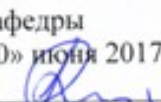


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «20» июня 2017 г. №7
Зав. кафедрой  / Салихов Р.Б.

Согласовано:
Председатель УМК физико-
технического института

 / Балапанов М.Х.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина **МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**

(наименование дисциплины)

базовая дисциплина

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 электроника и микроэлектроника,

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Электронные приборы и устройства


(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)
профессор, д.ф.-м.н., профессор
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / Салихов Р.Б.
(подпись / Ф.И.О.)


Для приема: 2017г.
Уфа 2017г.

Составитель / составители: д.ф.-м.н., профессор Салихов Р.Б.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники протокол от «20» июня 2017 г. №7

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники, протокол № 7 от «05» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



_____ / Салихов Р.Б./

Список документов и материалов

| | |
|--|--|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы | |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) | |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине | |
| 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания | |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | |
| 4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i> | |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины | |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины | |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине | |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ОПК-1-способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

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

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

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------------------------|--|--|------------|
| Знания | 1. Знать основные материалы, используемые в электронной технике, технологии их получения и области применения | ОПК-1 | |
| | 2. Знать важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники | ОПК-2, ПК-3 | |
| | 3. Знать основные методы контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов | ОПК-2 | |
| Умения | 1. Применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах | ОПК-1 | |
| | 2. Рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | ОПК-2, ПК-3 | |
| | 3. Использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения | ОПК-2 | |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | 1. Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | ОПК-2, ПК-3 | |
| | 2. Владеть методиками решения задач по определению электрофизических параметров проводников и полупроводников. | ОПК-1 | |

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материалы электронной техники» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 2 курсе(ах) в 3-4 семестре(ах).

Цели изучения дисциплины: является ознакомление с физическими принципами работы, характеристиками и параметрами материалов, изучение на этой основе принципов действия пассивных компонентов электронных узлов, а также применение материалов для создания электронных узлов и микросхем.

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Дисциплина «Материалы электронной техники» одна из основных дисциплин профиля, ибо без знания физико-химических характеристик материалов и протекающих в них физических процессов невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке изделий электронной техники и к организации технологических процессов.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с «Физика конденсированного состояния» и «Физические основы электроники» и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к оценке возможностей использования материалов в конкретных элементах и устройствах электронной техники.

Знания, полученные в результате освоения курса «Материалы электронной техники» позволяют создавать электронные приборы и вырабатывать методы исследования новых материалов, необходимых для разработки новых электронных приборов и устройств. Призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы, а так же изучению таких дисциплин как «Наноэлектроника», «Основы технологии электронной компонентной базы».

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

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

Экзамен:

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|---|--|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (знания) | Знать важные электрофизические параметры и фор- | Не знает о важных электрофи- | Имеет фрагментарные знания о важ- | Достаточно уверено знает важные | Уверенно знает важные электрофизиче- |

| | | | | | |
|----------------------|---|--|--|--|---|
| | мулы их расчета для основных материалов электронной техники, основные методы контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов | зических параметрах и формулы их расчета для основных материалов электронной техники, основных методов контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов | ных электрофизических параметрах и формулы их расчета для основных материалов электронной техники, основных методов контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов | электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники, основные методы контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов, но допускает небольшие ошибки. | ские параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники, основные методы контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов и может ответить на дополнительные вопросы. |
| Второй этап (умения) | Умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах, использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения | Не умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах, использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения | Частично умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах, использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения | Умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах, использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения, но иногда ошибается | Умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах, использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения |
| Третий этап (навыки) | Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Не владеет экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Частично владеет экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Владеет экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. , но не всегда уверенно | Уверенно владеет экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. |

Зачет

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|---|---|--|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (знания) | Знать основные методы контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов | Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины | Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины |
| Второй этап (умения) | Использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения | Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения, рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения, рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах |
| Третий этап (навыки) | Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. |

Курсовая работа

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|--|--|---|--|--|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (знания) | Знать важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники, основные методы контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов | Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, не соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению | Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, частично соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; | Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, частично соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и | Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|---|--|---|
| | | курсовых работ; | | оформлению курсовых работ; | оформлению курсовых работ; |
| Второй этап (умения) | Рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах, использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения | Умеет фрагментарно проводить сбор и систематизацию практического материала | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, но не умеет адекватно излагать собственные умозаключения и выводы | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, но испытывает небольшие трудности при изложении собственных умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, уверенно излагает собственные умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу |
| Третий этап (навыки) | Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы, не способен внедрять данные для написания курсовой работы | Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания курсовой работы | Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для проведения теоретической и практической работы, не способен внедрять данные для написания курсовой работы | Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания курсовой работы |

