

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Небольсин В.А.

«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Основы производства изделий электронной техники»

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

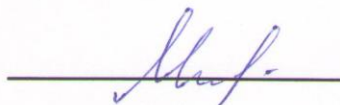
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

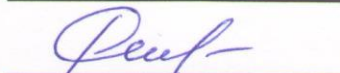
Автор программы

 / Т.Г. Меньшикова /

Заведующий кафедрой
Полупроводниковой элек-
троники и наноэлектроники

 / С. И Рембеза /

Руководитель ОПОП

 / С.И Рембеза /

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины формирование у студентов знаний о назначении, физических принципах и методах выполнения основных технологических процессов производства изделий электронной техники

1.2 Задачи освоения дисциплины приобретение студентами знаний об основных технологических процессах производства изделий электронной техники, о выборе методов и режимов проведения технологических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Основы производства изделий электронной техники» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-3 Способность решать задачи анализа и расчета электрических цепей

ОПК-5 Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

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-3	Знать основные методы расчёта параметров полупроводниковых приборов
	уметь применять методы и средства измерения физических величин;
	владеть методиками расчета и анализа технологических операций электронной компонентной базы
ОПК-5-	Знать способы визуализации экспериментальных данных
	Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
	Владеть методами поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных

ПК-2	знать физические принципы и основные технологические процессы формирования структур изделий электронной техники
	уметь использовать в практической деятельности фундаментальные физические закономерности, определяющие структуру и свойства полупроводников
	владеть навыками самостоятельной работы при решении практических задач изготовления и эксплуатации полупроводниковых приборов

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			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	36		36		
В том числе:					
Лекции	18		18		
Практические занятия (ПЗ)	18		18		
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа	72		72		
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	ПР. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение.	Основные понятия. Степень интеграции на пластине. Закон Мура и другие тенденции. Технологическая карта.	2	2	8	12
2	Чистые производственные помещения	Понятие чистых производственных помещений. Требования, предъявляемые к ЧПП. Классификация по ISO. Требования к температуре и влажности ЧПП. Понятие сервисной зоны. Типы ЧПП.	2	2	8	12
3	Источники загрязнений ЧПП	Динамические и статические факторы загрязнения. Размеры загрязняющих частиц. Использование HEPA – фильтров при фильтрации воздуха ЧПП.	2	2	8	12
4	Технологические среды	Типы технологических сред на производстве. Степень чистоты используемых материалов и реактивов. Требования, предъявляемые к персоналу на полупроводниковом производстве. Организация труда.	2	2	8	12
5	Очистка газов Очистка воды	Примеси в газах высокой чистоты и их влияние на полупроводниковое производство. Числовая маркировка чистоты газов. Кстановки и технология очистки газовых сред. Типы загрязнений: Ионные, неионные, органические, бактерии (микроорганизмы), Растворенные газы. Зависимость типа загрязнений от источника воды.	2	2	8	12
6	Очитка подложек	Реальная поверхность полупроводниковых пластин. Разновидности загрязнений и их влияние на технологические характеристики полупроводниковых подложек,	2	2	8	12

		источники загрязнения поверхности подложек. Геттерирование. Оборудование для очистки поверхности полупроводниковых подложек.				
7	Фотолитографические процессы.	Процессы в фоторезистах. Негативные, позитивные фоторезисты. Фотошаблоны. Технология контактной и проекционной фотолитографии.	2	2	8	12
8	Создание диэлектрических пленок на поверхности полупроводниковых пластин	Оборудование и технологические режимы получения диэлектрических пленок. Пиролитическое осаждение. Получение оксидных пленок в среде сухого и влажного кислорода.	2	2	8	12
9	Создание р-п переходов методом диффузии и ионной имплантации	Физические основы процесса диффузии. Распределение примеси при диффузии. Диффузия из источника с постоянной поверхностной концентрацией (загонка). Диффузия из тонкого слоя с фиксированным количеством примеси (разгонка). Глубина залегания р-п перехода.	2	2	8	12
Итого			18	18	72	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

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

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

7. 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-3	Знать основные методы расчёта параметров полупроводниковых приборов	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы и средства измерения физических величин;	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками расчета и анализа технологических операций электронной компонентной базы	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-5-	Знать способы визуализации экспериментальных данных	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать физические принципы и основные технологические процессы формирования структур изделий электронной техники	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать в практической деятельности фундаментальные физические закономерности, определяющие структуру и свойства полупроводников	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками самостоятельной работы при решении	Решение прикладных задач в конкретной предметной области,	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	практических задач изготовления и эксплуатации полупроводниковых приборов	выполнение плана работ по разработке курсового проекта	й в рабочих программах	ый в рабочих программах
--	---	--	---------------------------	----------------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во 2 семестре по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-3	Знать основные методы расчёта параметров полупроводниковых приборов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять методы и средства измерения физических величин;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть методиками расчета и анализа технологических операций 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
ОПК-5-	Знать способы визуализации экспериментальных данных	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть методами поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных	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 физические принципы и основные технологические процессы формирования структур изделий электронной техники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать в практической деятельности фундаментальные физические закономерности, определяющие структуру и свойства полупроводников	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	владеть навыками самостоятельной работы при решении практических задач изготовления и эксплуатации полупроводниковых приборов	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

- Для чего используются процессы диффузии?
Очистка поверхности
Создание контактов
Разгонка имплантированной примеси
- Какова температура плавления кремния?
1045 С
1250 С
1415 С
- Какие дефекты оказывают влияние на диффузию собственных или примесных атомов?
Точечные
Линейные
Объемные
- Добавление какой примеси в полупроводник позволяет получить электронную проводимость?
а) Фосфор
b) Кислород
с) Индий
- p-n переход образуется на границе:
а) Двух полупроводников - германия и кремния, содержащих примеси разных типов
b) Двух областей одного полупроводника, но с разными типами примесей в каждой области
с) Двух областей одного полупроводника и с одинаковыми типами примесей в каждой области
- Чистое помещение это:
а) Помещение с определенным количеством загрязняющих частиц
b) Помещение для хранения непьющей одежды для сотрудников производства
с) Помещение, где расположены фильтры и установки для очистки технологических сред.
- Укажите интервал температур, допустимый для проведения технологических операций:
а) 19-28 С
b) 20-24
с) без ограничений

8. Укажите максимально допустимый уровень относительной влажности в производственном помещении:

- a) 40%
- b) 80%
- c) 60%

9. Какой газ наиболее часто применяют при производстве полупроводниковой электроники?

- a) Азот
- b) Гелий
- c) Аргон

10. Какие жидкости наиболее часто применяется при производстве полупроводниковой электроники?

- a) Кислоты
- b) Щелочи
- c) Деионизованная вода

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определить время получения пленки двуокиси кремния толщиной 1,5мкм во влажном кислороде при температуре 1200.С.
2. Определить время получения пленки двуокиси кремния толщиной 1,5мкм по комбинированной технологии при температуре 1200 С.
3. Определить время роста пленки двуокиси кремния толщиной 1мкм во влажном кислороде при температуре 1000.С и давлении 2,5 МПа.
4. Определить время роста пленки двуокиси кремния толщиной 1,5мкм во влажном кислороде при температуре 1000 С и давлении 2 МПа.
5. Определить время выращивания пленки двуокиси кремния для подзатворного диэлектрика МДП ИС толщиной 0,12 мкм при температуре 1000 С.
6. Рассчитать количество донорной примеси фосфора, внедряемое в кремний из бесконечного источника при температуре 1000С за 40 мин.
7. Определить глубину залегания р - п -перехода при диффузии бора в подложку типа КЭФ0,5 , если поверхностная концентрация легированной области 10^{18}см^{-3} . Диффузия проводилась из ограниченного источника при температуре 1100 С в течении 40 мин.
8. При проведении двухстадийной диффузии фосфора в кремний получена поверхностная концентрация 10^{19}см^{-3} . Определить концентрацию примеси на глубине 2 мкм, если на глубине 0,5 мкм она составляет $7,5 \cdot 10^{18}\text{см}^{-3}$.
9. Фосфор внедряется в кремний типа КДБ15 , создавая область п -типа с поверхностным сопротивлением 4 Ом/□ и глубиной залегания р - п -перехода 1,5 мкм. Определить концентрацию примеси на глубине 1мкм. если температура диффузии 1100 С.
10. Рассчитать количество донорной примеси мышьяка, внедряемое в кремний из бесконечного источника при температуре 900 С за 40 мин.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Три основных группы источников загрязнений в чистом производстве.
2. Основные типы загрязнения пластин.
3. Типы зон в чистом помещении
4. Понятие степени чистоты материалов
5. Допустимые значения влажности и температуры
6. Виды течения воздуха при вентиляции помещений.
7. Внутреннее и внешнее геттерирование.
8. Что такое диффузионное легирование, для чего и как оно используется
9. Зависимость распределения примеси от времени и температуры при диффузии.
10. Комбинированная технология термического окисления.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Что такое закон Мура?
2. Каковы тенденции развития современной технологии?
3. Какие требования предъявляются к современным производственным мощностям?
4. Какие типы ЧПП бывают?
5. Чистые производственные помещения. Источники возможных загрязнений ЧПП
6. Классификация чистых помещений и чистых зон по ISO 14644-1
7. Как может быть организована очистка воздуха на производстве?
8. Современные требования к одежде персонала на полупроводниковом производстве?
9. Очистка газов.
10. Примеси в газах высокой чистоты и их влияние на полупроводниковое производство.
11. Очистка воды.
12. Виды загрязнений воды и способы очистки.
13. Геттерирование
14. Реальная поверхность полупроводников.
15. Действие загрязнений полупроводниковых пластин на результат технологических операций.
16. Очистка криогенными аэрозолями поверхности полупроводников
17. Механизм очистки с помощью сверхкритических жидкостей (СКЖ) поверхности полупроводников
18. Сухие методы очистки поверхности полупроводников
19. Пассивация поверхности
20. Подготовка реальной поверхности к последующим технологическим операциям.
21. Основные этапы фотолитографического процесса.
22. Виды фоторезистов.
23. Процесс выращивания оксида кремния в среде сухого кислорода.
24. Процесс получения оксида кремния в парах воды.
25. Оборудование для проведения операции диффузии.
26. Режимы проведения диффузии.
27. Получение p-n переходов методом диффузии.
28. Распределение примеси при диффузии.

29. Диффузия из источника с постоянной поверхностной концентрацией (стадия загонки).
30. Диффузия из тонкого слоя с фиксированным количеством примеси (стадия разгонки).

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	Введение.	ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
2	Чистые производственные помещения	ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
3	Источники загрязнений ЧПП	ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
4	Технологические среды	ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
5	Очистка газов Очистка воды	ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
6	Очитка подложек	ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
7	Фотолитографические процессы.	ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
8	Создание диэлектрических пленок на поверхности полупроводниковых пластин	ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
9	Создание р-п переходов методом диффузии и ионной имплантации	ОПК-3, ОПК-5, 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

Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы/ составители	Заглавие	Вид и годы издания	
Основная литература				
	Малышева И.А.	Технология производства интегральных микросхем. М.: Радио и связь, 1991. 344 с.	Учеб. для вузов, 1991	
	Черняев В.М.	Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. М.: Радио и связь, 1987. 464 с.	Учеб. для вузов, 1987	
	Данилина Т.И.	Технология СБИС. Томск, ТУСУР, 2007, 287с		
	Зи С.	Технология СБИС: В 2-х кн. М.: Мир, 1986. Кн.1. 404 с.; кн.2. 453 с.	1986	
	Готра З.Ю.	Технология микроэлектронных устройств: Справочник. М.: Радио и связь, 1991. 528 с.	Справочник, 1991	
	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.1. Воронеж: ВГТУ, 2005. 142 с.	Учеб. пособие, 2005	
	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.2. ВГТУ, 2006. 172 с.	Учеб. пособие, 2006	
	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.3. Воронеж: ВГТУ, 2008. 227 с.	Учеб. пособие, 2008	
	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.4. Воронеж: ГОУ ВПО «ВГТУ», 2010. 173 с.	Учеб. пособие, 2010	

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
--	--

	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 производства производства изделий электронной техники» читаются лекции, проводятся практические занятия.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета технологических операций полупроводникового производства. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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)
Лекция	<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>
Практические работы	<i>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</i>
Подготовка к зачету	<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	