

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета РТЭ _____ В.А. Небольсин

«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Перспективные технологические процессы производства ИЭТ»

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия

Профиль Инженерные нанотехнологии в приборостроении

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы _____ /Липатов Г.И./

Заведующий кафедрой
Полупроводниковой электроники
и наноэлектроники _____ /Рембеза С.И./

Руководитель ОПОП _____ /Липатов Г.И./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель изучения дисциплины

Формирование у обучающихся знаний о назначении, физических принципах и методах выполнения основных технологических процессов производства изделий электронной техники.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Знать базовые технологические процессы и маршруты изготовления изделий электронной техники, а также используемое технологическое оборудование.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования;

ПКВ-2 — Готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать физико-химические модели основных процессов формирования структур изделий электронной техники
	Уметь проводить расчет режимов базовых технологических операций изготовления структур изделий электронной техники
	Владеть методами анализа технологических процессов производства изделий электронной техники
ПКВ-2	Знать основные технологические процессы формирования структур изделий электронной техники
	Уметь проводить контроль результатов выполнения базовых технологических операций производства изделий электронной техники

Владеть навыками выполнения базовых технологических операций производства изделий электронной техники
--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы производства изделий электронной техники» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий:

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
лекции	18	18
практические занятия	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Виды промежуточной аттестации — зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
з.е.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Лекции	Лаб. раб.	СРС	Всего часов
1	Общая характеристика полупроводниковой технологии	Принципы формирования структур полупроводниковых приборов и интегральных схем. Основные группы методов изготовления микросхем. Основы технологических маршрутов изготовления полупроводниковых структур. Требования к технологическим процессам.	2	—	8	10
2	Перспективные материалы для производства полупроводниковых приборов	Общие сведения о технологии получения полупроводниковых пластин. Методы обработки пластин. Методы очистки поверхности пластин.	2	—	12	14
3	Процессы сухого травления материалов в производстве мегабитовых ДОЗУ	Основы метода. Модель процесса. Особенности технологического процесса и оборудования.	2	4	10	16
4	Молекулярно-лучевая эпитаксия в производстве изделий наноэлектроники	Основы метода. Модель процесса. Особенности технологического процесса и оборудование.	2	4	18	24

5	Атомно-слоевое осаждение в производстве изделий нанoeлектроники	Основы метода. Модель процесса. Особенности технологического процесса и оборудования.	2	—	16	18
6	Технологии получения тонких металлических пленок	Основы метода. Модель процесса. Особенности технологического процесса и оборудования.	2	4	10	16
7	Процессы сухого травления материалов в производстве мегабитовых ДОЗУ	Основы метода. Модель процесса. Особенности технологического процесса и оборудования.	2	6	10	18
8	Тенденции и перспективы развития способов и оборудования литографии малых размеров	Общие сведения. Оптическая литография (фотолитография). Нанолитография. Особенности технологического процесса и оборудования.	2	—	10	12
9	Технологии 3D и 2.5D ИС	Типы корпусов. Методы корпусирования. Методы монтажа кристаллов. Методы выполнения межсоединений.	2	—	14	16
Итого			18	18	108	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Изучение процесса эпитаксиального осаждения кремния
2. Изучение процесса диффузионного легирования
3. Изучение процесса ионного легирования
4. Изучение процесса вакуум-термического напыления

5.3 Перечень тем практических занятий

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает проведение практических занятий.

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

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-1	Знать физико-химические модели основных процессов формирования структур изделий электронной техники	Выполнение лабораторных работ	Выполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе
	Уметь проводить расчет режимов базовых технологических операций изготовления структур изделий электронной техники	Выполнение лабораторных работ	Выполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе
	Владеть методами анализа технологических процессов производства изделий электронной техники	Выполнение лабораторных работ	Выполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе
ПКВ-2	Знать основные технологические процессы формирования структур изделий электронной техники	Выполнение лабораторных работ	Выполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе
	Уметь проводить контроль результатов выполнения базовых технологических операций производства изделий электронной техники	Выполнение лабораторных работ	Выполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе
	Владеть навыками выполнения базовых технологических операций производства изделий электронной техники	Выполнение лабораторных работ	Выполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение заданий в срок, предусмотренный в рабочей программе

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2-м семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знать физико-химические модели основных процессов формирования структур из-	Тест	Выполнение теста на 90—100	Выполнение теста на	Выполнение теста на	В тесте менее 70 % правильных

	делий электронной техники		%	80—90 %	70—80 %	ответов
	Уметь проводить расчет режимов базовых технологических операций изготовления 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
	Владеть методами анализа технологических процессов производства 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
ПКВ-2	Знать 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 проводить контроль результатов выполнения базовых технологических операций производства 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
	Владеть навыками выполнения базовых технологических операций производства 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

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. Процесс ионной имплантации в аморфном полупроводнике описывается с помощью распределения:

- а) Гаусса;
- б) двойного сопряженного распределения Гаусса (асимметричного);
- в) Гаусса с обобщенным экспоненциальным «хвостом»;
- г) Пирсон-IV;
- д) Пирсон-IV с линейно-экспоненциальным хвостом.

2. Наклон подложки относительно направления падения ионного пучка при проведении процесса ионной имплантации необходим для:

- а) предотвращения распыления материала с поверхности подложки;
- б) более равномерного распределения примеси в латеральном направлении;
- в) предотвращения явления каналирования ионов в монокристаллическом полупроводнике;
- г) уменьшения нагрева поверхности подложки.

3. Количество введенной в полупроводник примеси в процессах диффузии и ионной имплантации характеризуется:

- а) полным количеством атомов примеси;
- б) концентрацией примеси;
- в) дозой примеси;
- г) дозой активной примеси.

4. При окислении кремния скорость протекания процесса определяется:

- а) скоростью поставки окислителя к поверхности кремния;
- б) скоростью диффузии окислителя в слое окисла по направлению к границе окисел—кремний;
- в) скоростью протекания химической реакции на поверхности окисла;
- г) скоростью протекания химической реакции на границе окисел—кремний.

5. При моделировании процесса окисления кремния учитываются:

- а) зависимость скорости процесса от температуры;
- б) зависимость скорости процесса от парциального давления компонентов окисляющей среды;
- в) зависимость скорости процесса от ориентации подложки, механических напряжений и уровня легирования;
- г) от всех перечисленных факторов.

6. Сегрегация примеси — это:

- а) явление перераспределения примеси между окислом и полупроводником, происходящие при высокой температуре из-за различия растворимости и коэффициентов диффузии примеси в полупроводнике и окисле;
- б) встраивание атомов примеси в кристаллическую решетку полупроводника;
- в) обеднение примесью поверхности полупроводника, происходящие при его нагреве в инертной среде;
- г) перераспределение примеси в объеме полупроводника при высокой температуре.

7. Какая из формул наиболее точно отражает кинетику процесса высокотемпературного термического окисления полупроводников в общем виде (где x — толщина окисла, t — длительность процесса окисления, K_1 и K_2 — константы процесса):

- а) $x=K_1t$; б) $x=K_1\ln(K_2t+1)$; в) $x^2=K_1t$; г) $x^{1/2}=K_1t$; д) $x^2/K_1+x/K_2=t$.

8. При диффузионном легировании кремния фосфором из $POCl_3$

важнейшими параметрами процесса являются:

- а) температура кремниевых пластин, скорость потока диффузанта, длительность диффузии;
- б) расход газа-носителя, температура кремниевых пластин, длительность диффузии;
- в) температура источника POCl_3 , состав газа-носителя, температура кремниевых пластин;
- г) концентрация POCl_3 и кислорода в газовой фазе, температура кремниевых пластин, длительность диффузии;
- д) длительность диффузии, температура рабочей зоны печи, количество кремниевых пластин в кассете.

9. Какие операции процесса фотолитографии обеспечивают требуемую кислотостойкость фоторезистивной маски?

- а) экспонирование фоторезиста;
- б) предварительная сушка фоторезиста;
- в) проявление фоторезиста;
- г) задубливание фоторезиста.

10. Какой из ниже перечисленных типов испарителей целесообразнее использовать для испарения тугоплавких металлов:

- а) взрывного типа;
- б) лазерный;
- в) прямонакальный резистивный;
- г) тигельного типа.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач (выполнения контрольной работы)

1. Рассчитать и построить распределение примеси при диффузии в пластину кремния КДБ-7,5 при температурах загонки и разгонки $T_1=1000\text{ }^\circ\text{C}$ и $T_2=1150\text{ }^\circ\text{C}$ в течение $t_1=20$ мин и $t_2=1,5$ ч соответственно.

2. Рассчитать и построить распределение примеси после легирования платины кремния марки КЭФ-5 бором с дозой 10^{12} см^{-2} при энергии 100 кэВ и последующего отжига в течение 2 ч при $1000\text{ }^\circ\text{C}$.