Контрольная работа

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|---|---|--|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (знания) | Знать основные методы контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов | Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в данную тему по контрольной работе | Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в данную тему по контрольной работе |
| Второй этап (умения) | Использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для | Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обо- | В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определе- |

| | | | |
|----------------------|---|--|---|
| | описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения | значения и единицы измерения величин для ответа и решения данной контрольной работы | ния, обозначения и единицы измерения величин для ответа и решения данной контрольной работы |
| Третий этап (навыки) | Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Отсутствие владения или фрагментарное владение теоретическими знаниями по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | В целом успешное (возможно не систематическое) владение теоретическими знаниями по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. |

ОПК-1- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

Экзамен:

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|--|---|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (знания) | Знать основные материалы, используемые в электронной технике, технологии их получения и области применения | Не знает основных материалов, используемых в электронной технике, технологии их получения и области применения | Имеет фрагментарные знания основных материалов, используемых в электронной технике, технологии их получения и области применения | Достаточно уверенно знает основные материалы, используемые в электронной технике, технологии их получения и области применения, но допускает небольшие ошибки. | Уверенно знает основные материалы, используемые в электронной технике, технологии их получения и области применения и может ответить на дополнительные вопросы. |
| Второй этап (умения) | Уметь применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах | Не умеет применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах | Частично умеет применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах | Умеет применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах, но иногда ошибается | Умеет применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах |
| Третий этап (навыки) | Владеть методиками решения задач по определению электрофизических параметров проводников и | Не владеет методиками решения задач по определению электрофизических параметров проводников и полупроводников. | Частично владеет методиками решения задач по определению электрофизических параметров проводников и полу- | Владеет методиками решения задач по определению электрофизических параметров проводников и полупроводников., | Уверенно владеет методиками решения задач по определению электрофизических |

| | | | | | |
|--|------------------|--|--------------|-----------------------|---|
| | полупроводников. | | проводников. | но не всегда уверенно | параметров проводников и полупроводников. |
|--|------------------|--|--------------|-----------------------|---|

Зачет:

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (знания) | Знать основные материалы, используемые в электронной технике, технологии их получения и области применения | Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины | Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины |
| Второй этап (умения) | Уметь применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах | Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения, рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения, рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах |
| Третий этап (навыки) | Владеть методами решения задач по определению электрофизических параметров проводников и полупроводников. | Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. |

Курсовая работа

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|---|--|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (знания) | Знать основные материалы, используемые в электронной технике, технологии их получения и области применения | Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, не соответствует | Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, частично соответствует требо- | Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, | Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильности оформления, |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|---|--|---|
| | | ствуует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; | ваниям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; | частично соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; | полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; |
| Второй этап (умения) | Уметь применять физические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах | Умеет фрагментарно проводить сбор и систематизацию практического материала | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, но не умеет адекватно излагать собственные умозаключения и выводы | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, но испытывает небольшие трудности при изложении собственных умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, уверенно излагает собственные умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу |
| Третий этап (навыки) | Владеть методиками решения задач по определению электрофизических параметров проводников и полупроводников. | Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы, не способен внедрять данные для написания курсовой работы | Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания курсовой работы | Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для проведения теоретической и практической работы, не способен внедрять данные для написания курсовой работы | Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания курсовой работы |

Контрольная работа

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (знания) | Знать основные материалы, используемые в электронной технике, технологии их получения и области применения | Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в данную тему по контрольной работе | Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в данную тему по контрольной работе |

| | | | |
|----------------------|--|--|---|
| Второй этап (умения) | Уметь применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах | Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для ответа и решения данной контрольной работы | В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для ответа и решения данной контрольной работы |
| Третий этап (навыки) | Владеть методиками решения задач по определению электрофизических параметров проводников и полупроводников. | Отсутствие владения или фрагментарное владение теоретическими знаниями по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | В целом успешное (возможно не систематическое) владение теоретическими знаниями по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. |

