


Космический факультет

Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения (К2)

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по учебной работе МФ, д.т.н.

 (Макуев В.А.)

« 29 » апреля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ»

Направление подготовки

12.03.01 «Приборостроение»

Направленность подготовки

«Информационно-измерительная техника и технологии»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения – очная
Срок освоения – 4 года
Курс – II
Семестры – 4

Трудоемкость дисциплины: – 4 зачетных единиц
Всего часов – 144 час.
Из них:
Аудиторная работа – 72 час.
Из них:
Лекции – 36 час.
Практические работы – 18 час.
Лабораторные работы – 18 час.
Самостоятельная работа – 72 час.
Подготовка к экзамену – 36 час.
Формы промежуточной аттестации:
Зачет с оценкой – 4 семестр

Рабочая программа составлена на основании ОПОП ВО, разработанной в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом рекомендаций ПрООП ВО по данному направлению подготовки, направленностью подготовки, нормативными документами Министерства науки и высшего образования, университета и локальными актами филиала.

Автор(ы):

Доцент кафедры К2, к. т. н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Знаменская Т.Д.

(Ф.И.О.)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(Ф.И.О.)

« » 201 г.

Рецензент:

Профессор кафедры К1,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Исаев В.А.

(Ф.И.О.)

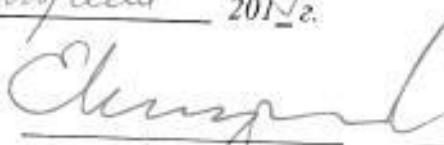
« » 201 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения» (К2)

Протокол № от « » 201 г.

Заведующий кафедрой, д. т. н.,
доцент

(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Комаров Е.Г.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена на заседании научно-методического совета Космического факультета.

Протокол № от « » 201 г.

Декан факультета, к.т.н.

(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Поярков Н.Г.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа соответствует всем необходимым требованиям, электронный вариант со всеми приложениями передан в отдел образовательных программ МФ (ООП МФ)

Начальник ООП МФ, к.т.н.,
доцент

(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Шевляков А.А.

(Ф.И.О.)

« » 201 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЫПИСКА ИЗ ОПОП ВО	4
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
1.1. Цель освоения дисциплины	4
1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (<i>модулю</i>), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	7
2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	7
3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
3.1. Тематический план	8
3.2. Учебно-методическое обеспечение для контактной работы обучающихся с преподавателем	9
3.2.1. Содержание разделов дисциплины, объем в лекционных часах	9
3.2.2. Практические занятия и семинары	10
3.2.3. Лабораторные работы	11
3.2.4. Инновационные формы учебных занятий	12
3.3. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
3.3.1. Домашние задания	12
3.3.2. Рефераты	13
3.3.3. Контрольные работы	15
3.3.4. Рубежный контроль.....	15
3.3.5. Другие виды самостоятельной работ	15
3.3.6. Курсовой проект или курсовая работа	15
4. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	15
4.1. Текущий контроль успеваемости обучающихся	15
4.2. Промежуточная аттестация обучающихся	16
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
5.1. Рекомендуемая литература	17
5.1.1. Основная и дополнительная литература	17
5.1.2. Учебные и учебно-методические пособия для подготовки к контактной работе обучающихся с преподавателем и для самостоятельной работы обучающихся	17
5.1.3. Нормативные документы	17
5.2. Информационные технологии и другие средства, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	18
5.3. Раздаточный материал	19
5.4. Примерный перечень вопросов по дисциплине	19
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	20
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	22
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ	25
ПРИЛОЖЕНИЯ	
График учебного процесса по дисциплине	

Выписка из ОПОП ВО по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», направленности подготовки «Информационно-измерительная техника и технологии» для учебной дисциплины «Физические основы микроэлектроники»:

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Всего часов
Б1.В.08	<p align="center">«Физические основы микроэлектроники»</p> <p>Этапы и направления развития микроэлектроники. Основные понятия, определения, классификация изделий микроэлектроники.</p> <p>Физические явления и процессы в полупроводниковых структурах.</p> <p>Физические явления и процессы в пленочных структурах.</p> <p>Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов биполярных ИМС.</p> <p>Электрические и электрофизические параметры элементов структур МДП ИМС.</p> <p>Основы функциональной и вакуумной микроэлектроники</p>	144

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1. Цель освоения дисциплины

Основная цель преподавания дисциплины «Физические основы микроэлектроники», входящего в федеральный компонент профессионального цикла дисциплин раздела Б1.В.08, состоит в освоении обучающимися теоретических знаний по всем основным разделам дисциплины и практическом применении их при решении прикладных задач для создания предпосылок успешного освоения специальных дисциплин и обеспечения всесторонней технической подготовки будущих специалистов.

Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний, необходимых специалисту для понимания фундаментальных основ функционирования приборов, использующих законы движения носителей зарядов в твёрдом теле и на его поверхности, умений и навыков применения полученных знаний для получения материалов с требуемыми свойствами, способов формирования в них микроструктур для управления движением носителей заряда, выполнения производственных операций, ведения исследований и научного поиска в данном направлении.

1.2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся готовится к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

Проектно-конструкторская деятельность:

- анализ технического задания задач проектирования приборов на основе изучения технической литературы патентных источников;
- участие в разработке функциональных и структурных схем приборов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы;
- проектирование и конструирование типовых деталей и узлов с использованием стандартных средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием конструкций приборов;
- составление отдельных видов технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы;
- участие в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов техники.

В соответствии с ОПОП ВО по данному направлению и направленности подготовки процесс обучения по данной дисциплине направлен на формирование следующих планируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций обучающихся и их индикаторов), установленных образовательной программой:

Код и наименование компетенции (результата освоения образовательной программы)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-2. Способность рассчитывать и проектировать элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия	ПК-2.1. Рассчитывает различные характеристики элементов, устройств и приборов
	ПК-2.2. Проектирует элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия
ПК-6. Способность анализировать поставленные исследовательские задачи в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации	ПК-6.1. Анализирует поставленные исследовательские задачи в области приборостроения
	ПК-6.2. Использует подборку литературных и других источников информации

Код и наименование компетенции (результата освоения образовательной программы)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ПК-6.3. Проводит патентный поиск аналогов по фондам предприятия и фондам библиотеки

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Физические основы микроэлектроники», соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.2. Проектирует элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия	Знать: физические основы явлений, происходящих внутри твёрдого тела и на его поверхности.
	Уметь: использовать полученные знания для выявления и использования электрических характеристик этих явлений для практических целей.
	Владеть: способами, приёмами и аппаратурой для исследования, контроля и проектирования новых полупроводниковых приборов и аппаратуры.
ПК-6.2. Использует подборку литературных и других источников информации	Знать: свою область необходимых знаний и смежные области в необходимом объёме.
	Уметь: выбирать достоверные источники информации, проводить сравнительный анализ и определение ценности представленной информации; находить перспективные направления исследований.
	Владеть: навыками работы в библиотечно-информационных системах, поисковых системах Интернета, правильным использованием ключевых слов при поиске информации, ранжированием информации по ценности и достоверности.

Информация о формировании и контроле результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций представлена в Фонде оценочных средств.

1.3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока Б1 «Физические основы микроэлектроники».

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Объем дисциплины: в зачетных единицах - 4 з.е., в академических часах – 144 ак.час.

Вид учебной работы	Часов		Семестры	
	всего	в том числе в инновационных формах	4	
Общая трудоемкость дисциплины:	144	70	144	
Аудиторная работа обучающихся с преподавателем:	72	40	72	
Лекции (Л)	36	20	36	
Практические занятия (Пз)	18	8	18	
Лабораторные работы (Лр)	18	8	18	
Самостоятельная работа обучающихся:	72	30	72	
Проработка прослушанных лекций и учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, изучение рекомендуемой литературы (Л)	8	10	8	
Подготовка к практическим занятиям (Пз) - 5	5	5	5	
Подготовка к лабораторным работам (Лр) - 4	5	5	5	
Выполнение домашних заданий (Дз) - 1	15	8	15	
Написание рефератов (Р) – 1	3	2	3	
Подготовка к контрольной работе (Кр) – 1	3	-	3	
Выполнение других видов самостоятельной работы (Др)	33	-	33	
Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет (ДЗач.)	ДЗач.	-	ДЗач	

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утверждаемыми в университете ежегодно.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Разделы дисциплины	Индикаторы достижения компетенций	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа обучающегося и формы ее контроля					Текущий контроль результатов обучения и промежуточная аттестация, баллов по модулям (мин./макс.)	
			Л, часов	№ Пз	№ Лр	№ Дз	№ Р	№ Кр	№ РК	Др часов		
4 семестр												
1.	Этапы и направления развития микроэлектроники. Основные понятия, определения, классификация изделий микроэлектроники.	ПК-2.2. ПК-6.2.	4	1,2	-	-	-	-	-	-	33	10/20
2.	Физические явления и процессы в полупроводниковых структурах.	ПК-2.2. ПК-6.2.	6	1,2,3	-	-	-	-	-	-		
3.	Физические явления и процессы в пленочных структурах	ПК-2.2. ПК-6.2.	6	1,2,4	-	-	-	-	-	-		
4.	Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов биполярных ИМС.	ПК-2.2. ПК-6.2.	8	4,5	1,2,3,4	1	-	-	-	-	40/55	
5.	Электрические и электрофизические параметры активных элементов структур МДП ИМС.	ПК-2.2. ПК-6.2.	8	4,5	1,2,3,4	-	1	-	-	-		
6.	Основы функциональной и вакуумной микроэлектроники	ПК-2.2. ПК-6.2.	4	-	-	-	-	1	-	-	10/25	
Итого текущий контроль результатов обучения в 4 семестре											60/100	

Промежуточная аттестация (<i>дифференцированный зачет</i>)	-
ИТОГО	60/100

3.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ.

На аудиторную работу обучающихся с преподавателем, согласно учебному плану, отводится – 72 часа.

Аудиторная работа обучающихся с преподавателем включает в себя:

- лекции – 36 часов;
- семинары – 18 часов;
- лабораторные работы -18 часов.

Часы, выделенные по учебному плану на экзамен(ы) в общее количество часов на аудиторную работу обучающихся с преподавателем не входят, а выносятся на недели, отведенные на сессии – 36 часов на один экзамен.

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утверждаемыми в университете ежегодно.

3.2.1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБЪЕМ В ЛЕКЦИОННЫХ ЧАСАХ (Л) – 36 ЧАСОВ

№ п/п	Раздел (модуль) дисциплины и его содержание	Объём часов
№1 №2	Этапы и направление развития микроэлектроники. Основные понятия, определения, классификация изделий микроэлектроники. Представлена история возникновения и развития полупроводниковых, пленочных, гибридных, вакуумных и функциональных ИМС. Даны основные понятия, определения, классификация изделий микроэлектроники.	4
№3 №4 №5	Физические явления и процессы в полупроводниковых структурах. Пространственное расположение частиц в кристаллической решетке, основные типы кубических и гексагональных структур. Индексы Миллера, алмазоподобная решетка германия, кремния и других полупроводников. Анизотропия свойств кристаллов. Статистика подвижных носителей заряда. Кинетические процессы в полупроводниковых структурах. Явления переноса, генерации и рекомбинации носителей заряда в металлах и полупроводниках. Поверхностные явления в полупроводниковых структурах. Физические явления на контакте металл-полупроводник. Барьер Шоттки.	6

№6 №7 №8 №9	Физические явления и процессы в пленочных структурах Основные свойства тонких пленок. Токи в контактирующих тонкопленочных системах. Диэлектрические пленки. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом. Металлические пленки как конструктивный материал интегральных микросхем. Структура тонкопленочных и толстопленочных элементов ИМС.	6
№10 №11 №12 №13	Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов биполярных ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры биполярного p-p-транзистора. Интегральные резисторы, диоды, конденсаторы, латеральные p-n-p транзисторы, транзисторы с барьером Шоттки, схема с инжекционным питанием.	8
№14 №15 №16	Электрические и электрофизические параметры активных элементов структур МДП ИМС. Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов МДП ИМС. Транзисторы со встроенным и наведенным каналом p- и n-типа, комплементарные транзисторы с металлическим и поликремниевым затвором.	8
№17 №18	Основы функциональной и вакуумной микроэлектроники Общие сведения. Динамическая неоднородность. Физические основы функциональной полупроводниковой электроники, акустоэлектроники, диэлектрической электроники, магнитоэлектроники. Физические основы вакуумной микроэлектроники	4

3.2.2. Практические занятия (Пз) – 18 часов

Проводится 5 практических занятий по следующим темам:

№ С	Темы семинара и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости
1.	Кристаллическая структура и свойства полупроводников; монокристаллическая и поликристаллическая структура. Индексы Миллера. Основные свойства тонких пленок. Диэлектрические пленки. Металлические пленки как конструктивный материал интегральных микросхем.	2	2,3	Устный опрос

№ С	Темы семинара и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости
2.	Механизмы диффузионных процессов и ионной имплантации. Параметры управления профилем распределения концентрации примеси при ионной имплантации. Механизм образования эпитаксиального слоя. Прямые и не прямые процессы Электрофизические и конструктивные параметры элементов биполярных и МДП полупроводниковых ИМС.	2	3	Устный опрос
3.	Методы изоляции элементов и компонентов в полупроводниковых интегральных микросхемах.	2	2,4,5	Устный опрос
4.	Анализ и расчёт конструктивных параметров тонкопленочных элементов ГИС в соответствии с электрической схемой.	6	3	Защита Пз
5.	Анализ и выбор из банка данных в соответствии с параметрами электрической схемы конструкции биполярных полупроводниковых транзисторов и диодов, выполненных по планарно-эпитаксиальной технологии. Разработать эскиз топологии.	6	2	Защита Пз

(устный опрос, письменная работа, компьютерное или письменное тестирование и пр. в соответствии с Положением о ФОС).

3.2.3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (Лр) – 18 ЧАСОВ

Выполняются 4 лабораторных работ по следующим темам:

№ Лр.	Тема лабораторной работы	Объем часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости
1.	Изучение элементной базы, топологии и конструкции тонкопленочных и толстопленочных гибридных интегральных микросхем с помощью цифрового микроскопа.	6	4,5	Защита Лр
2.	Изучение топологии и измерение цифровым микроскопом геометрических размеров элементов тонкопленочных ИМС. Расчет параметров.	4	4,5	Защита Лр
3.	Изучение топологии и конструкции полупроводниковых биполярных ИМС с	4	4,5	Защита Лр

	помощью цифрового микроскопа. Расчет параметров.			
4.	«Диагностический контроль интегральных полупроводниковых операционных усилителей.	4	4,5	Защита Лр

3.2.4. ИННОВАЦИОННЫЕ ФОРМЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

При изучении данной дисциплины применяются следующие интерактивные методы обучения:

- интерактивная лекция;
- работа в команде (в группах);
- выступление студента в роли обучающего;
- разбор конкретных ситуаций, дискуссия;
- компьютерные презентации;
- видеоролики;
- решение ситуационных задач

При этом предусматривается использование таких вспомогательных средств, как мультимедийный проектор, раздаточный материал.

3.3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

На самостоятельную работу обучающихся, согласно учебному плану, отводится – 72 часа.

Самостоятельная работа студентов включают в себя:

1. Проработка прослушанных лекций и учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, изучение рекомендуемой литературы (Л) - 8 час.
2. Подготовка к практическим занятиям (Пз) и к семинарам - 5 час.
3. Подготовка к лабораторным работам (Лр) - 4 час.
4. Выполнение домашнего задания (Дз) - 15 час.
5. Написание рефератов (Р) - 3 час.
6. Подготовка к контрольной работе (Кр) - 3 час.
7. Выполнение других видов самостоятельной работы (Др) - 33 час.

Часы, выделенные по учебному плану на экзамен(ы) в общее количество часов на аудиторную работу обучающихся с преподавателем не входят, а выносятся на недели, отведенные на сессии – 36 часов на один экзамен.

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утверждаемыми в университете ежегодно.

3.3.1. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЕ (Дз) – 15 ЧАСОВ

Выполняется 1 домашнее задание по следующим темам:

№ (Дз)	Домашнего задания	Объем, час.
1.	Технологии изготовления и контроль качества масок и фотошаблонов для полупроводниковых и гибридных ИМС. Физические и технологические ограничения минимальных и максимальных размеров.	15
2.	Способы получения монокристалла кремния для микроэлектроники. Исходное сырьё, способы очистки, требуемые размеры и размеры, которые возможно получить сегодня. Контроль качества.	15
3.	Технологии получения кремниевых пластин для изготовления СБИС. Технологические операции, требуемые размеры и технологические ограничения размеров. Приёмы оптимального использования площади пластин. Требуемые электрические и физические характеристики. Контроль качества.	15
4.	Структура, электрические и электрофизические параметры активных и пассивных элементов биполярных ИМС.	15
5.	Испытания готовых ИМС, поиск «слабого звена» в технологической цепочке.	15
6.	Технологии сборки и корпусирования ИМС. Корпуса ИМС и микросборок. Проблема количества выводов СБИС.	15
7.	Виды контрольных испытаний и методы проверки качества ИМС .	15
8.	Методы технологического контроля при производстве ИМС.	15
9.	Методы диагностического контроля ИМС.	15
10.	Ускоренные испытания базовых элементов, тестовых структур и микросхем.	15

3.3.2. РЕФЕРАТЫ – 3 ЧАСА

Выполняется 1 реферат. Рекомендуются следующие примерные темы рефератов:

№ п/п	Рекомендуемые темы рефератов	Объем час.	Раздел дисциплины
1.	Современное состояние и перспективы развития вакуумной микроэлектроники	3.	6
2.	Современное состояние и перспективы развития функциональной электроники.	3.	6

3.	Современное состояние и перспективы развития наноэлектромеханических интегральных схем.	3	6
4.	Перспективы развития микроэлектроники. Нанотехнология.	3	6
5.	Процесс получения полупроводниковых интегральных микросхем. Перспективы развития.	3	2
6.	Процесс получения тонких плёнок для интегральных микросхем. Перспективы развития.	3	3
7.	Процесс получения толстых плёнок для интегральных микросхем. Перспективы развития.	3	3
8.	Процесс изготовления гибридных интегральных микросхем. Перспективы развития.	3	2,3
9.	Эпитаксия как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Виды процессов эпитаксии. Хлоридный метод.	3	2
10.	Диффузия как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Механизм и методы осуществления диффузии примеси. Физические ограничения процессов термической диффузии.	3.	2
11.	Ионное легирование (ионная имплантация) как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Сущность ионного легирования. Физические ограничения процесса ионного легирования.	3.	2
12.	Литография как базовый процесс при формировании структуры ИМС. Анализ видов литографии по типу излучения.	3	2
13.	Методы изоляции полупроводниковых ИМС.	3	2,3
14.	Пути снижения потребляемой мощности ИМС. Проблема отвода тепла от кристалла ИМС.	3	2,3
15.	Физические и технологические ограничения минимального размера элемента ИМС. Пути приближения к «физическому идеалу».	3	2
16.	Экстремальная электроника, приборы для работы в условиях экстремальных температур, перегрузок, влажности.	3	6

3.3.3. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ (КР) – 3 ЧАСА

Выполняется 1 контрольная работа по следующим темам:

№ Кр	Тема контрольной работы	Объем часов	Раздел дисциплины
1	Физические явления и процессы в полупроводниковых и пленочных структурах. Структура, электрические и электрофизические параметры МДП и биполярного п-р-п транзистора. Интегральные МДП и биполярные п-р-п транзисторы резисторы, диоды, конденсаторы, латеральные р-п-р транзисторы, транзисторы с барьером Шоттки, схемы с инжекционным питанием.	3 час.	2 - 5

3.3.4. РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ (РК) ЧАСОВ

Рубежный контроль рабочей программой не предусмотрен.

3.3.5. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (ДР) – 33 ЧАСОВ

Другие виды самостоятельной работы относятся к нерегламентированной самостоятельной работе обучающихся, связанной с углубленным изучением отдельных тем или разделов дисциплины, их творческой деятельностью, развитием личностных качеств и т.д. Конкретные формы других видов самостоятельной работы обучающийся выбирает самостоятельно или по рекомендации преподавателя в ходе изучения дисциплины.

3.3.6. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (КП) ИЛИ КУРСОВАЯ РАБОТА (КР) – 0 ЧАСОВ

Курсовой проект или курсовая работа рабочей программой не предусмотрены.

4. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для оценки текущей успеваемости используются следующие формы текущего контроля:

Для формы промежуточной аттестации – дифференцированный зачет

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма текущего контроля	Индикаторы достижения компетенций	Текущий контроль результатов обучения, баллов (мин./макс.)
1	2,3	Устный опрос. Практическое занятие №1	ПК-2.2. ПК-6.2.	
2	2,3	Устный опрос. Практическое занятие №2	ПК-2.2. ПК-6.2.	
3	2	Устный опрос. Практическое занятие №3	ПК-2.2. ПК-6.2.	
Всего за модуль 1				10 / 20
1	3,4,5	Защита практического занятия №4	ПК-2.2. ПК-6.2.	
2	4,5	Защита практического занятия № 5	ПК-2.2. ПК-6.2.	
3	4,5	Защита лабораторной работы №1	ПК-2.2. ПК-6.2.	
4	4,5	Защита лабораторной работы №2	ПК-2.2. ПК-6.2.	
5	4,5	Защита лабораторной работы №3	ПК-2.2. ПК-6.2.	
6	4	Проверка домашнего задания №1	ПК-2.2. ПК-6.2.	
7	5	Проверка реферата №1	ПК-2.2. ПК-6.2.	
Всего за модуль 2				40 / 55
1	6	Защита лабораторной работы №4	ПК-2.2. ПК-6.2.	
2	1 - 6	Проверка контрольной работы №1	ПК-2.2. ПК-6.2.	
Всего за модуль 3				10/25
Итого:				60/100

Обучающиеся, не выполнившие в полном объеме установленных требований и не набравшие суммарное количество рейтинговых баллов по текущему контролю успеваемости выше минимально установленных, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине, как не выполнившие график учебного процесса по данной дисциплине.

4.2. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для оценки результатов изучения дисциплины используются следующие формы промежуточной аттестации:

Семестр	Разделы дисциплины (модули)	Форма промежуточного контроля	Проставляется ли оценка в приложение к диплому	Промежуточная аттестация, баллов (мин./макс.)
4	1-6	Дифференцированный зачет (ДЗач)	да	-

Обучающийся, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия по текущему контролю результатов обучения и прошедший промежуточную аттестацию, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на экзамене,	Оценка на зачете
85 – 100	отлично	зачет
71 – 84	хорошо	зачет
60 – 70	удовлетворительно	зачет
0 – 59	неудовлетворительно	незачет

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

5.1.1. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники – М.:Изд-во: “Лань”, 2008, 384 с.
2. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок. Учебное пособие. – М.:Изд-во: “Лань”, 2018. 400 с.
3. Заглубский А.А., Чернова А.П., Пособие "Структура кристаллов и электронные состояния", СПб, Соло, 2007.
4. Зи С.М. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мир. 1984. 453 с.
5. Ч.Пул-мл., Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. Москва: Техносфера, 2006.-336с.
6. Долгов Ю.А., Знаменская Т.Д. Контроль качества и надежность в производстве кристаллов интегральных микросхем/ Под ред. Ю.А. Долгова: Тирасполь, 2007.-370с.

5.1.2. УЧЕБНЫЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОНТАКТНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ И ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ:

7. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для вузов.-М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004 -488с.
8. Щука А.А. Электроника. Учебное пособие: БХВ-Петербург, 2006, 800 с.
9. Романова М.П. Проектирование гибридно-пленочных интегральных микросхем: учебное пособие/ М.П. Романова.- Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 73 с.
10. Поляков В.И., Стародубцев Э.В. Проектирование гибридных тонкопленочных интегральных микросхем: Учебное пособие по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 80 с.

5.1.3. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1. ГОСТ 19658-81 Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия
2. ГОСТ 22265-76 Материалы проводниковые. Термины и определения
3. ГОСТ 22622-77 Материалы полупроводниковые. Термины и определения основных электрофизических параметров
4. ГОСТ 18725-83 Микросхемы интегральные. Общие технические условия.
5. ГОСТ Р 53736-2009: Изделия электронной техники, Порядок создания и постановки на производство. Основные положения.
6. ГОСТ Р 8.698-2010ГСИ. Размерные параметры наночастиц и тонких пленок. Методика выполнения измерений.
7. ГОСТ 29106-91 Приборы полупроводниковые. Микросхемы интегральные. Часть 1 Общие положения. Введ. 01.07.1992 г. Ред. 01.08.2004 г. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004 г.
8. ГОСТ 29107-91 Приборы полупроводниковые. Микросхемы интегральные. Часть 2 Цифровые интегральные схемы. Введ. 01.07.1992 г. Ред. 01.09.2004 г. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004 г.
9. ГОСТ 29108-91 Приборы полупроводниковые. Микросхемы интегральные. Часть 3 Аналоговые интегральные схемы. Введ. 01.07.1992 г. Ред. 01.10.2004 г. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004 г.
10. ГОСТ 29109-91 Приборы полупроводниковые. Микросхемы интегральные. Часть 4 Интерфейсные интегральные схемы. Введ. 01.07.1992 г. Ред. 01.11.2004 г. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004 г.
11. ГОСТ 30350-96 Микросхемы интегральные аналоговые. Общие требования к измерительной аппаратуре и условиям измерения электрических параметров. Введ. 01.07.1998 г. М.: ИПК Издательство стандартов, 1997 г.
12. ГОСТ Р 54844-2011 Микросхемы интегральные. Основные размеры. Введ. 01.09.2013 г. М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2014 г.
13. ГОСТ Р 55893-2013 Микросхемы интегральные. Основные параметры. Введ. 01.01.2015 г. М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2014 г.
14. ГОСТ Р 57435-2017 Микросхемы интегральные. Термины и определения. Введ. 01.08.2017 г. М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2017 г.

5.2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ДРУГИЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При изучении данной дисциплины используются следующие информационные технологии, программное обеспечение, электронно-библиотечные системы, электронные образовательные среды, информационные справочные системы и другие средства, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

№ п/п	Информационные технологии, включая программное обеспечение, информационные справочные системы и другие используемые средства	Раздел дисциплины	Вид контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы
1	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (электронная учебная, методическая и научная литература по тематике дисциплины)	1 - 6	Л, Пз, Лр, С, Дз, Р, Кр
2	Электронные издания Издательства МГТУ им. Н. Э. Баумана (электронная учебная, методическая и научная литература по тематике дисциплины)	1 - 6	Л, Пз, Лр, С, Дз, Р, Кр
3	Электронная библиотечная система «Юрайт» biblio-online.ru		Л, Пз, Лр, С, Дз, Р, Кр
4	Электронный каталог библиотеки МГУЛ (учебная, методическая и научная литература по тематике дисциплины)	1 - 6	Л, Пз, Лр, С, Дз, Р, Кр
5	Электронная образовательная среда МФ (для обеспечения учебно-методическими материалами, проверки знаний студентов по различным разделам дисциплины, подготовленности их к проведению и защите лабораторных работ)	1 - 6	Л, Пз, Лр, С, Дз, Р, Кр
6	Носители информации (диски, флешки)	1 - 6	Л, Пз, Лр, С, Дз, Р, Кр
7	Электронная версия разделов лекций	1 - 6	Л, Пз, Лр, С, Дз, Р, Кр
8	Видеофильмы	1 - 6	Л

5.3. РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

При изучении данной дисциплины используются следующий раздаточный материал:

№ п/п	Раздаточный материал	Раздел дисциплины	Вид контактной работы обучающихся с преподавателем
	Задание и формы бланков, схемы для выполнения работ, таблицы	1 - 6	Л, Лр, С, Дз, Р, Кр
	Перечень нормативной документации и справочной литературы	1 - 6	Л, Лр, С, Дз, Р, Кр

5.4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При проведении промежуточной аттестации для оценки результатов изучения дисциплины вынесены следующие вопросы:

1. История развития микроэлектроники.
2. Основные направления развития микроэлектроники.
3. Современное состояние и перспективы развития функциональной электроники.
4. Классификация изделий микроэлектроники.
5. Деление и характеристика ИМС по конструктивно-технологическим признакам.
6. Количественные и качественные меры определения сложности ИМС.
7. Кристаллическая структура и свойства полупроводников.
8. Монокристалл и поликристалл. Индексы Миллера.

9. Явления переноса, генерации и рекомбинации носителей заряда в металлах и полупроводниках.
10. Физические явления на контакте металл-полупроводник. Барьер Шоттки.
11. Поверхностные явления в полупроводниковых структурах.
12. Физические явления и процессы в пленочных структурах. Металлические пленки как конструктивный материал интегральных микросхем.
13. Характеристика групп операций в общем процессе производства полупроводниковых ИМС: заготовительная, обрабатывающая, сборочно-контрольная группы.
14. Структура, электрофизические параметры пассивных и активных элементов биполярных ИМС.
15. Структура, электрофизические параметры пассивных и активных элементов МДП ИМС.
16. Зависимость порогового напряжения МДП-транзистора от уровня легирования, работы выхода металла и полупроводника, заряда диэлектрической пленки.
17. Механизм образования эпитаксиальных слоев при прямых и непрямых процессах.
18. Эпитаксия как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Виды процессов эпитаксии. Хлоридный метод.
19. Диффузия как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Механизм и методы осуществления диффузии.
20. Механизмы диффузии атомов в кристаллах, законы Фика.
21. Ионное легирование (ионная имплантация) как метод изменения свойств исходного кристалла полупроводника. Сущность и физические ограничения процесса ионного легирования.
22. Литография как базовый процесс формирования структуры ИМС. Анализ видов литографии по типу излучения.
23. Физические эффекты акустоэлектроники. Динамические неоднородности акустоэлектронной природы.
24. Типы динамических неоднородностей диэлектрической и магнитоэлектронной природы.
25. Физические основы нанотехнологии.
26. Основные операции технологического процесса получения полупроводниковых ИМС.
27. Методы получения тонких плёнок для ИМС.
28. Процесс получения тонкопленочных ИМС.
29. Процесс получения толстопленочных ИМС.
30. Процесс изготовления гибридных интегральных микросхем.
31. Диагностический контроль ИМС.
32. Контроль как составная часть технологического процесса изготовления ИМС.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

При изучении данной дисциплины используются следующее материально-техническое обеспечение:

№ п/п	Наименование и номера специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Раздел дисциплины	Вид контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся
1.	Специализированный класс ЭВМ для обучения, контроля	Класс ЭВМ на 20 посадочных мест с выходом в локальную сеть университета и Интернет.	2 - 6	Л, Лр, С, Дз, Р,

№ п/п	Наименование и номера специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Раздел дисциплины	Вид контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся
	знаний и освоения методов расчетов по основным разделам дисциплины и самостоятельной работы обучающихся Ауд. (по отдельному расписанию)	Мультимедийное оборудование: – мультимедийный проектор; - экран.		Кр
2.	Класс ЭВМ на 20 посадочных мест с выходом в локальную сеть университета и Интернет.	Приборы, образцы компонентов изделий электронной техники и компьютеры для проведения Пз, Лр	2 - 6	Л, Лр, С, Дз, Р, Кр

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами деятельности обучающегося являются контактная работа с преподавателем и самостоятельная работа, которая включает в себя подготовку к контактной работе обучающихся с преподавателем, проработку материалов, полученных в процессе этой работы, а также подготовку и выполнение всех видов самостоятельной работы, заявленных в рабочей программе дисциплины.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя.

По зачислении на первый курс или переводу на очередной курс следует провести подготовку к началу обучения. Эта подготовка в самом общем включает несколько необходимых положений:

- Следует убедиться в наличии рабочей программы и необходимых методических указаний по всем видам контактной и самостоятельной работы, указанных в программе дисциплины, понять требования, предъявляемые к изучению дисциплины. При необходимости надлежит получить на кафедре необходимые указания и консультации, контрольные вопросы для изучения дисциплины.
- Необходимо ознакомиться с рейтинговой балльной системой по дисциплине. Преподаватель обязан ознакомить обучающихся с порядком начисления рейтинговых баллов по всем, предусмотренным рабочей программой дисциплины, видам контактной и самостоятельной работы обучающихся.
- Необходимо создать (рационально и эмоционально) максимально высокий уровень мотивации к последовательному и планомерному изучению дисциплины.
- Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии у себя дома или в библиотеке в бумажном или электронном виде.
- Необходимо иметь «под рукой» специальные и универсальные словари и энциклопедии, для того, чтобы постоянно уточнять значения используемых терминов и понятий. Пользование словарями и справочниками необходимо сделать привычкой. Опыт показывает, что неудовлетворительное усвоение предмета зачастую коренится в неточном, смутном или неправильном понимании и употреблении понятийного аппарата учебной дисциплины.

- Желательно в самом начале периода обучения возможно тщательнее спланировать время, отводимое на контактную и самостоятельную работу по дисциплине, представить этот план в наглядной форме и в дальнейшем его придерживаться, не допуская срывов графика индивидуальной работы и аврала в пред сессионный период. При этом необходимо руководствоваться Графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, который входит в состав рабочей программы. Пренебрежение этим пунктом приводит к переутомлению и резкому снижению качества усвоения учебного материала.
- Работу следует начинать с изучения рабочей программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучающихся. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
- Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью учебника. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Затем, как показывает опыт, полезно изучить выдержки из первоисточников. При желании можно составить их краткий конспект. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку. Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса.

В ходе лекционных занятий конспектировать учебный материал. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Практические и семинарские занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Лабораторные работы предназначены для приобретения опыта практической реализации полученных теоретических знаний. Методические указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется преподавателем перед проведением лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного курса, подготовку к практическим, семинарским занятиям и лабораторным работам, выполнение всех заявленных в рабочей программе видов самостоятельной работы (выполнение домашних заданий, расчетно-графических и расчетно-проектировочных работ, курсовых проектов и работ, подготовку к контрольным работам, написание рефератов и пр.).

Результаты всех видов работ обучающихся формируются в виде их личных портфолио, которые учитываются на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации их всех возможных источников.

В ходе самостоятельной работы необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, методическими указаниями по соответствующему виду самостоятельной работы. При этом необходимо учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы. Очень полезно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой.

Необходимо строго следовать графика учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, который входит в состав рабочей программы.

Готовясь по всем непонятным моментам, обращаться за методической помощью к преподавателю. Своевременное и качественное подготовка и выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы.

Оценивание полученных в процессе изучения дисциплины знаний, умений и навыков проводится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МФ МГТУ им. Баумана.

Утвержденные критерии оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, методика начисления рейтинговых баллов при их прохождении представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине, который сформирован как отдельный документ, является приложением к рабочей программе и структурно входит в состав учебно-методического комплекса дисциплины.

Текущий контроль проводится в процессе изучения каждого раздела или модуля дисциплины, его итоговые результаты складываются из рейтинговых баллов, полученных при прохождении всех запланированных контрольных мероприятий с учетом своевременности их прохождения, а также посещаемости аудиторных занятий.

Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточного контроля возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля.

Обучающиеся, не выполнившие в полном объеме установленных требований, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине, как не выполнившие график учебного процесса по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме, установленной учебным планом, и виде, выбранном преподавателем. При этом проводится проверка освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний, умений и навыков по ней.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, которые систематически в течение всего семестра работали на занятиях и показали уверенные знания по вопросам, выносившимся на групповые занятия, также выполнившие все виды контактной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, прошедшие все контрольных мероприятий и набравшие при этом количество рейтинговых баллов, превышающее установленное рабочей программой минимальное значение.

