

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины получение углубленного профессионального образования по технологии электронной компонентной базы, позволяющего выпускнику обладать предметно-специализированными компетенциями, способствующими востребованности на рынке труда, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области микро- и нанoeлектроники.

1.2 Задачи освоения дисциплины освоение студентами комплекса теоретических и практических знаний, позволяющих им свободно ориентироваться в современном производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Основы технологии электронной компонентной базы» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.
(ненужное удалить)

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы технологии электронной компонентной базы» направлен на формирование следующих компетенций:

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

ПК-1 Способен 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.

ПК-2 Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-7	знать физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций
	уметь устанавливать зависимость контрольных параметров технологических операций от их режимов;

	владеть методиками контроля и анализа процессов электронной компонентной базы
ПК-1-	Знать тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники;
	Уметь рассчитывать и выбирать конструктивные параметры электронной компонентной базы
	владеть современными электронными средствами справочной информации для выбора типа конструкции, подбору элементной базы, и т.д;
ПК-2	Знать широко используемые технологические операции и методы пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники
	Уметь рассчитывать физико-технологические условия для проведения отдельных технологических процессов для получения активных и пассивных элементов электронной компонентной базы с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами
	Владеть методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов и устройств твердотельной электроники;

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы технологии электронной компонентной базы» составляет 3 зачетных(е) единиц(ы).

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4		6	
Аудиторные занятия (всего)	54			54	
В том числе:					
Лекции	18			18	
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	36			36	
Самостоятельная работа	54			54	
Курсовой проект (работа) (есть, нет)					
Контрольная работа (есть, нет)					
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	зачет			зачет	
Общая трудоемкость	час	108		108	
	зач. ед.	3		3	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Современное состояние и тенденции развития производства полупроводниковых приборов и ИМС	Введение. Микро- и нанoeлектроника Вводные понятия. Исторический экскурс. Полупроводниковые приборы. Гибридные интегральные схемы. Полупроводниковые интегральные схемы. Переход к низкоразмерным системам	2		6	8
2	Механическая и химико-механическая обработка полупроводников	Основные задачи и виды механической обработки полупроводников. Методы резания полупроводниковых слитков на пластины и кристаллы. Сравнительная характеристика различных методов резания. Шлифование пластин. Механизмы шлифования. Основные характеристики процесса шлифования. Механизмы полирования. Роль химических процессов в полировании полупроводников. Основные характеристики процесса полирования.	2		6	8
3	Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС. Методы технологического контроля	Кинетика и термодинамика химического травления. Механизмы химического травления. Электрохимическая и химическая теории саморастворения полупроводников. Основные травители для кремния и полупроводниковых соединений. Газовое высокотемпературное травление. Ионно-плазменная обработка. Механизмы ионной, ионно-химической и плазмохимической обработкиПерспективы систем с магнетронным распылениемКонтроль качества поверхности. Сведения по теории надежности изделий электронной техники. Классификация причин отказов полупроводниковых приборов и ИМС. Анализ причин отказов. Выход годных ИС. Перспективные технологические методы в производстве ИС. Тенденции развития технологических процессов микро- и нанoeлектроники.	2	6	6	14
4	Диэлектрические слои	Требования к диэлектрическим слоям в технологии электроники. Пленки диоксида кремния. Кинетика термического окисления кремния. Зависимость толщины пленки диоксида кремния от времени процесса. Физические процессы, сопровождающие окисление. Технология термического окисления в сухом кислороде. Технология термического окисления в парах воды. Окисление во влажном кислороде. Дефекты, возникающие при термическом окислении кремния. Пиролитическое осаждение диоксида кремния. Анодное окисление кремния. Методы осаждения диоксида кремния. Параметры процесса осаждения и свойства окисных пленок.	2	6	6	16
5	Эпитаксиальные структуры	Место эпитаксиальных процессов в производстве полупроводниковых приборов и ИМС. Классификация эпитаксиальных	2	6	6	14