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

Экзамен:

| Этап (уровень освоения компетенции) | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|---|--|
| | | 2 («Неудовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (знания) | Знать важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники | Не знает важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники | Имеет фрагментарные знания о важных электрофизических параметрах и формулы их расчета для основных материалов электронной техники | Достаточно уверенно знает важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники, но допускает небольшие ошибки. | Уверенно знает важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники и может ответить на дополнительные вопросы. |
| Второй этап (умения) | Умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | Не умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | Частично умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | Умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах, но иногда ошибается | Умеет рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах |
| Третий этап (навыки) | Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе | Не владеет экспериментальными навыками по изучению ос- | Частично владеет экспериментальными навыками по изучению основных свойств | Владеет экспериментальными навыками по изучению основных | Уверенно владеет экспериментальными навыками по изучению основных свойств материа- |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | методами электрофизических и металлографических измерений. | новых свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. , но не всегда уверенно | лов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. |
|--|--|--|--|--|---|

Зачет:

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|---|--|---|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (знания) | Знать важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники | Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины | Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины |
| Второй этап (умения) | Рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения , рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения , рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах |
| Третий этап (навыки) | Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. |

Курсовая работа

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|--|---|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (знания) | Знать важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной | Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные | Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильно- | Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессио- | Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|---|--|---|
| | техники | темы; правильности оформления, не соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; | сти оформления, частично соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; | нальные темы; правильность оформления, частично соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; | темы; правильность оформления, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; |
| Второй этап (умения) | Рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | Умеет фрагментарно проводить сбор и систематизацию практического материала | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, но не умеет адекватно излагать собственные умозаключения и выводы | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, но испытывает небольшие трудности при изложении собственные умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу | Уверенно проводит сбор и систематизацию практического материала, уверенно излагает собственные умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу |
| Третий этап (навыки) | Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы, не способен внедрять данные для написания курсовой работы | Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания курсовой работы | Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для проведения теоретической и практической работы, не способен внедрять данные для написания курсовой работы | Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания курсовой работы |

Контрольная работа

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|---|---|--|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (знания) | Знать важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники | Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в данную тему по контрольной работе | Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в данную тему по контрольной работе |

| | | | |
|----------------------|---|--|---|
| Второй этап (умения) | Рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для ответа и решения данной контрольной работы | В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для ответа и решения данной контрольной работы |
| Третий этап (навыки) | Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | Отсутствие владения или фрагментарное владение теоретическими знаниями по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | В целом успешное (возможно не систематическое) владение теоретическими знаниями по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. |

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
|--------------------|---|-------------|--|
| 1-й этап Знания | 1. Знать основные материалы, используемые в электронной технике, технологии их получения и области применения | ОПК-1 | тесты; отчет лабораторной работы; решение задач; экзамен |
| | 2. Знать важные электрофизические параметры и формулы их расчета для основных материалов электронной техники | ОПК-2, ПК-3 | |

| | | | |
|------------------------------|--|-------------|---|
| | 3. Знать основные методы контроля количественных параметров используемых в электротехнике материалов | ОПК-2 | |
| 2-й этап Умения | 1. Применять электрофизические параметры материалов для их использования в различных электронных приборах и устройствах | ОПК-1 | тесты; отчет лабораторной решение задач; экзамен |
| | 2. Рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах | ОПК-2, ПК-3 | |
| | 3. Использовать правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик материалов электронной техники и областей их применения | ОПК-2 | |
| 3-й этап Владеть навыками | 1. Владеть экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографических измерений. | ОПК-2, ПК-3 | тест; отчет лабораторной работы; решение задач; экзамен |
| | 2. Владеть методиками решения задач по определению электрофизических параметров проводников и полупроводников. | ОПК-1 | |

4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Экзаменационные билеты

Примерные вопросы для экзамена:

4 семестр

1. Диэлектрики. Поляризация, виды поляризации диэлектриков. Электропроводность диэлектриков.
2. Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков. Пассивные диэлектрики. Конденсаторные и изоляционные материалы. Активные диэлектрики.
3. Основные методы исследования диэлектриков и определения их параметров.
4. Магнитные материалы. Классификация веществ по отношению к магнитному полю. Физическая природа ферромагнетизма. Намагничивание ферромагнетика.
5. Потери энергии в ферромагнетиках. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Ферриты. Материалы для магнитной записи информации.

6. Нанотехнологии и наноматериалы для электроники. Органические материалы. Материалы для спинтроники.

