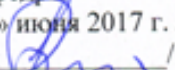


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Актуализировано:
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 **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ**

(наименование дисциплины)

вариативная дисциплина

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

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 электроника и нанoeлектроника.

(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: 2015г.
Уфа 2017г.

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

Рабочая программа дисциплины актуализирована 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-7-способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

ПК-1-способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------------------------|--|--|------------|
| Знания | Знать терминологию в области технологии производства электронной компонентной базы, основные понятия и определения | ОПК-7 | |
| | Знать общие принципы построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; | ПК-1 | |
| | Знать физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов | ПК-1 | |
| | Знать технологические методы очистки полупроводников, основные способы получения монокристаллических материалов | ПК-1 | |
| Умения | Уметь анализировать научно-техническую информацию в области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи | ОПК-7 | |
| | Уметь оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем | ПК-1 | |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов | ОПК-7 | |
| | Владеть навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толсто- | ПК-1 | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | пленочных и тонкопленочных гибридных интегральных схем ; навыками практического использования измерительных приборов и комплексов для контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам | | |
|--|---|--|--|

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Основы технологии электронной компонентной базы*» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 3 *курсе(ах)* в 5-6 *семестре(ах)*.

Цели изучения дисциплины: является повышение уровня знаний в области полупроводниковых приборов и интегральной микроэлектронной и наноэлектронной техники

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Курс «Физика конденсированного состояния» позволяет на основе изучения свойств твердых тел, в особенности, полупроводниковых материалов разрабатывать новые электронные приборы и устройства.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической и физической подготовкой в рамках университетского курса для студентов физиков и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен владеть основными понятиями физики. По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с такими предметами как «Материалы электронной техники», «Физические основы электроники» и способствует формированию у будущих специалистов комплекс знаний, умений и навыков в области микро- и нанотехнологических процессов (процессов планарно-эпитаксиальной технологии) создания в объеме или на поверхности твердого тела - подложки элементов и компонентов современной интегральной компонентной базы..

Дисциплина «Основы технологии электронной компонентной базы» 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 «Аналоговая и цифровая интегральная электроника», «Основы пленочной электроники».

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-7- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

| Этап (уровень) ос- | Планируемые результаты | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--------------------|------------------------|--|------------------|--------------|---------------|
| | | 2 («Не удовлетво- | 3 («Удовлетвори- | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| | | | | | |

| воения компетенции | обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | рительно») | тельно») | | |
|----------------------|--|---|---|---|---|
| Первый этап (знания) | Знать терминологию в области технологии производства электронной компонентной базы, основные понятия и определения | Не знает терминологию в области технологии производства электронной базы, основные понятия и определения | Имеет фрагментарные знания о терминологии в области технологии производства электронной компонентной базы, основные понятия и определения | Достаточно уверенно знает терминологию в области технологии производства электронной компонентной базы, основные понятия и определения, но допускает небольшие ошибки. | Уверенно знает терминологию в области технологии производства электронной компонентной базы, основные понятия и определения и может ответить на дополнительные вопросы. |
| Второй этап (умения) | Уметь анализировать научно-техническую информацию в области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи | Не умеет анализировать научно-техническую информацию в области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи | Частично умеет анализировать научно-техническую информацию в области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи | Умеет анализировать научно-техническую информацию в области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи, но иногда ошибается | Умеет анализировать научно-техническую информацию в области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи |
| Третий этап (навыки) | Владеть навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов | Не владеет навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов | Частично владеет навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов | Владеет навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов, но не всегда уверенно | Уверенно владеет навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов |

Зачет

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|--|--|---|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать терминологию в области технологии производства электронной компонентной базы, основные понятия и определения | 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 (уровень) | Уметь анализировать научно-техническую информацию в области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи | Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик электроника и наноэлектроника 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 электроника и наноэлектроника и областей их применения, рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах |
| Третий этап (уровень) | Владеть навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов | 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. |