3. Определить время напыления и разброс по толщине пленки, получаемой при вакуум-термическом напылении индия. Толщина пленки в центре подложки должна быть 5 мкм. Испарение проводится из круглого тигля диаметром 50 мм на подложку диаметром 100 мм, расположенную осесимметрично на расстоянии $L=250$ мм от испарителя. Температура испарителя $925\text{ }^\circ\text{C}$, подложки — $125\text{ }^\circ\text{C}$.

4. Выбрать энергию As^+ и дозу облучения для формирования в n -Si с $N_{исх}=2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ сильнолегированного заглубленного слоя n^+ -типа так, чтобы на глубине 0,35 мкм концентрация имплантированной примеси равнялась $N_{макс}=2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Рассчитать результирующую поверхностную концентрацию примеси.

5. Канал МОП-транзистора легируют бором до максимальной концентрации $8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ на глубине 0,15 мкм. Найти энергию ионов, дозу легирования и разброс ΔR_p .

6. Рассчитать процесс двухстороннего нагрева пластины кремния диаметром 100 мм и толщиной 1 мм. Коэффициент теплоотдачи $\alpha=1100 \text{ Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{К})$, коэффициент теплопроводности кремния $\lambda=109 \text{ Дж}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К})$, $T_0=20^\circ\text{C}$, $T_\infty=700^\circ\text{C}$.

7. Осаждение диоксида кремния за счет разложения ТЭОС происходит при температуре 700°C со скоростью 9 нм/мин. При добавлении в реакционную смесь фосфорсодержащих легирующих добавок энергия активации реакции разложения ТЭОС уменьшается с 1,9 эВ до 1,4 эВ. Какова при этом скорость роста ФСС?

8. На кремниевой пластине термическим окислением получен слой SiO_2 толщиной 0,2 мкм. Какое дополнительное время потребуется, чтобы получить еще 0,1 мкм SiO_2 в сухом кислороде при 1200°C ?

9. Постройте профиль распределения легирующей примеси для отжига в течение 30 мин при температуре 850°C ($D=5 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2/\text{с}$) после имплантации с дозой 10^{15} см^{-2} и энергией 60 кэВ.

10. Рассчитать градиент концентрации примеси в p — n -переходе, полученном на глубине 10 мкм путем диффузии фосфора в КДБ-0,4 до поверхностной концентрации $N_0=3 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ при 1250°C .

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает проведение экзамена.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Какие материалы и инструменты используются для механической обработки кремния? Дайте их характеристику и/или конструктивное исполнение.

2. Почему в процессе резки слитков кремния на пластины используется инструмент с внутренней режущей кромкой?

3. С какой целью и как маркируют пластины кремния?

4. Назовите три основных группы источников загрязнений в чистом производстве.

5. Для чего применяют термическое окисление кремния?
6. В каком случае используют окисление в сухом кислороде, а в каком — во влажном или парах воды?
7. Что такое диффузионное легирование, для чего и как оно используется?
8. В чем разница между одностадийным и двухстадийным процессами диффузии?
9. Что такое ионная имплантация, её использование при легировании полупроводника?
10. В чем различие между распределением примеси при диффузионном и ионном легировании?
11. Степень легирования некоторой локальной области монокристаллического кремния составляет $5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Сколько атомов кремния приходится на один атом легирующей примеси?
12. С помощью какого из методов избирательного легирования можно получить максимальную концентрацию примеси на поверхности кристалла?
13. Какое условие необходимо соблюсти при проведении процесса ионной имплантации, чтобы получить профиль легирования, близкий к распределению Гаусса?
14. В чем состоит разница между топологией и вертикальным профилем легирования структуры?
15. Какие легирующие элементы используются для формирования в кремнии областей *n*-типа проводимости?
16. Какие легирующие элементы используются для формирования в кремнии областей *p*-типа проводимости?
17. Почему алюминий, хотя и находится в III группе элементов таблицы Менделеева и является акцепторной примесью, не используется в качестве диффузанта?
18. Какие существуют механизмы диффузии атомов легирующей примеси?
19. Что такое отжиг? В каком случае он применяется в технологическом процессе производства интегральных микросхем?
20. В чем суть метода химического осаждения слоев из газовой фазы?
21. В чем различие между процессами, идущими с диффузионным и кинетическим контролем?
22. В чем суть метода вакуум-термического нанесения тонких пленок?
23. В чем особенность и реализация метода магнетронного распыления?
24. Что такое фотолитография? Перечислите основные этапы создания рисунка на поверхности пластины с помощью фотолитографии.