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Примерные темы курсовых работ

1. Пьезоэлектрики и их свойства
2. Кремний- материал электроники
3. Технология квантовых точек для наноэлектроники
4. Неразветвленные магнитные цепи и методы их расчета
5. Применение кристаллического кремния
6. Органические полупроводники и их применение в наноэлектронике
7. Медь как главный металл электротехники
8. Применение сегнетоэлектриков
9. Материалы для полупроводниковых приборов
10. Развитие систем металлизации кремниевых интегральных схем
11. Применение галлий арсенида в электронике

12. Применение никеля в электротехнике
13. Аморфный кремний и его применение
14. Применение олова в электротехнике
15. Применение в нанoeлектронике карбид кремния (SiC)
16. Германий как материал электротехники
17. Арсенид галлия (GaAs)
18. Применение подзатворных диэлектриков в электронике
19. Применение полупроводников типа AIIIIVI
20. Высокотемпературные сверхпроводники
21. Термопарные металлы
22. Фуллерены. Их свойства и применение
23. Углеродные нанотрубки
24. Материалы для спинтроники
25. Применение золота в нанотехнологии

| Критерии оценки: | оценка |
|--|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> – работа выполнена самостоятельно, носит творческий характер, возможно содержание элементов научной новизны; – собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников; – при написании и защите работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, теоретические знания и наличие практических навыков; – работа хорошо оформлена и своевременно представлена на кафедру, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; – на защите освещены все вопросы исследования, ответы студента на вопросы профессионально грамотны, исчерпывающие, результаты исследования подкреплены статистическими критериями; | <i>отлично</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> – тема работы раскрыта, однако выводы и рекомендации не всегда оригинальны и / или не имеют практической значимости, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы; – собран, обобщен и проанализирован необходимый объем литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы и обоснованы практические рекомендации; – при написании и защите работы студентом продемонстрирован средний уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков; – работа своевременно представлена на кафедру, есть отдельные недостатки в ее оформлении; – в процессе защиты работы были неполные ответы на вопросы. | <i>хорошо</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> – тема работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы; – в работе недостаточно полно была использована литература, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы; – при написании и защите работы студентом продемонстрирован удовлетворительный уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков; – работа своевременно представлена на кафедру, однако не в полном объ- | <i>удовлетворительно</i> |

| | |
|---|----------------------------|
| <p>еме по содержанию и / или оформлению соответствует предъявляемым требованиям;</p> <p>– в процессе защиты выпускник недостаточно полно изложил основные положения работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы.</p> | |
| <p>– содержание работы не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования;</p> <p>– работа не оригинальна, основана на компиляции публикаций по теме;</p> <p>– при написании и защите работы студент продемонстрирован неудовлетворительный уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций;</p> <p>– работа несвоевременно представлена на кафедру, не в полном объеме по содержанию и оформлению соответствует предъявляемым требованиям;</p> <p>– на защите студент дневного отделения показал поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, плохо отвечал на вопросы.</p> | <i>неудовлетворительно</i> |

Контрольная работа

1. Определить длину нихромовой проволоки диаметром 0,5 мм, используемой для изготовления нагревательного устройства с сопротивлением 20 Ом при температуре 1000°С, полагая, что при 20°С параметры нихрома: $\rho = 1,0 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$;
 $\alpha_p = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$; $\alpha_t = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$
2. Определить отношение глубин проникновения электромагнитного поля в алюминиевый и стальной проводники на частоте 50Гц и 1 МГц. При расчете полагать, что для малоуглеродистой стали $\mu = 1000$; $\rho = 0,1 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$.
3. В цепь, состоящую из медного провода с площадью поперечного сечения $5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, включен свинцовый предохранитель с площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$. На какое повышение температуры проводов при коротком замыкании цепи рассчитан этот предохранитель, если температура окружающей среды 20°С?
4. Определить положение уровня Ферми при температуре $T = 300 \text{ К}$ в кристаллах германия, легированных мышьяком до концентрации 10^{23} м^{-3} .
5. Определить, как изменится концентрация дырок в германии, содержащем мелкие доноры в концентрации $N_d = 10^{22} \text{ м}^{-3}$, при его нагревании от 300 до 400 К.
6. Определить, как изменится концентрация электронов в арсениде галлия, легированном цинком до концентрации $N_{\text{zn}} = 10^{22} \text{ м}^{-3}$, при повышении температуры от 300 до 500 К. Полагать, что при 300 К все атомы цинка полностью ионизированы.
7. Определить число атомов галлия и мышьяка в единице объема кристалла арсенида галлия GaAs, если известно, что плотность материала при 300 К равна $5,32 \text{ Мг/м}^3$.

