

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:

08303ad8de1c60b987361de7085acb509ac3da143f4155021a0ee51e731a19

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

Физика полупроводников

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Профиль подготовки: Технологии в микроэлектронике

Квалификация: бакалавр

Факультет физики, математики, информатики

Форма обучения: очная

Общая трудоемкость 3 ЗЕТ

Виды контроля в семестрах:

зачет(ы) с оценкой 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		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.	18	18	18	18
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	54	54	54	54
Итого	108	108	108	108

Рабочая программа дисциплины Физика полупроводников / 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 нанoeлектроника (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 07 апреля 2015 г. № 36765)

Рабочая программа дисциплины "Физика полупроводников" предназначена для методического обеспечения дисциплины основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиль Технологии в нанoeлектронике

Составитель(и):

© Курский государственный университет, 2017

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	формирование компетенций в области физических процессов, протекающих в полупроводниках, являющихся основными материалами элементов и приборов электроники и нанoeлектроники.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ОД
--------------------	---------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Знать:

- элементарную теорию электропроводности полупроводников;
- основы зонной теории строения твердых тел;
- основные кинетические явления, возникающие в полупроводниках;

Уметь:

- определять основные характеристики электропроводности полупроводниковых материалов;
- оценивать электрические и фотоэлектрические свойства полупроводникового материала на основе данных о его зонной структуре;
- рассчитывать параметры кинетических процессов в полупроводниках;

Владеть:

- методиками измерения ширины запрещенной зоны полупроводниковых материалов;
- методиками измерения подвижности носителей заряда;
- методиками измерения времени жизни неравновесных носителей заряда;

ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей

Знать:

- процессы и явления в полупроводниковых p-n переходах;
- фотоэлектрические явления в p-n переходах;
- полупроводниковые приборы и устройства электроники;

Уметь:

- рассчитывать параметры контактных явлений в полупроводниках;
- рассчитывать фотоэлектрические характеристики полупроводниковых приборов;
- рассчитывать параметры полупроводниковых приборов и устройств электроники;

Владеть:

- методиками измерения параметров фоторезисторов;
- методиками измерения фотоэлектрических свойств p-n переходов;
- методиками измерения параметров полупроводниковых приборов и устройств электроники.

ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

Знать:

Уметь:

Владеть:

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятий	Семестр / Курс	Часов	Интеракт.
-------------	-----------------------------	-------------	----------------	-------	-----------

	Раздел 1. Основы строения и транспорта носителей заряда в полупроводниках	Раздел			
1.1	Элементарная теория электропроводности полупроводников	Лек	6	2	2
1.2	Решение задач по теме "Элементарная теория электропроводности полупроводников"	Пр	6	2	2
1.3	Модельные представления о механизмах собственной и примесной электропроводности	Ср	6	6	0
1.4	Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры	Лаб	6	2	2
1.5	Основы зонной теории строения полупроводников	Лек	6	4	2
1.6	Решение задач по теме "Основы зонной теории строения полупроводников"	Пр	6	2	2
1.7	Определение ширины запрещённой зоны полупроводника	Лаб	6	2	0
1.8	Квазиимпульс. Эффективная масса носителей заряда	Ср	6	6	0
1.9	Статистика электронов и дырок в полупроводниках	Лек	6	2	2
1.10	Зависимость положения уровня Ферми от концентрации примеси и температуры полупроводника	Ср	6	6	0
1.11	Решение задач по теме "Статистика электронов и дырок в полупроводниках"	Пр	6	4	2
1.12	Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках	Лек	6	2	0
1.13	Кинетическое уравнение Больцмана	Ср	6	4	0
1.14	Решение задач по теме "Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках"	Пр	6	2	0
	Раздел 2. Физические явления и эффекты в полупроводниках	Раздел			
2.1	Кинетические явления в полупроводниках	Лек	6	2	0
2.2	Решение задач по теме "Эффект Холла"	Пр	6	2	0
2.3	Эффект Холла в полупроводниках	Лаб	6	2	2
2.4	Зависимость подвижности носителей заряда от температуры	Ср	6	4	0
2.5	Решение задач по теме "Эффекты Зеебека, Пельтье, Ганна"	Пр	6	2	0
2.6	Теплопроводность полупроводников	Ср	6	4	0
2.7	Магниторезистивный эффект	Ср	6	4	0
2.8	Эффект Ганна	Ср	6	4	0
2.9	Полупроводники в сильном электрическом поле	Лаб	6	2	2
2.10	Контактные явления в полупроводниках	Лек	6	4	0
2.11	Омический контакт	Ср	6	4	0
2.12	Решение задач по теме "Контактные явления в полупроводниках"	Пр	6	2	0
2.13	Выпрямление тока на контакте металл-полупроводник	Ср	6	4	0
2.14	Изучение термоэлектрических явлений в полупроводниках	Лаб	6	2	0
2.15	Фотоэлектрические явления в полупроводниках	Лек	6	2	0

2.16	Фотоэффект на p-n переходе и барьере Шоттки	Ср	6	8	0
2.17	Решение задач по теме: "Фотоэлектрические явления в полупроводниках"	Пр	6	2	0
2.18	Изучение явления фотопроводимости	Лаб	6	4	0
2.19	Изучение фотоэлектрических свойств p-n перехода	Лаб	6	4	0

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания для текущей аттестации

Оценочные материалы для проведения текущего контроля по дисциплине "Физика полупроводников" 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 "Физика полупроводников" 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	Шалимова К.В. - Физика полупроводников: учебник - СПб.: Лань, 2010.		17