		<p>процессов. Эпитаксия кремния из газовой фазы. Основы процессов массопереноса и химической кинетики. Легирование и автолегирование. Выбор оптимальной технологии. Оценка параметров и дефекты эпитаксиальных слоев, способы контроля и устранения. Эпитаксия из газовой фазы соединений типа A^3B^5 и твердых растворов на их основе. Хлоридно-гидридный, хлоридный и МОС (МОХОПФ) методы. Гетероэпитаксия. Технология получения полупроводниковых сверхрешеток. Жидкофазная эпитаксия. Перспективы развития процесса жидкостной эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Применяемые системы и характеристики слоев. Тенденции развития эпитаксиальной технологии</p>				
6	Литографические процессы	<p>Литография. Резисты. Разрешающая способность. Фотолитография. Фоторезисты и их основные характеристики. Основные операции фотолитографического процесса. Подготовка поверхности. Нанесение резиста. Термообработка. Совмещение и экспонирование. Виды фотошаблонов. Проявление фоторезиста. Термообработка. Удаление маски. Перспективные методы литографии. Глубокий УФ. Вакуумный УФ. Электронная литография. Длина волны, системы сканирования. Рентгеновская литография. Рентгеношаблоны. Ионно-лучевая литография. Синхротронное излучение. Сравнение разрешающей способности при различных литографических процессах. Предельные возможности формирования низкоразмерных элементов при помощи литографии.</p>	2	6	6	14
7	Легирование полупроводников методом диффузии	<p>Место диффузионных процессов в полупроводниковой технологии. Кинетика процесса диффузии. Механизмы диффузии. Математические основы процесса диффузии. Механические напряжения и дефекты размерного несоответствия. Технология процесса диффузии. Технологические разновидности диффузионного легирования. Дефекты диффузионных слоев, способы их обнаружения и устранения.</p>	2	6	6	13
8	Легирование полупроводников методом ионного легирования	<p>Возможности и перспективы применения ионного легирования в производстве ИМС. Основные принципы и характеристики процесса ионного легирования. Распределение пробегов ионов в аморфной и монокристаллической мишени. Радиационные дефекты. Механизмы аморфизации поверхности. Отжиг радиационных дефектов. Термический и лазерный отжиг. Методы активации примесей. Технология ионного легирования. Локализация ионного легирования. Способы контроля имплантированных слоев.</p>	2	6	6	13
9	Металлизация	<p>Понятие омического контакта. Основные характеристики омических контактов и их влияние на параметры полупроводниковых приборов и ИМС. Методы получения омических контактов. Вакуумные методы. Химическое и электрохимическое осаждение.</p>	2		6	8

		Термокомпрессия. Методика получения омических контактов в планарной технологии. Многослойные контактные системы. Применение силицидов переходных металлов в контактах ИМС. Плоские и объемные выводы и методы их формирования. Методы контроля качества омических контактов, пути повышения надежности контактных систем.				
Итого			18	36	54	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Плазмохимическое травление фоторезиста на установке «Плазма - 600»
2. Модель Дила-Гроува. Термическое окисление пластин .
3. Нарращивание эпитаксиальных слоев твердых растворов соединений A^3B^5 методом изотермического смешивания растворов – расплавов на установке «Изоприн»
4. Проекционная оптическая фотолитография на автомате микролитографии «Лада – 150А»
5. Технология формирования транзисторной p^+-p-n структуры методом диффузии
6. Технология формирования p^+-p-n структуры ионным легированием на установке ионного легирования типа «Везувий - 2»

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

7. В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-7	знать физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций	Активная работа при выполнении лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	уметь устанавливать зависимость контрольных параметров технологических операций от их режимов;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками контроля и анализа процессов электронной компонентной базы	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1-	Знать тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники;	Активная работа при выполнении лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь рассчитывать и выбирать конструктивные параметры электронной компонентной базы	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными электронными средствами справочной информации для выбора типа конструкции, подбору элементной базы, и т.д;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать широко используемые технологические операции и методы пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники	Активная работа при выполнении лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь рассчитывать физико-технологические условия для проведения отдельных технологических процессов для получения активных и пассивных элементов электронной компонентной базы с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов и устройств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	твердотельной электроники;			
--	-------------------------------	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-7	знать физико-технологические основы процессов производства изделий электронной компонентной базы, особенности проведения отдельных технологических операций	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь устанавливать зависимость контрольных параметров технологических операций от их режимов;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть методиками контроля и анализа процессов электронной компонентной базы	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-1-	Знать тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь рассчитывать и выбирать конструктивные параметры электронной компонентной базы	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть современными электронными средствами справочной информации для выбора типа конструкции, подбору элементной базы, и т.д;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-2	Знать широко используемые технологические операции и методы пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	Уметь рассчитывать физико-технологические условия для проведения отдельных технологических процессов для получения активных и пассивных элементов электронной компонентной базы с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов и устройств твердотельной электроники;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию **7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1 На этапе разгонки примесь распределяется по закону:

- а) интеграла функции ошибок;
- б) параболическому;
- в) линейному;
- г) закону Гаусса.

2 На этапе загонки примесь распределяется по закону:

- а) интеграла функции ошибок
- б) параболическому;
- в) линейному;
- г) закону Гаусса.

3 При легировании полупроводника $p - n$ -переход образуется на глубине, где:

- а) концентрация введенной примеси больше концентрации исходной примеси;
- б) концентрация введенной примеси равна концентрации исходной примеси;
- в) концентрация введенной примеси меньше концентрации исходной примеси.

4 Для создания базовых областей $n^+ - p - n$ -транзисторов в качестве легирующей примеси используется:

- а) мышьяк;
- б) фосфор;
- в) бор;
- г) сурьма.

5 Для создания эмиттерных областей $n^+ - p - n$ -транзистора в качестве легирующей примеси используется:

- а) сурьма;
- б) алюминий;
- в) бор;
- г) фосфор.

6 При создании легированных областей методом термической диффузии максимум концентрации примеси находится:

- а) на глубине $p - n$ -перехода; x_{pn} ;
- б) на поверхности;
- в) на глубине $\frac{1}{2} x_{pn}$
- г) на глубине средней проекции пробега R_p

7 При создании легированных областей методом ионного легирования максимум концентрации примеси находится:

- а) на глубине $p - n$ -перехода; x_{pn} ;
- б) на поверхности;
- в) на глубине $\frac{1}{2} x_{pn}$
- г) на глубине средней проекции пробега R_p

8 Этап разгонки проводится в атмосфере;

- а) легирующей примеси;
- б) кислорода;
- в) водорода;
- г) аргона.

9 Структура эпитаксиальных пленок:

- а) поликристаллическая;
- б) монокристаллическая;
- в) аморфная.

10 В эпитаксиальной пленке донорная или акцепторная примесь распределяется:

- а) по закону Гаусса;
- б) равномерно;
- в) по закону интеграла функций ошибок;
- г) по параболическому закону.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. При окислении кремния в сухом кислороде пленка двуоксида кремния получается:
 - а) хорошего качества;
 - б) с большой скоростью;
 - в) при низкой температуре.

2. При окислении кремния в парах воды пленка двуоксида кремния получается:
 - а) хорошего качества;
 - б) с большой скоростью;
 - в) при низкой температуре подложки.

3. В какой атмосфере выращивается подзатворный диэлектрик оксида кремния:
 - а) в парах воды;
 - б) во влажном кислороде;
 - в) в сухом кислороде.

4. При получении толстого оксида кремния (1,5 мкм) используют:
 - а) термическое окисление в сухом кислороде;
 - б) термическое окисление в парах воды;
 - в) комбинированную технологию.

5. Комбинированная технология, используемая при получении пленок двуоксида кремния, обеспечивает:
 - а) сокращение времени окисления;
 - б) улучшение параметров пленки;
 - в) снижение температуры роста.

6. Диэлектрическая изоляция элементов биполярной ИМС обеспечивает:
 - а) надежную изоляцию элементов;
 - б) простоту технологии;
 - в) введение дополнительной операции диффузии.

7. Представить структуру диода.
8. Представить структуру МДП-конденсатора.
9. Представить структуру диффузионно-планарного биполярного транзистора.
10. Представить структуру с диэлектрической изоляцией

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Основные этапы технологии изготовления интегральных микросхем.
2. Основные и вспомогательные материалы, используемые в производстве полупроводниковых приборов и ИС.
3. Основные технологические процессы получения эпитаксиальных пленок на полупроводниковых подложках.
4. Сравнительный анализ различных способов эпитаксиального наращивания.
5. Особенности электронно-ионной технологии.
6. Дефекты, вносимые электронно-ионной обработкой и указать способы их устранения.
7. Рассчитать глубину залегания р–n-перехода при имплантации ионов различных энергий.
8. Основные этапы литографического процесса.
9. Перспективные способы формирования топологии ИМС-структур.
10. Методы и категории испытаний полупроводниковых приборов и ИС.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Выбор материала подложек ИМС
2. Способы резки слитков на пластины
3. Механическая обработка подложек
4. Ионно-плазменная обработка подложек.
5. Плазмохимическая обработка подложек.
6. Термическое окисление кремния.

7. Химическое осаждение диэлектрических пленок
8. Получение тонких пленок термическим испарением в вакууме
9. Получение тонких пленок методом ионно-плазменного распыления
10. Рост эпитаксиальных пленок из газовой фазы.
11. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
12. Проекционная фотолитография.
13. Негативные, позитивные фоторезисты.
14. Понятие разрешающей способности процесса литографии.
15. Фотошаблоны и способы их получения.
16. Легирование полупроводников диффузией.
17. Распределение примеси при диффузии. Уравнения Фика
18. Стадия загонки. Стадия разгонки.
19. Контроль параметров диффузионных слоев
20. Основные принципы и характеристики процесса ионного легирования.
21. Методы технологического контроля параметров ИМС.
22. В чем сущность метода эпитаксии и каково его назначение?
- 23.. Что такое ионная имплантация? Где она применяется?
24. В чем сущность метода травления и каково его назначение?
25. Какими методами получают пленки в микроэлектронной технологии?
26. Каковы назначение и применение слоев двуокиси кремния в конструкции и тех-нологии ИМС?
27. Как осуществляется локальная диффузия легирующих примесей?
28. Какие примеси используют для легирования полупроводников?
29. Какие факторы и как влияют на параметры диффузионных слоев?
30. Какие методы эпитаксиального наращивания полупроводниковых слоев используют в технологии ИМС?
31. Как создают внутрисхемные соединения в полупроводниковых ИМС?
32. Как осуществляется процесс металлизации?
33. Как классифицируют полупроводниковые ИМС по конструктивно-технологическому исполнению?
34. Какие методы изоляции применяют в полупроводниковых ИМС?
- 35.40. Какими основными параметрами характеризуются планарно-эпитаксиальные транзисторы?
36. Какую роль выполняют скрытые слои в транзисторных структурах?

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрен учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Современное состояние и тенденции развития производства полупроводниковых приборов и ИМС	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
2	Механическая и химико-механическая обработка полупроводников	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
3	Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС. Методы технологического контроля	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
4	Диэлектрические слои	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
5	Эпитаксиальные структуры	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
6	Литографические процессы	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
7	Легирование полупроводников методом диффузии	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
8	Легирование полупроводников методом ионного легирования	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
9	Металлизация	ОПК-7, ПК-1, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	
7.1.1 Основная литература				
1	Щука А.А.	Электроника : учеб. пособие / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург.	2005, Печатный	
2	Пасынков В.В.	Материалы электронной техники : Учебник / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 6-е изд., стереотип. - СПб. : Лань .	2004 Магнитный носитель	
3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань.	2009 Магнитный носитель	
4	Лозовский В.Н. Константинова Г.С. Лозовский С.В.	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие- СПб. : Лань.	2008 Магнитный носитель	
7.1.2. Дополнительная литература				
1	Пантелеев В.И.	Физика и технология полупроводниковых гетеропереходных структур : учеб. пособие / В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. - Воронеж : Изд-во ВГТУ.	2000 Печатный	
2	Под ред. К.А. Джексона В. Шретера.	Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов : Пер. с англ. Э.П. Домашевский. Т.1 : Электронная структура и свойства полупроводников / - Воронеж : Изд-во "Водолей".	2004 Печатный	
3	Пантелеев В.И.	Полупроводниковые приборы на основе соединений АЗ В5: Учеб. пособие - Воронеж : ВГТУ.	2002 Печатный	
7.1.3. Методические разработки				
1	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-2 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет" 58-2010	2010 Печатный	1,0
2	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400	2010 Печатный	1,0

		"Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 59-2010		
3	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 5-6 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 60-2010	2010 Печатный	1,0
4	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 7-9 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 61-2010	2010 Печатный	1,0
5	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 10-12 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 62-2010	2010 Печатный	1,0

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<http://perst.issp.ras.ru> — информационный бюллетень «Перспективные технологии»

<http://www.nanodigest.ru> — интернет-журнал о нанотехнологиях

<http://www.nano-info.ru> — сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий

<http://www.kit.ru> — журнал «Компоненты и технологии».

<http://www.strf.ru> — журнал «Электроника: наука, технология, бизнес».

Программное обеспечение кафедры ППЭНЭ

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
	Производственные мощности Воронежского завода полупроводниковых приборов – Микрон (ВЗПП-М);
	Натурные лекционные демонстрации: демонстрации изделий электроники и микроэлектроники: дискретных приборов, интегральных микросхем; образцов полупроводниковых материалов, подложек микросхем, фотошаблонов и др.
	Медиа-продукты по теме изучаемого материала

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

По дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия направлены на приобретение практических навыков работы на технологическом оборудовании. Занятия проводятся путем выполнения лабораторных работ на профильных предприятиях

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента (особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся)
<i>Лекция</i>	<i>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</i>
<i>Лабораторные работы</i>	<i>Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Выполнение лабораторной работы на технологическом оборудовании или моделирование технологических процессов с использованием программного обеспечения.</i>

<i>Подготовка к зачету</i>	<i>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.</i>
----------------------------	---

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	