Реферат

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|--|--|--|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (знания) | Знать терминологию в области технологии производства электронной компонентной базы, основные понятия и определения | Отсутствие знаний или фрагментарные представления о профессиональной лексики, не правильное оформление, полностью не соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению реферата | Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильность оформления, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению реферата |

| | | | |
|---------------------------------|--|---|--|
| Второй этап (умения) | Уметь анализировать научно-техническую информацию в области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи | Не уверенно проводит сбор и систематизацию теоретического материала, не правильное и не уверенное изложение собственных умозаключений и выводов | Уверенно проводит сбор и систематизацию теоретического материала, уверенно излагает собственные умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу |
| Третий этап (владение навыками) | Владеть навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов | Не владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания реферата | Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания реферата |

ПК-1- способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

| 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 (знание) | Знать общие принципы построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов; технологические методы очистки полупроводников, основные способы получения монокристаллических материалов | Не знает общие принципы построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов; технологические методы | Имеет фрагментарные знания о общих принципах построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов; технологические методы очистки полупроводников, основные способы получения | Достаточно уверенно знает общие принципы построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов; технологические методы очистки полупроводников, основные способы получения монокристаллических материалов и может ответить на дополнительные во- | Уверенно знает общие принципы построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов; технологические методы очистки полупроводников, основные способы получения монокристаллических материалов и может ответить на дополнительные во- |

| | | | | | |
|---------------------------------|--|---|---|---|--|
| | | тоды очистки полупроводников, основные способы получения монокристаллических материалов | монокристаллических материалов | проводников, основные способы получения монокристаллических материалов, но допускает небольшие ошибки. | просы. |
| Второй этап (умения) | Уметь оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем | Не умеет оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем | Частично умеет оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем | Умеет оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем, но иногда ошибается | Умеет оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем |
| Третий этап (владение навыками) | Владеть навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкопленочных гибридных интегральных схем; навыками практического использования измерительных приборов и комплексов для контроля за техно- | Не владеет навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкопленочных гибридных интегральных | Частично владеет навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкопленочных гибридных интегральных схем; навыками практического использования измери- | Владеет навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкопленочных гибридных интегральных схем; навыками практического исполь- | Уверенно владеет навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкопленочных гибридных интегральных схем; навыками практического использования измерительных приборов и комплексов для |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|
| | логическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам | схем; навыками практического использования измерительных приборов и комплексов для контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам | тельных приборов и комплексов для контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам | зования измерительных приборов и комплексов для контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам, но не всегда уверенно | контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам |
|--|--|--|---|--|---|

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 общие принципы построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; | 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 оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем | Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания характеристик электроника и наноэлектроника 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 электроника и наноэлектроника и областей их применения, рассчитывать проводимость, подвижность носителей заряда, концентрацию носителей в электронных материалах |
| Третий этап (владение навыками) | Владеть навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных | Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами электрофизических и металлографи- | В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками по изучению основных свойств материалов, в том числе методами элек- |

| | | | |
|--|---|-------------------|---|
| | и тонкопленочных гибридных интегральных схем ; навыками практического использования измерительных приборов и комплексов для контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам | ческих измерений. | трофизических и металлографических измерений. |
|--|---|-------------------|---|

Реферат

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (знания) | Знать физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов | Отсутствие знаний или фрагментарные представления о профессиональной лексике, не правильное оформление, полностью не соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению реферата | Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; правильность оформления, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению реферата |
| Второй этап (умения) | Уметь оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем | Не уверенно проводит сбор и систематизацию теоретического материала, не правильное и не уверенное изложение собственных умозаключений и выводов | Уверенно проводит сбор и систематизацию теоретического материала, уверенно излагает собственные умозаключения и выводы, уверенно использует справочную и энциклопедическую литературу |
| Третий этап (владение навыками) | Владеть навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толстопленочных и тонкопленочных гибридных интегральных схем ; навыками практического использования измерительных приборов и комплексов для контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем тре- | Не владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания реферата | Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения теоретической и практической работы с последующим внедрением данных для написания реферата |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | бованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам | | |
|--|--|--|--|