6.1.2. Дополнительная литература

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л2.1	Князев А. Ф. - Физика полупроводников: спец. физический практикум - Курск: КГУ, 2007.		12

6.1.3. Методические разработки

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л3.1	Князев А.Ф., Спиринов Е.А. - Физика полупроводников и диэлектриков: спец. физический практикум - Курск: Изд-во Курск. гос. ун-та, 2009.		3

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	ABACUS - Assembly of Basic Applications for Coordinated Understanding of Semiconductors
Э2	Semiconductor Doping
Э3	Mobility and Resistivity Tool
Э4	Carrier Concentration

6.3.1 Перечень программного обеспечения

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

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	http://www.ioffe.ru/SVA - Электронный архив: «Новые полупроводниковые материалы: Характеристики и свойства»
7.3.2.2	ABACUS - Assembly of Basic Applications for Coordinated Understanding of Semiconductors
7.3.2.3	(https://nanohub.org/resources/abacus);
7.3.2.4	Semiconductor Doping (https://nanohub.org/resources/semidop);
7.3.2.5	Mobility and Resistivity Tool (https://nanohub.org/resources/mobiresis);
7.3.2.6	Carrier Concentration (https://nanohub.org/resources/carrierconc).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	1. Лаборатория атомной физики для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, 192
7.2	Доска ученическая (настенная) – 1 шт.
7.3	Изл. темн. и светл. тела при одной температуре (ДСВ-06) – 1 шт.
7.4	Люксометр Ю-117 – 1 шт.
7.5	Стенд для исследования фотоэлемент. ЭС-6 – 1 шт.
7.6	Стенд для исследования фотоэлемент. ЭС-6 – 1 шт.
7.7	Установка опыт Франка и Герца (ДСВ-01) – 1 шт.
7.8	Установка эффект холла (ДСВ-02) – 1 шт.
7.9	Фотодиод и светодиод (ДСВ-05) – 1 шт.
7.10	Фотомер универсальный №540264 – 1 шт.
7.11	Фотоэффект (ДСВ-11) – 1 шт.
7.12	Стол лабораторный – 9 шт.
7.13	Шкаф – 3 шт.
7.14	Стул – 16 шт.
7.15	Вешалка напольная – 1 шт.
7.16	2. Научно-исследовательские лаборатории 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, МНЦ(4,5,6,7)
7.17	Модуль визуализации микро- и нанобъектов на основе сканирующего электронного – 1 шт.
7.18	Система напыления проводящих покрытий с функцией травления и кварцевым контроллером – 1 шт.
7.19	Сканирующий зондовый микроскоп Солвер Некст – 1 шт.
7.20	Сканирующий туннельный микроскоп УМКА – 1 шт.
7.21	Стол для микроскопа – 1 шт.
7.22	Стол рабочий (1500x750x700) – 12 шт.
7.23	Стул Изо – 30 шт.
7.24	Тумба подкатная – 12 шт.
7.25	Стол компьютерный с вырезом с надставкой (1000x900x700) – 9 шт.
7.26	МФУ Canon iSENSYS MF4410 лазер. принтер + сканер + копир – 1 шт.
7.27	Ноутбук ASUS Eee PC1011PX – 1 шт.
7.28	Рабочая станция (монитор, клавиатура, мышь, нулевой клиент) – 4 шт.
7.29	Учебно-наглядные пособия представлены комплектом мультимедийных презентаций «Физика полупроводников».
7.30	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – МНЦ, 192.
7.31	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.
7.32	Столов – 61 шт.
7.33	Посадочных мест – 162 шт.
7.34	Компьютеров:
7.35	27 моноблоков MSI - модель MS-A912, 2гб оперативной памяти, Athlon CPU D525 1.80GHz;
7.36	13 моноблоков Asus - модель ET2220I, 4гб оперативной памяти, intelCore i3-3220 CPU 3.30 GHz.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания обучающимся по освоению дисциплины «Физика полупроводников» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий, протокол № 7 от 16.03.2017 г. и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

Общие положения

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.

1	Указания по подготовке к занятиям лекционного типа
<p>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.</p> <p>Студентам предоставляется возможность копирования электронного конспекта лекций для самоподготовки и подготовки к экзамену.</p> <p>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).</p>	
2	Указания по подготовке к практическим занятиям
<p>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.</p> <p>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.</p>	
3	Указания по подготовке к лабораторным занятиям
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
4	Указания по выполнению самостоятельной работы
<p>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.</p>	
5	Указания по работе с литературой
<p>Основная литература по данной дисциплине – это учебники, учебно-методические пособия, сборники задач, лабораторные практикумы.</p> <p>Дополнительная литература – это монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, справочники, энциклопедии, интернет-ресурсы.</p> <p>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.</p> <p>Студенту следует использовать следующие виды записей при работе с литературой:</p> <p>Конспект – краткая схематическая запись основного содержания работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов.</p> <p>Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника.</p> <p>Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала.</p> <p>Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы.</p> <p>Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги и другие виды.</p>	
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 защиты курсовой работы, зачета и экзамена.

Промежуточная аттестация (6 семестр) – дифференцированный зачет.

Зачет проходит в устно-письменной форме. Студенту предлагается ответить на выбранный им билет, содержащий два теоретических вопроса 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.

На подготовку к зачёту студенту дается 30 мин.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации студентов приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине».