный на металлокаркасе – 1 шт.
7.13	Стол лабораторный на металлокаркасе – 1 шт.
7.14	Стол лабораторный угловой на металлокаркасе – 1 шт.
7.15	Рабочая станция (монитор, клавиатура, мышь, нулевой клиент) – 5 шт.
7.16	Жалюзи вертикальные тканевые – 3 шт.
7.17	Стол преподавателя с радиусом 1800x770x700 – 1 шт.
7.18	Стол учебный 1200x750x600 – 8 шт.
7.19	Стол учебный 1200x750x700 – 1 шт.
7.20	Стул Изо – 24 шт.
7.21	Магнитно-маркерная доска – 1 шт.
7.22	2. Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов с возможностью подключения к сети «Интернет» и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, 146.
7.23	Столов – 61 шт.
7.24	Посадочных мест – 162 шт.
7.25	Компьютеров:
7.26	27 моноблоков MSI - модель MS-A912, 2гб оперативной памяти, Athlon CPU D525 1.80GHz;
7.27	13 моноблоков Asus - модель ET2220I, 4гб оперативной памяти, intelCore i3-3220 CPU 3.30 GHz.
7.28	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - ауд. 185.
7.29	Учебно-наглядные пособия представлены комплектом мультимедийных презентаций "Физические основы электроники".

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<p>Методические указания обучающимся по освоению дисциплины «Физические основы электроники» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий, протокол № 7 от 16.03.2017 г. и являются приложением к рабочей программе дисциплины.</p> <p>Общие положения</p> <p>Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, рекомендуемой литературой и интернет-ресурсами, методическими разработками, имеющимися на кафедре.</p>	
1	Указания по подготовке к занятиям лекционного типа

Лекции по дисциплине проводятся как в классической форме, так и с использованием мультимедийных презентаций. Электронный конспект курса лекций предназначен для более глубокого усвоения материала путем иллюстрирования лекции схемами, таблицами, рисунками, фотографиями и т.п.

Студентам предоставляется возможность копирования электронного конспекта лекций для самоподготовки и подготовки к экзамену.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому студентам рекомендуется перед очередной лекцией повторить материал предыдущей. При затруднениях в восприятии лекционного материала следует обращаться к литературным источникам, интернет-ресурсам, а также к лектору (в соответствии с графиком его консультаций).

## 2 Указания по подготовке к практическим занятиям

Обучающиеся на занятиях практического типа должны освоить применение теоретических знаний для решения практических задач под руководством преподавателя, научиться выполнять самостоятельные задания. Для решения физических задач на практических занятиях используется литература, указанная в качестве основной в рабочей программе дисциплины.

При затруднениях в восприятии материала практических занятий следует обращаться к дополнительным литературным источникам и интернет-ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины, или к преподавателю на занятиях практического типа.

## 3 Указания по подготовке к лабораторным занятиям

Для проведения лабораторного практикума по дисциплине созданы условия для максимально самостоятельного выполнения студентами лабораторных работ. К выполнению лабораторного практикума допускаются только студенты, сдавшие допуск по технике безопасности, о чем делается запись в соответствующем журнале.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряде работ включены разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

В начале каждого лабораторного занятия преподаватель проводит экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы, и плану выполнения лабораторных работ. После выполнения лабораторной работы студент обязан сдать отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы. По всем работам практикума имеются описания, в состав которых входят теоретический материал, практические задания и описание хода выполнения работы и отчета по ней. Описание работ лабораторного практикума приведено в литературе, указанной в рабочей программе дисциплины.

## 4 Указания по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает в себя расширенное самостоятельное изучение вопросов дисциплины с использованием указанных в рабочей программе дисциплины основной и дополнительной литературы, а также интернет-ресурсов.

## 5 Указания по работе с литературой

Основная литература по данной дисциплине – это учебники, учебно-методические пособия, сборники задач, лабораторные практикумы.

Дополнительная литература – это монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, справочники, энциклопедии, интернет-ресурсы.

В учебнике/учебном пособии/монографии/ следует ознакомиться с оглавлением и научно-справочным аппаратом, прочитать аннотацию и предисловие. Целесообразно его пролистать, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения. Такое поверхностное ознакомление позволит узнать, какие главы следует читать внимательно, а какие прочитать быстро.

Студенту следует использовать следующие виды записей при работе с литературой:

Конспект – краткая схематическая запись основного содержания работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов.

Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника.

Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала.

Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы.

Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги и другие виды.

## 6 Указания к методическим материалам, определяющим процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущая аттестация осуществляется в форме собеседования и выполнения тестовых заданий по изученным на момент аттестации разделам дисциплины.



Оценочные материалы для текущей аттестации студентов приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине» и представляют собой вопросы для собеседования и тестовые задания по всем разделам дисциплины.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзамена.

Экзамен проходит в устной форме. Студенту предлагается ответить на выбранный им билет, содержащий два теоретических вопроса и одну практическую задачу из разных разделов дисциплины для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этап формирования всех компетенций дисциплины. В процессе ответа студенту могут быть заданы уточняющие вопросы, а также вопросы, касающиеся других разделов дисциплины, не затронутых в билете, для понимания общего уровня сформированности компетенций.

Перечень вопросов и задач содержится в рабочей программе дисциплины.

На подготовку к экзамену студенту дается 45 мин.