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 | Знать терминологию в области технологии производства электронной компонентной базы, основные понятия и определения | ОПК-7 | Отчет к лабораторной работе; тесты; зачет, экзамен |
| | Знать общие принципы построения технологических процессов, технологических маршрутов и схем; | ПК-1 | |
| | Знать физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций и обеспечения технологических режимов | ПК-1 | |
| | Знать технологические методы очистки полупроводников, основные способы получения монокристаллических материалов | ПК-1 | |
| 2-й этап | Уметь анализировать научно-техническую информацию в | ОПК-7 | Отчет к лабораторной |

| | | | |
|------------------------------|---|-------|--|
| Умения | области новых технологий и процессов; грамотно выбирать технологические процессы и оборудование, необходимые для решения поставленной задачи | | работе; тесты; зачет, экзамен |
| | Уметь оформлять технологическую документацию; разрабатывать элементы интегральных схем с требуемыми электрофизическими и конструктивными параметрами; грамотно организовать технологические процессы и маршруты производства активных и пассивных элементов электронной компонентной базы; производить расчет тонкопленочных элементов гибридных интегральных схем | ПК-1 | |
| 3-й этап Владеть навыками | Владеть навыками практического использования современного оборудования и приборов; методами анализа и расчета технологических режимов и процессов; навыками разработки технологической документации и технических проектов | ОПК-7 | Отчет к лабораторной работе; тесты; зачет, экзамен |
| | Владеть навыками анализа процессов, лежащих в основе работы технологического оборудования; методами конструктивного расчета элементов толсто-пленочных и тонкопленочных гибридных интегральных схем; навыками практического использования измерительных приборов и комплексов для контроля за технологическими режимами и основными параметрами конечных изделий; навыками оценки соответствия разработанных технологических систем требованиям стандартов, технических условий и другим нормативным документам | ПК-1 | |

4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Экзаменационные билеты

Примерные вопросы для экзамена:

1. Физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюризации электронной компонентной базы. Современное состояние.
2. Материалы электронной компонентной базы.
3. Классификация материалов. Классификация полупроводниковых материалов.
4. Основные процессы технологии электронной компонентной базы.
5. Химическая обработка и травление кремниевых пластин.

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.

для зачета:

- 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.

Комплект тестов (тестовых заданий)

по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы»

1. Основной метод получения монокристаллических слитков кремния
 - 1) Метод Гаусса
 - 2) Метод Чохральского
 - 3) Метод Крамера

4) Метод Хитча

2. Способ получения пленок отличающихся от подложки по составу называют

- 1) Гетероэпитаксия
- 2) Гомоэпитаксия
- 3) Биэпитаксия
- 4) Панэпитаксия

3. Добавление в состав материалов примесей для изменения (улучшения) физических и/или химических свойств основного материала.

- 1) Металлизация
- 2) Укрепление
- 3) Уплотнение
- 4) Легирование

Критерии оценки (в баллах)

За каждый правильный ответ- 2 балл

Коллоквиум

Список вопросов:

1. Физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюризации электронной компонентной базы. Современное состояние.
2. Материалы электронной компонентной базы.
3. Классификация материалов. Классификация полупроводниковых материалов.
4. Основные процессы технологии электронной компонентной базы.

Критерии оценки (в баллах)

| | |
|---|-----------------|
| Приведен полностью правильный ответ на вопрос , включающий исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов | 5 балла |
| Дан правильный ответ на вопрос, но в рассуждении имеются один или несколько недостатков | 3 балл |
| Нет правильного ответа | 0 баллов |

Перечень лабораторных работ

1. Силовая литография
2. Зондовая литография

Пример лабораторной работы.

Силовая литография

Цель работы: ознакомление с видами литографии и освоение силовой литографии.

Приборы и оборудование: сканирующий зондовый микроскоп(СЗМ), компьютер.

Краткая теория.

Силовая литография.

СЗМ позволяет осуществлять непосредственное силовое воздействие зондом на поверхность образца. Это может производиться двумя путями – статическим воздействием (наногравировка) и динамическим воздействием (наночеканка).

Процесс гравировки хорошо известен как средство формирования рисунка на поверхности предмета. Реализация такого процесса с использованием методов сканирующей зондовой микроскопии позволяет осуществлять наногравировку (нанолиитографию) с нанометровым разрешением. При осуществлении наногравировки с использованием методики обычной контактной силовой микроскопии зонд микроскопа перемещается по поверхности подложки с достаточно большой силой прижима, так что на подложке (или на лежащем на ней слое резиста) формируется рисунок в виде углублений (царапин). Такая методика использует принцип вспашки: материал извлекается из подложки вполне определенным образом, оставляя канавки с характерным сечением, определяемым формой кончика зонда.

Такая технология нанолиитографии достаточно проста и дешева, однако у нее есть определенные недостатки. При формировании наноканавки статическим воздействием зонда случайные торсионные изгибы кантилевера приводят к краевым неоднородностям рисунка. Кроме того, предварительное и последующее после нанолиитографической операции сканирования приводят к сдвиговым искажениям рисунка.

С использованием динамической силовой литографии (наночеканки) модификация поверхности происходит за счет формирования углублений на поверхности образца колеблющимся зондом, при этом используется прерывисто-контактный метод сканирования. Такой метод нанолиитографии свободен от торсионных искажений и позволяет производить визуализацию сформированного рисунка без режущего воздействия на поверхность подложки или нанесенного слоя. Кратковременное «укалывание» поверхности также защищает зонд от быстрого разрушения.

Динамическая литография может производиться векторным или растровым способом.

При векторной литографии зонд движется по линиям заранее заданного векторного шаблона, ее преимущество заключается в относительно большой скорости. При движении зонда по объектам шаблона величина воздействия может быть постоянной или линейно изменяться в заданных пределах. Кроме того, при векторной литографии возможно импульсное воздействие с заданным шагом между импульсами.

Растровая литография осуществляется более медленно, поскольку при ее проведении зонд движется вдоль строк шаблона литографии, как при обычном сканировании. Степень воздействия зонда на поверхность зависит от яркости точки шаблона. В качестве шаблона для растровой литографии используют графический файл в растровом формате.

В получении хороших результатов в растровой литографии с использованием наночеканки большую роль играет предварительная подготовка графического изображения шаблона. Белому цвету на изображении соответствует отсутствие воздействия на образец, черному цвету – воздействие с максимальной силой. При подготовке изображения наиболее важные детали необходимо окрашивать в черный цвет таким образом, чтобы области черного цвета были достаточно большими и не чередовались с малыми белыми участками, а фон и ненужные детали, как правило, заливаются белым цветом. Также иногда бывает полезно повысить контрастность изображения.

В СЗМ НАНОЭДЬЮКАТОР II реализованы следующие виды литографии: простая векторная литография – когда сила воздействия при движении по линиям шаблона не изменяется; импульсная векторная литография; растровая литография с двумя возможными градациями цвета шаблона (черно-белое изображение).

В качестве шаблона растровой литографии может быть использован либо рисунок, прилагаемый в комплекте поставки прибора, либо подготовленный самостоятельно.

При самостоятельной подготовке шаблона, для получения хорошего изображения желательно, чтобы рисунок был черно-белым (две градации цвета), без тонких линий и мелких деталей. Рисунок должен быть сделан в растровом формате, число точек не рекомендуется делать слишком большим (не более 1024×1024).

Задание

1. Просканируйте поверхность образца и выберите участок для литографии. Подберите параметры литографии.
2. Выполните векторную литографию на выбранном ранее участке поверхности образца.
3. Выполните растровую силовую литографию на выбранном ранее участке поверхности образца.

Порядок выполнения лабораторной работы

В качестве шаблона растровой литографии может быть использован либо рисунок, прилагаемый в комплекте поставки прибора, либо подготовленный самостоятельно.

При самостоятельной подготовке шаблона, для получения хорошего изображения желательно, чтобы рисунок был черно-белым (две градации цвета), без тонких линий и мелких деталей. Рисунок должен быть сделан в растровом формате, число точек не рекомендуется делать слишком большим (не более 1024×1024).

Подготовка к работе

Предполагается, что студенты знакомы с порядком подготовки СЗМ НАНОЭДЮКАТОР к работе (см. ЛР №1). Здесь приводится только основная последовательность операций.

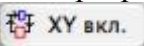
1. Включите виброизолирующую платформу (при наличии).
2. Включите компьютер.
3. Установите образец. Установите измерительную головку с зондовым датчиком на базовый блок.
4. Включите СЗМ контроллер. Запустите программу NanoEducator 2.
5. Переключите СЗМ НАНОЭДЮКАТОР II для работы по полуконтактным методам АСМ (кнопка АСМ на дополнительной панели Главного окна программы). Проверьте, что обратная связь по X, Y датчикам перемещения включена ( XY вкл.).



Рис. 1. Прибор переключен для работы по полуконтактным методам атомно-силовой микроскопии

6. Откройте окно Резонанс кнопкой . Запустите процедуру автоматического поиска резонанса кнопкой Пуск. В результате амплитуда выходного сигнала генератора и коэффициент усиления цепи обратной связи будут подстроены таким образом, чтобы амплитуда колебаний зондового датчика на резонансной частоте была не менее 10 нА; частота выходного сигнала генератора будет установлена равной резонансной частоте зонда.

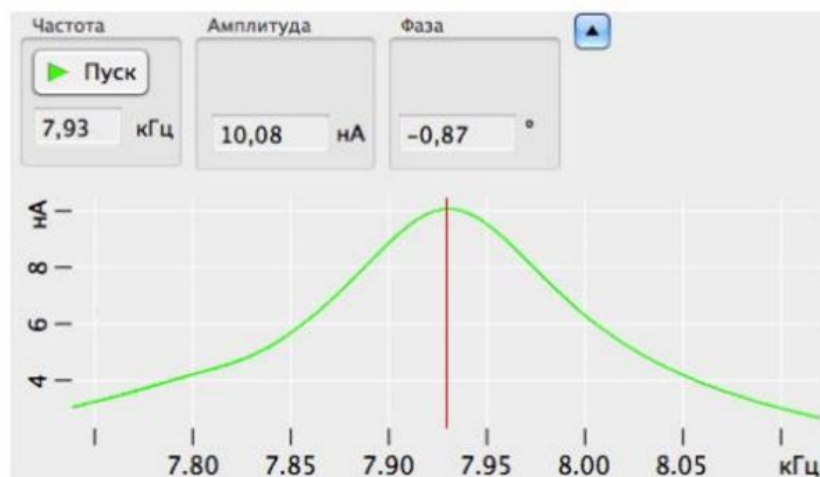


Рис. 2. Частота генератора установлена равной резонансной частоте зондового датчика; амплитуда колебаний зонда установлена равной 10 нА

7. Подведите образец к зонду:

- a. Откройте окно видеокамеры кнопкой .
- b. Откройте окно подвода кнопкой . Подведите образец к зонду до расстояния, при котором на изображении появится отражение зонда. Для этого, наблюдая за зондом по изображению с видеокамеры, нажмите кнопку . Остановите подвод повторным нажатием кнопки .
- c. Замокните цепь обратной связи ().
- d. Задайте начальные значения параметров: Раб.Точка – 8; Усиление – 1.
- e. Откройте окно осциллографа. Выберите сигнал Mag из списка Сигналы. Запустите осциллограф кнопкой .
- f. Запустите процедуру подвода кнопкой .
- g. Если после окончания подвода возникла генерация (амплитуда колебаний Mag больше, чем ~5 % от начального сигнала Mag), уменьшите Усиление до $0.5 \div 0.7$ от значения при котором генерация исчезает.

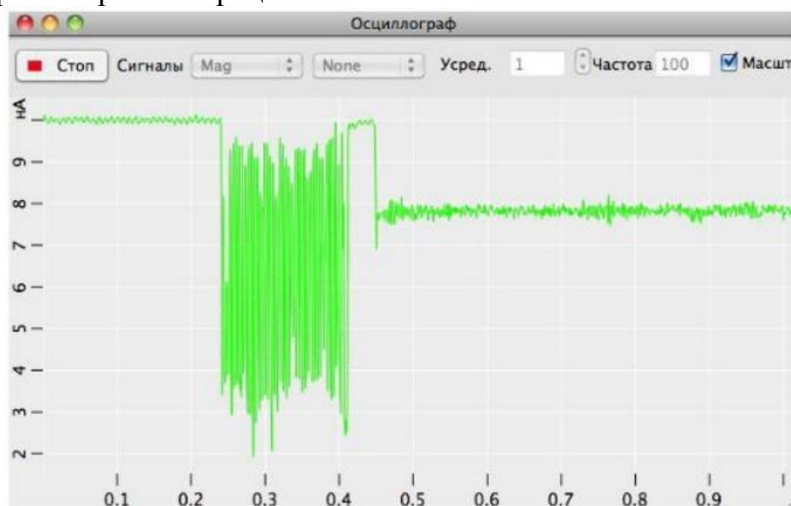



Рис. 3. Окончание процесса подвода. Генерация отсутствует

Предварительное сканирование

1. Откройте окно операций. Перейдите на вкладку сканирования. В списке метод выберите метод Toroography.
2. Задайте параметры сканирования.
3. Выберите область сканирования (кнопка ). Проверьте, что в пределах выбранной области сканирования зонд всюду достает до поверхности и нигде не «врезается» в нее.

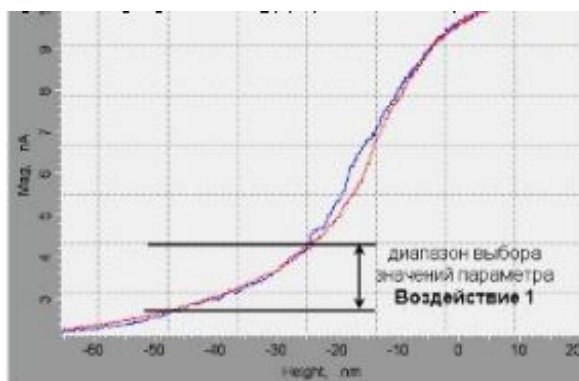
4. Запустите сканирование. Дождитесь окончания сканирования.

Подбор параметров литографии

1. Перейдите на вкладку спектроскопии.
2. Из списка Mode выберите метод Mag(Z).
3. Задайте диапазон изменения удлинения Z-трубки сканера.
4. Выбрали точку проведения измерений рядом с участком, на котором предполагается проводить литографию.



Образец до литографии



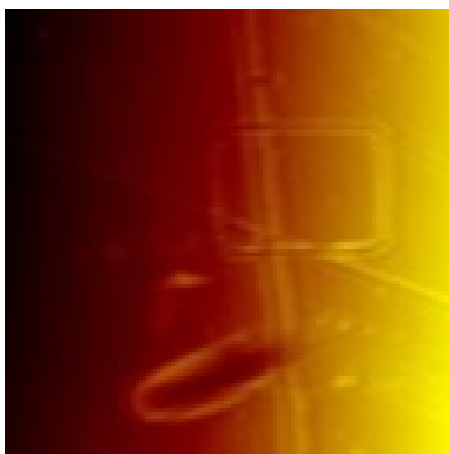
Выбор значения параметра Воздействие

5. Запустите измерения.

6. По полученной кривой определили значение силы воздействия зонда в точках, соответствующих черным точкам шаблона – параметр Воздействие. Значение силы воздействия следует выбирать в пределах нижнего перегиба графика Mag(z).

Векторная силовая литография

1. Выберите векторный способ литографии, нажав кнопку Вектор.
2. На выбранном участке изображения поверхности задайте положение и размер объектов шаблона литографии с помощью инструментов Панели инструментов шаблона литографии.
3. На дополнительной панели задайте параметры литографии.
4. В поле Воздействие на панели управления задайте силу, с которой зонд будет воздействовать на поверхность образца при движении по линиям шаблона. Значение силы воздействия выбирается по результатам спектроскопии Mag(z).
5. Запустили процесс литографии.
6. После окончания литографии просканировали участок поверхности образца, на котором была выполнена литография.



Образец после литографии

Контрольные вопросы

1. Что такое сканирующая зондовая литография? Расскажите об основных ее видах.
2. Назовите критерии выбора образцов для проведения динамической силовой литографии.

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 | 10 баллов |
| Дан правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, но в решении заданий имеются один или несколько недостатков | 5 баллов |
| Нет правильно оформленного отчета | 0 баллов |

Дополнительные баллы за участие в конференциях и публикацию статей

1. Публикация статей – 5 баллов

| Критерии | Оценка (в баллах) | |
|---|---|---|
| Тип работы | Реферативная работа | 0 |
| | 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 |

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Салихов, Р.Б. Основы технологии электронной компонентной базы [Электронный ресурс] : практикум / Р.Б. Салихов .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2018 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ.— <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Salihov_Osnovy_tehnologii_elektr_komponent_bazy_pr_2018.pdf>.
2. Астахов, В.П. Основы технологии электронной компонентной базы : практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Астахов, С.А. Леготин, К.А. Кузьмина. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2016. — 53 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93644>.

Дополнительная литература:

2. Рабинович, О.И. Основы технологии электронной компонентной базы. Методы контроля характеристик материалов в технологических процессах получения тонкопленочных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.И. Рабинович, Д.Г. Крутогин. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2013. — 42 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47468>.

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

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. www.affp.mics.msu.su

| | | | | | |
|---|--|--|--|---------------------------------|---|
| 6 | Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ» | Собственная электронная библиотека учебных и научных | Авторизованный доступ по паролю из любой | Регистрация в Библиотеке БашГУ, | https://elib.bashedu.ru/ |
|---|--|--|--|---------------------------------|---|

| | | | | | |
|---|---|--|--|---|---|
| | | ных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ | точки сети Интернет | дальнейший доступ из любой точки сети Интернет | |
| 7 | 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/ |
| 8 | 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 |
|---|--|---|---|
| Основы технологии электронной компонентной базы | <p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №415 (физико-технический корпус учебное).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: Лаборатория материалов электронной техники 408 (физико-технический корпус учебное).</p> <p>3. учебная аудитория для консультирования и промежуточной аттестации: аудитория 415 (физико-</p> | <p style="text-align: center;">Аудитория 415</p> <p>Доска, учебная мебель, проектор</p> <p style="text-align: center;">Лаборатория материалов электронной техники 408</p> <p>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 РВ-5/2А, осциллограф С1-68, осциллограф С1-83, осциллограф С1-83, осциллограф С1-112А, осциллограф GOS-620, потенциометр КСП-4, потен-</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>математический корпус учебное)</p> <p>4. помещения для самостоятельной работы Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж): Зал доступа к электронной информации Библиотеки</p> <p>5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:Лаборатория по техническому обеспечению учебного процесса, к.605 г</p> | <p>циометр Р 363-3, потенциометр Р 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., подключенных к сети Интернет, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест – 8</p> <p>Лаборатория 605 г Станок токарный ТВ-16; Станок сверлильный НС-Ш; Осциллограф С1-67; Паяльная аппаратура; Весы аналитические Labof; Весы лабораторные; Шкаф с набором вспомогательного материала (резисторов, конденсаторов, предохранителей и т.д) Набор инструментов для ремонта оборудования.</p> | |
|--|--|--|--|

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Основы технологии электронной компонентной базы на 5-6 семестрах
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины | | |
|---|------------------|-----------|-------------|
| | 5 семестр | 6 семестр | общее |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 5/180 | | |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 36,7 | 33,2 | 69,9 |
| лекций | 18 | 16 | 34 |
| практических/ семинарских | - | | |
| лабораторных | 18 | 16 | 34 |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,7 | 1,2 | 1,9 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 35,3 | <u>40</u> | <u>75,3</u> |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | <u>0</u> | 34,8 | 34,8 |

Форма(ы) контроля:

экзамен_6 семестр

зачет 5 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: Основы технологии интегральных схем | 9 | - | 9 | 17 | | | |
| 1. | Выращивание кристаллов для интегральной электроники. Формирование кремниевых пластин для электроники. | 3 | - | 3 | 6 | [1] §1.1 -§1.3 | подготовка к лаб. работе | проверка отчётов лаб.работ, |
| 2. | Основные сведения о молекулярно-лучевой эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия кремния. | 3 | - | 3 | 6 | [1] §3.1 – 3.3 | подготовка к лаб. работе | проверка отчётов лаб.работ, тест |
| 3. | Литографические процессы. Травление. Техника масок. | 3 | - | 3 | 5 | [1] § 1.5 - 1.6 | подготовка к лаб. работе | Отчет к лаб.раб |
| | Модуль2: Эпитаксиальные планарные структуры | 9 | - | 9 | 18 | | | |
| 4. | Метод диффузии в производстве полупроводниковых приборов. Метод ионной имплантации примеси в полупроводниковую пластину. | 3 | - | 3 | 6 | [1] §1.4 | составление отчета | проверка отчётов лаб.работ, |