Критерии оценивания

| | |
|---|-----------------|
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов | 2 балла |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков | 1 балл |
| Нет правильного ответа | 0 баллов |

*Зачтено: ставится если студент набирает от 10-14 баллов
Не зачтено: ставится если студент набирает от 0-9 баллов*

Темы лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Фотоэффект

Лабораторная работа №2. Изучение оптических спектров испускания. Атом водорода

Лабораторная работа №3. Четырехзондовый метод измерения удельного сопротивления полупроводников

Лабораторная работа №4. Электрофизические свойства диэлектрических плёнок

Лабораторная работа №5. Изучение законов теплового излучения с помощью яркостного пирометра

Лабораторная работа №6. Исследование эффекта холла в полупроводниках

Лабораторные работы описаны в методичке:

Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лабораторных работ для студ. ФТИ / Башкирский государственный университет; сост. Р.Б. Салихов. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/local/Salihov_sost_Material_elektronnoy_tehniki_mu_2013.pdf>.

Критерии оценки (в баллах)

Приведен полностью правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, правильно решенные задания и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов **4 балла**

Дан правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, но в решении заданий имеются один или несколько недостатков **2 балл**

Нет правильно оформленного отчета **0 баллов**

Комплект тестов (тестовых заданий)

по дисциплине «Материалы электронной техники»

1. Идеальный диэлектрик состоит...
 - a) только из связанных между собой заряженных частиц
 - b) только из связанных между собой свободных частиц
 - c) из свободных и заряженных частиц
 - d) нет правильного ответа

2. Поляризация - это ...
 - a) явление, когда под действием магнитного поля происходит ограниченное смещение связанных заряженных частиц и некоторое упорядочение в расположении диполей, совершающих хаотическое тепловое движение, в результате чего в диэлектрике образуется результирующий магнитный дипольный момент.
 - b) вещества, которые плохо проводят или совсем не проводят электрический ток.

- с) электрические приборы для накопления электрических зарядов.
- д) явление, когда под действием внешнего электрического поля происходит ограниченное смещение связанных заряженных частиц и некоторое упорядочение в расположении диполей, совершающих хаотическое тепловое движение, в результате чего в диэлектрике образуется результирующий электрический дипольный момент.

3. сопоставьте:

| | |
|--|---|
| 1. ионная поляризация | а) наблюдается только в диэлектриках молекулярного строения - полярных, т. е. в таких диэлектриках, молекулы которых имеют постоянный дипольный момент. |
| 2. Ионно-релаксационная поляризация | б) наблюдается в полярных полимерах при $T < T_c$ и обусловлена ориентацией полярных групп и боковых ответвлений молекулярных цепей под действием приложенного напряжения. |
| 3. Дипольно-релаксационная поляризация | с) наблюдается в кристаллических и аморфных телах ионного строения (в кварце, слюде, асбесте, стекле и т. п.) и заключается в смещении упруго связанных ионов под действием приложенного поля на расстояния, меньшие постоянной решетки, т. е. в упругой деформации решетки (у аморфных веществ — аперидической сетки). |
| 4. Дипольно-групповая поляризация | д) имеет место в диэлектриках ионного строения аморфных (неорганические стекла и кристаллических с неплотной упаковкой решетки ионами (в электротехнической керамике, асбесте, мраморе и т. п.) |

Критерии оценки (в баллах)

За каждый правильный ответ - 1 балл

Решение задач

1. Рассчитать положение уровня Ферми и суммарную кинетическую энергию свободных электронов в 1 см^3 серебра при температуре вблизи абсолютного нуля, полагая, что число свободных электронов равно количеству атомов серебра.

2. К графитовому стержню длиной 0,2 м приложено напряжение 6 В. Определить плотность тока в стержне в первый момент после подачи напряжения, если удельное сопротивление графита равно $4 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Как и почему меняется плотность тока в стержне со временем?

3. Определить вероятность заполнения электронами энергетического уровня, расположенного на 10 кТ выше уровня Ферми. Как изменится вероятность заполнения этого уровня электронами, если температуру увеличить в два раза?

4. Определить число атомов галлия и мышьяка в единице объема кристалла арсенида галлия GaAs, если известно, что плотность материала при 300 К равна $5,32 \text{ Мг/м}^3$.