25. Какие источники экстремального УФ применяют в фотолитографии?
26. Что такое позитивный, негативный процессы литографии? В чем их различия?
27. Чем отличаются между собой эталонный и рабочий фотошаблоны, используемые при контактной литографии?
28. Как можно изменять толщину резиста от номинальной при нанесении методом центрифугирования?
29. Что такое операция совмещения? Какую роль играют метки совмещения? Нарисуйте примеры.
30. Какие существуют основные методы улучшения разрешения проекционной фотолитографии?
31. Из каких этапов состоит процесс травления?
32. Поясните смысл характеристик травления «изотропность» и «селективность».
33. Что такое плазма? Приведите простейший пример конструкции реактора для плазменного травления.
34. Чем отличаются плазмохимический и реактивно-ионный процессы травления?
35. Охарактеризуйте способы соединения кристалла с основанием корпуса.
36. Дайте краткую характеристику способов выполнения проволочных межсоединений.
37. Какие способы герметизации кристаллов полупроводниковых приборов и интегральных схем вам известны. Дайте краткую характеристику области применения каждого из них.

7.2.5 Примерный перечень вопросов к экзамену

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает проведение экзамена.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Корректное использование широкого спектра научных понятий. Рассуждения логически непротиворечивы, последовательны, выявлены причинно-следственные связи, осуществлен последовательный анализ проблемы, все выводы обоснованы достоверной фактологической базой. Продемонстрировано умение целостно видеть проблему, выделять ее ключевое звено.
Хорошо	Достаточный уровень знаний. Может быть продемонстрировано знание основных принципов и концепций при наличии некоторых несущественных пробелов. Целостное видение рассматриваемой проблемы присутствует, но не до конца выражено в авторском анализе.
Удовлетвори-	Удовлетворительный уровень знаний. Налицо ряд пробелов в знании основ-

тельно	ных принципов и концепций. Анализ проблемы проведен фрагментарно. Выводы в основном верные, но в рассуждении допущены логические проблемы, мешающие целостному видению рассматриваемой проблемы.
Неудовлетворительно	Низкий уровень знаний. Допущены существенные ошибки. Отсутствие логических рассуждений, понимания проблемы, необоснованность выводов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общая характеристика полупроводниковой технологии	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, ответы на контрольные вопросы
2	Перспективные материалы для производства полупроводниковых приборов	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, ответы на контрольные вопросы
3	Процессы сухого травления материалов в производстве мегабитовых ДОЗУ	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, ответы на контрольные вопросы
4	Молекулярно-лучевая эпитаксия в производстве изделий нанoeлектроники	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, лабораторная работа, ответы на контрольные вопросы
5	Атомно-слоевое осаждение в производстве изделий нанoeлектроники	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, ответы на контрольные вопросы
6	Технологии получения тонких металлических пленок	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, лабораторная работа, ответы на контрольные вопросы
7	Процессы сухого травления материалов в производстве мегабитовых ДОЗУ	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, лабораторная работа, ответы на контрольные вопросы
8	Тенденции и перспективы развития способов и оборудования литографии малых размеров	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, ответы на контрольные вопросы
9	Технологии 3D и 2.5D ИС	ОПК-1, ПКВ-2	Тест, ответы на контрольные вопросы

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

Тестирование осуществляется 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 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 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

Малышева И.А. Технология производства интегральных микросхем. — М.: Радио и связь, 1991. — 344 с.

Черняев В.М. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. М.: Радио и связь, 1987. 464 с.

Технология СБИС: В 2-х кн. / Под ред. С Зи. — М.: Мир, 1986. — Кн.1. 404 с.; кн.2. 453 с.

Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: Справочник. — М.: Радио и связь, 1991. — 528 с.

Липатов Г.И. Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.1. — Воронеж: ВГТУ, 2005. — 142 с.

Липатов Г.И. Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.2. — Воронеж: ВГТУ, 2006. — 172 с.

Липатов Г.И. Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.3. — Воронеж: ВГТУ, 2008. — 227 с.

Липатов Г.И. Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.4. — Воронеж: ГОУ ВПО «ВГТУ», 2010. — 173 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, 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.nanonewsnet.ru> — сайт аналитического агентства Nanotechnology News Network

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

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

<http://www.nano-portal.ru> — портал, посвященный теме развития нанотехнологий и их внедрения в производство

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебный компьютерный класс, оснащенный компьютерными програм-

мами для выполнения расчетов, и рабочими местами для самостоятельной подготовки обучающихся с выходом в Интернет.

Технологическое и контрольно-измерительное оборудование.

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

«Перспективные технологические процессы производства ИЭТ»

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 и умений выполнения базовых технологических операций производства изделий электронной техники. Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой выполнения лабораторных заданий.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции, при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных занятий, для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточ-	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за

ной аттеста- ции	месяц-полтора до промежуточной аттестации. Дни перед зачетом эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
---------------------	--

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			