| | | | | | | | | |
|---------------------|--|----|---|----|----|-------------------|--------------------|------------------------------------|
| 5. | Изобретение планарной технологии. Структура и топология ИС в КМОП технологии. Технологическая схема кремниевой планарной технологии. | 3 | - | 3 | 6 | [1] § 2.1 - 2.3 | составление отчета | проверка отчётов лаб. работ, |
| 6. | Основные технологические циклы при формировании слоев. Химико-механическая планаризация (CMP). Завершающие операции при производстве ИС. | 3 | - | 3 | 6 | [1] § 2.4 - 2.5 | подготовка к тесту | Отчет к лаб. раб, тест, коллоквиум |
| Всего часов: | | 18 | - | 18 | 35 | | | |

6 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 Всего | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) ЛК |
|-------|--|--|--------|----|-----|--|--|---|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СРС | | | |
| 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Модуль 1: Методы анализа поверхности | 8 | - | 8 | 20 | | | |
| 1 | Чистота поверхности и способы ее достижения. Методы анализа поверхности при зон- | 4 | - | 4 | 10 | [1] § 5.1 - 5.3 | подготовка к лаб. работе | проверка отчётов лаб. работ, тест |

| | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|-----------|-----------|-----------------------------|---|------------------------------|
| | дировании электронами. Дифракция электронов. | | | | | | | |
| 2 | Электронная микроскопия. Принцип работы. Режимы работы. Разновидности РЭМ. | 4 | - | 4 | 10 | [1] §9.1-9.4 | составление отчета | Отчет к лаб.раб ; коллоквиум |
| | Модуль 2: Химический анализ поверхности | 8 | - | 8 | 20 | | | |
| 5 | Электронная Оже-спектроскопия. Эффект Оже. Регистрация оже-электронов. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. | 4 | - | 4 | 10 | [1] §6.1- 6.3, §7.1- 7.4 | подготовка к лаб. работе и составление отчета | проверка отчётов лаб.работ, |
| 6 | Масс-спектрометрия вторичных ионов. Вторично-ионные масс спектрометры. Проведение количественного анализа. | 4 | - | 4 | 10 | [1] §8.1- 8.4 | подготовка к коллоквиум | Отчет к лаб.раб, коллоквиум |
| | Всего часов: | 16 | - | 16 | 40 | | | |

Рейтинг-план дисциплины

Основы технологии электронной компонентной базы
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность _____ Электроника и наноэлектроника
курс _____ 3 _____, семестр _____ 5 _____

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1: Основы технологии интегральных схем | | | 0 | 65 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Тест | 2 | 15 | 0 | 30 |
| 2. Выполнение и защита отчета по лабораторным работам | 10 | 1 | 0 | 10 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Коллоквиум | 5 | 5 | 0 | 25 |
| Модуль 2: Эпитаксиальные планарные структуры. | | | 0 | 35 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Выполнение и защита отчета по лабораторным работам | 10 | 1 | 0 | 10 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 2. Коллоквиум | 5 | 5 | 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 занятий | | | 0 | -10 |
| Итоговый контроль | | | | |
| 1. Зачет | | | | |
| 2. Реферат | | | | |

Основы технологии электронной компонентной базы
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность _____ Электроника и нанoeлектроника
курс _____ 3 _____, семестр ___ 6 _____

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1: Методы анализа поверхности. | | | 0 | 45 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Тест | 2 | 10 | 0 | 20 |
| 2. Выполнение и защита отчета по лабораторным работам | 10 | 1 | 0 | 10 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 3. Коллоквиум | 5 | 3 | 0 | 15 |
| Модуль 2: Химический анализ поверхности. | | | 0 | 25 |
| Текущий контроль | | | | |
| 2. Выполнение и защита отчета по лабораторным работам | 10 | 1 | 0 | 10 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 4. Коллоквиум | 5 | 3 | 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 занятий | | | 0 | -10 |
| Итоговый контроль | | | | |
| 1. Экзамен | | | | 30 |

Форма экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Основы технологии электронной компонентной базы
Направление 11.03.04 электроника и нанoeлектроника
Профиль Электронные приборы и устройства

1. Эпитаксия. Термическое окисление.
2. Электронная оже-спектроскопия. Эффект Оже.

Заведующий кафедрой



/ Салихов Р.Б./