5. Концентрация электронов проводимости в полупроводнике равна 10^{18} м^{-3} . Определить концентрацию дырок в этом полупроводнике, если известно, что собственная концентрация носителей заряда при этой же температуре равна 10^{16} м^{-3} .

Критерии оценки (в баллах)

| | |
|--|----------|
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов | 2 балла |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков | 1 балл |
| Нет правильного ответа | 0 баллов |

Дополнительные баллы за участие в конференциях и публикацию статей

1. Публикация статей – 5 баллов

| Критерии | Оценка (в баллах) | |
|---|---|---------------------|
| | Тип работы | Реферативная работа |
| | Работа носит исследовательский характер | 1 |
| Использование известных данных и научных фактов | Не использует никаких данных | 0 |
| | Использованы научные данные | 1 |
| Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых | Использован учебный материал | 0 |
| | Использованы специализированные издания или интернет ресурсы | 1 |
| Актуальность работы | Изучение вопроса не является актуальным | 0 |
| | Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью | 1 |
| Степень новизны полученных результатов | Работа не содержит ничего нового | 0 |
| | В работе доказан уже установленный факт или получены новые данные | 1 |

2. Участие в конференции- 5 баллов

| | | |
|---|---|--------|
| Творческий подход к отбору и структурированию материала | - | 1 балл |
| Новизна и самостоятельность при постановке проблемы | - | 1 балл |
| Выступление не является простым чтением с экрана | - | 1 балл |
| В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах | - | 1 балл |
| Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций | - | 1 балл |

1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Салихов, Р. Б.. Материалы электронной техники : учеб. пособие / Р. Б. Салихов ; Башкирский государственный университет .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2015 .— 168 с. — ISBN 978-5-7477-3803-4 . [В библиотеке БашГУ имеется 18 экз.]
2. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы : учебник / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов .— 3-е изд., стереотип. — СПб. : Лань, 2003 .— 208 с. : ил. — Библиогр.: с. 207 .— ISBN 5-8114-0410-7 [В библиотеке БашГУ имеется 31 экз.]

Дополнительная литература:

1. Пасынков, В. В. Материалы электронной техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин .— Изд. 2-е., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1986 .— 367 с. [В библиотеке БашГУ имеется 2 экз.]
2. Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лабораторных работ для студ. ФТИ / Башкирский государственный университет; сост. Р.Б. Салихов. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/local/Salihov_sost_Material_elektronnoy_tehniki_mu_2013.pdf>.
3. Марков, В.Ф. Материалы современной электроники : учебное пособие / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 272 с. : схем., ил. - ISBN 978-5-7996-1186-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275825>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

| | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|
| 1 | Электронно- библиотечная система «ЭБ БашГУ» | Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ | Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет | Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет | https://elib.bashedu.ru/ |
| 2 | Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» | Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий | Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет | Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет | http://www.biblioclub.ru/ |
| 3 | Электронно-библиотечная система издательства «Лань» | Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий | Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет | Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет | http://e.lanbook.com/ |

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

| Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---|--|---|--|
| Материалы электронной техники | <p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория 415 (физико-технического корпус учебное)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: лаборатория материалов электронной техники 408 (физико-технического корпус учебное)</p> <p>3. учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ): лаборатория материалов электронной техники 408 (физико-технического корпус учебное)</p> <p>4. учебная аудитория для консультирования и промежуточной аттестации: аудитория 415 (физико-математический корпус учебное)</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж): Зал доступа к электронной информации Библиотеки</p> <p>6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Лаборатория по техническому обеспечению учебного процесса, к.605 г</p> | <p>Аудитория 415 Доска, учебная мебель, проектор</p> <p>Лаборатория материалов электронной техники № 408 Учебная мебель, доска аудиторная, генератор сигналов ГЗ-102, генератор GFG-8215A, измеритель добротности E4-11, монитор 17 «Samsung 783 DF», монитор 17 «Samsung 783 DF», монитор 15 «LG 1530S Flatron», монитор 17 «Samsung 793 MB», монитор 15 «LG 575e, TCO»99, мост точный BM-401E, нановольтамперметр P 341, нановольтамперметр P 341, насос ротационный PB-5/2A, осциллограф C1-68, осциллограф C1-83, осциллограф C1-83, осциллограф C1-112A, осциллограф GOS-620, потенциометр КСП-4, потенциометр P 363-3, потенциометр P 363-3, принтер SAMSUNG ML-1615 лазерный , системный блок компьютера Intel Celeron , системный блок компьютера Intel Celeron, системный блок компьютера Celeron-D 326, станок сверлильный 2М 112, сушилка лабораторная вакуумная СПТ-200, шкаф сушильный SPT-200</p> <p>Читальный зал Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50, ПК (моноблок) – 8 шт., под-</p> | <p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г.. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>3. Система централизованного тестирования Moodle. Лицензион http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>ключенных к сети Интернет, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест – 8</p> <p>Лаборатория 605 г</p> <p>Станок токарный ТВ-16;</p> <p>Станок сверлильный НС-Ш;</p> <p>Осциллограф С1-67;</p> <p>Паяльная аппаратура;</p> <p>Весы аналитические Labof;</p> <p>Весы лабораторные;</p> <p>Шкаф с набором вспомогательного материала (резисторов, конденсаторов, предохранителей и т.д)</p> <p>Набор инструментов для ремонта оборудования.</p> | |
|--|--|---|--|

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Материалы электронной техники на 3-4 семестрах
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины | | |
|---|------------------|-----------|-------------|
| | 3 семестр | 4 семестр | общее |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 8/288 | | |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 108,7 | 51,2 | 159,9 |
| лекций | 18 | 16 | 34 |
| практических/ семинарских | 54 | 0 | 54 |
| лабораторных | 36 | 32 | 68 |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,7 | 3,2 | 3,9 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 35,3 | <u>49</u> | <u>84,3</u> |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | <u>0</u> | 43,8 | 43,8 |

Форма(ы) контроля:

 экзамен_4 семестр

 зачет 3 семестр

 курсовая работа: 4 семестр, контактных часов – 2, часов на самостоятельную работу - 10

3 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|-----------------------------|--|--|--------|----|----|--|---|---|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Модуль 1: проводники | | | | | | | | |
| 1. | Основные сведения о материалах электронной техники. Классификация материалов. Строение материалов. Рентгеноструктурный анализ. | 2 | 5 | 4 | 4 | [1]: §1.1-1.3 | номера задач [2]: № | отчет к лаб. работе |
| 2. | Проводники. Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. | 2 | 5 | 4 | 4 | [1]: §2.1-2.3 | номера задач [2]: № | отчет к лаб. работе |
| 3. | Сверхпроводимость и ее применение в науке и технике. Эффекты Мейснера и Джозефсона. | 2 | 5 | 4 | 4 | [1]: §3.1-3.3 | номера задач [2]: № | решения задач |
| 4 | Электропроводность металлов в тонких слоях. Контактная разность потенциалов, термо-ЭДС и термопары. | 2 | 5 | 3 | 4 | [1]: §4.1-4.2 | номера задач [2]: № | решения задач |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|----|----|----|------|---------------|------------------------|--------------------------------------|
| 5 | Металлы высокой проводимости. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости. Металлы с повышенным удельным сопротивлением. | 1 | 7 | 3 | 4 | [1]:§ 5.1-5.3 | номера задач [2]: № | решение задач, |
| Модуль2: полупроводники | | | | | | | | |
| 6 | Полупроводники. Собственные и примесные полупроводники, их энергетические диаграммы. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Рекомбинация неравновесных носителей заряда в полупроводниках. | 3 | 9 | 6 | 5 | [1]:§ 6.1-6.3 | номера задач [2]: № | отчет к лаб. работе решения задач |
| 7 | Эффект Холла в полупроводниках. Электропроводность полупроводников в сильном электрическом поле. | 3 | 9 | 6 | 5 | [1]:§ 7.2-7.3 | номера задач [2]: № | отчет к лаб. работе решения задач |
| 8 | Методы очистки и выращивания полупроводниковых кристаллов. Основные свойства германия и кремния, особенности технологии и область применения. Полупроводниковые химические соединения. | 3 | 9 | 6 | 5,3 | [1]:§ 8.1-8.3 | номера задач [2]: № | отчет к лаб. работе Решение задач |
| Всего часов: | | 18 | 54 | 36 | 35,3 | | | |

4 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа) | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам | Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач | Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|--------------------------------------|---|--|--------|----|----|---|---|--|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Модуль 1: диэлектрики | | | | | | | | |
| 1 | Диэлектрики. Поляризация, виды поляризации диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери. | 2 | - | 4 | 5 | [1]: § 9.1-9.2 §10.1-10.3, | | отчет к лаб. работе, |
| 2 | Пробой диэлектриков. Пассивные диэлектрики. Конденсаторные и изоляционные материалы. | 2 | - | 4 | 4 | [1]:§ 11.1 | | отчет к лаб. работе, |
| 3 | Активные диэлектрики. Основные методы исследования диэлектриков и определения их параметров. | 2 | - | 4 | 4 | [1]: § 11.2 | | отчет к лаб. работе, |
| Модуль 2: магнитные материалы | | | | | | | | |
| 4 | Магнитные материалы. Классификация веществ по отношению к магнитному полю. | 2 | - | 5 | 7 | [1]: § 12.1-12.2 | | отчет к лаб. работе, |
| 5 | Физическая природа ферромагнетизма. Намагничивание ферромагнетика. Потери энергии в ферромагнетиках. Маг- | 3 | - | 5 | 7 | [1]:§13.2-13.3 | | отчет к лаб. работе |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|-----------|----------|-----------|-----------|----------------|---|--------------------------|
| | нитотвердые и магнито- мягкие материалы. Фер- риты. Материалы для магнитной записи ин- формации | | | | | | | |
| Модуль3: наноматериалы | | | | | | | | |
| 6 | Нанокремниевые мате- риалы | 2 | - | 3 | 4 | [1]:§15.2 | | отчет к лаб. рабо- те |
| 7 | Органические материалы | 2 | - | 3 | 4 | [1]:§15.1 | | отчет к лаб. рабо- те |
| 8 | Материалы спинтроники | 1 | - | 4 | 4 | [1]:§14.1-14.2 | | отчет к лаб. рабо- те |
| 9. | Курсовая работа | - | - | - | 10 | [1] | Курсовая работа пред- ставляет собой самостоятель- ное научное исследование студента по теме связанной с дисциплиной «Материалы электронной техники» | |
| Всего часов: | | 16 | - | 32 | 49 | | | |

Рейтинг-план дисциплины

Материалы электронной техники

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность _____ Электроника и наноэлектроника _____

курс _____ 2 _____, семестр _____ 3 _____

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1: проводники | | | 0 | 59 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Отчет по лабораторным работам | 4 | 6 | 0 | 24 |
| 2. Решение задач | 2 | 5 | 0 | 10 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Тест | 1 | 25 | 0 | 25 |
| Модуль2: полупроводники | | | 0 | 41 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Решение задач | 2 | 2 | 0 | 4 |
| 2. Отчет по лабораторным работам | 2 | 6 | 0 | 12 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Тест | 1 | 25 | 0 | 25 |
| Поощрительные баллы | | | | |
| 1. Участие в конференциях, публикация статей | 10 | 1 | 0 | 10 |
| Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов) | | | | |
| 1. Посещение лекционных занятий | | | 0 | -6 |
| 2. Посещение практических (семинарских занятий) | | | 0 | -10 |
| Итоговый контроль | | | | |
| 1. Зачет (дифференцированный зачет) | | | | |
| 2. Контрольная работа | | | | |

Материалы электронной техники

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность _____ Электроника и нанoeлектроника _____

курс _____ 2 _____, семестр _____ 4 _____

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1: диэлектрики | | | 0 | 35 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Отчет по лабораторным работам | 5 | 4 | 0 | 20 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. тест | 1 | 15 | 0 | 15 |
| Модуль 2-3: магнитные материалы. Наноматериалы | | | 0 | 35 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Отчет по лабораторным работам | 5 | 4 | 0 | 20 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. тест | 1 | 15 | 0 | 15 |
| Поощрительные баллы | | | | |
| 1. Участие в конференциях, публикация статей | 10 | 1 | 0 | 10 |
| Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов) | | | | |
| 3. Посещение лекционных занятий | | | 0 | -6 |
| 4. Посещение практических (семинарских занятий) | | | 0 | -10 |
| Итоговый контроль | | | | |
| 1. Экзамен | | | | 30 |
| 2. Курсовая работа | | | | |

Форма экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРО-
НИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине Материалы электронной техники
Направление 11.03.04 электроника и наноэлектроника
Профиль Электронные приборы и устройства

1. Основные сведения о материалах электронной техники. Электропроводность твердых тел. Классификация материалов. Строение материалов. Типы связей.
2. Эффект Холла в полупроводниках. Определение концентрации и холловская подвижность.

Заведующий кафедрой



/ Салихов Р.Б./