Непосредственная подготовка к промежуточной аттестации осуществляется по вопросам, представленным в фонде оценочных средств по дисциплине, которые обучающимся должен предоставить преподаватель. Необходимо тщательно изучить

формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Обычно план включает в себя:

- показ теоретической и практической значимости рассматриваемого вопроса;
- обзор освещения вопроса;
- определение сущности рассматриваемого предмета;
- основные элементы содержания и структуры предмета рассмотрения;
- факторы, логика и перспективы эволюции предмета;
- показ роли и значения рассматриваемого материала для практической деятельности.

План ответа желательно развернуть, приложив к нему ссылки на первоисточники с характерными цитатами.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ

При подготовке к контактной работе с обучающимися, контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся преподавателю необходимо руководствоваться рабочей программой дисциплины, а также картой обеспеченности литературой, учебно-методической картой, графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, фондом оценочных средств по дисциплине, которые входят в состав рабочей программы.

На первом занятии по дисциплине преподаватель должен довести до обучающихся всю необходимую информацию по дисциплине, предоставить или дать ссылки, на рабочую программу дисциплины, а также карту обеспеченности литературой, учебно-методическую карту, график учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, фонд оценочных средств по дисциплине, все необходимые рекомендации по всем видам контактной и самостоятельной работы, заявленным в рабочей программе дисциплины.

Лекции составляют основу теоретической подготовки студентов с целью понимания ими сущности дисциплины и практической работы курса.

На лекциях рассматриваются наиболее важные понятия, определяются основные направления дисциплины, дается общая характеристика поставленных вопросов, различные научные концепции, которые есть по данной теме, осмысливаются состояния и перспективы развития, даются особенности использования современных технологий.

Лекции должны активизировать познавательную деятельность обучающихся, вызывать интерес к поставленным проблемам и направлениям развития в профессиональной области, формировать их профессиональный кругозор, аналитические качества, творческий подход к изучению дисциплины, определять направления дальнейшего самостоятельного изучения и практического освоения в данной области.

Изложение материала лекций должно носить проблемный, инновационный характер, способствующий формированию и развитию общекультурных и профессиональных компетенций по профилю обучаемых.

В ходе лекций следует акцентировать внимание на наиболее важных, узловых и сложных в восприятии моментах учебного материала, вовлекая к разрешению сформулированных проблем аудиторию, ставя перед студентами задачи на проведение в ходе внеаудиторной самостоятельной работы аналитических оценок и научных исследований, способствующих закреплению изучаемого материала и постижению нового. Очень важно насытить лекционный материал цифрами и различными практическими примерами, подтверждающими теоретические тезисы. Также следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Это способствует активизации мыслительной деятельности обучающихся, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию.

Преподавателю, читающему лекции по данной дисциплине, необходимо опираться на основную литературу, представленную в рабочей программе данной дисциплины, а также на учебные пособия, монографии, научные статьи и периодические издания известных специалистов в данной области.

Учебный материал следует излагать с использованием интерактивных методик и презентационных средств, раскрывая новейшие и перспективные информационно-технологические достижения. Если доступен Интернет, то обучающимся можно показать сайты по теме, актуальные страницы с ресурсами.

Определяя задачи на самостоятельную работу студентов, следует обращать внимание обучаемых на использование облачных сред и технологий, обеспечивающих доступ к информационно-технологическим ресурсам из рабочих мест вне учебной базы университета и филиала.

Контроль усвоения учебного материала, кроме традиционных форм, следует

проводить с использованием тематических тестовых заданий, сформулированных в разделе

Практические занятия и семинары имеют целью закрепления знаний, полученных на лекциях. Все практические занятия дисциплины проводятся в специализированных классах университета. На первом занятии преподаватель должен напомнить студентам требования техники безопасности.

На практических занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются при изучении специальных дисциплин, а также в процессе прохождения производственной практики.

Проводя практические занятия по данной дисциплине, предлагается использовать задания указанные в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Выполнение заданий должно быть индивидуальным. При оценивании выполненных заданий следует учитывать достижение результата, правильность выбора технологии решения, время решения, индивидуальность работы. Веса указанных факторов следует выбирать в зависимости от целей проводимого занятия. Для закрепления практических навыков и умений студентам следует по каждой теме выдавать задания на самостоятельную работу, по трудоемкости сходные с задачами, решаемыми в аудитории.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются аналитические и интеллектуальные умения.

Лабораторные работы предназначены для приобретения обучающимися опыта практической реализации полученных теоретических знаний. Методические указания к лабораторным работам должны прорабатываться обучающимися во время самостоятельной подготовки. Перед проведением лабораторных работ преподаватель контролирует необходимый уровень подготовки обучающихся к их выполнению.

Самостоятельная работа обучающихся представляет собой индивидуальное выполнение всех видов, заявленных в рабочей программе дисциплины, контактной и самостоятельной работы, которые формируют у обучающегося:

- выработку навыков самостоятельной работы с имеющейся исходной информацией;
- практическую реализацию теоретических знаний с использованием инструментальных средств;
- комплексное применение компетенций, теоретических знаний, практических навыков и умений, приобретенных при изучении данной дисциплины.

При проведении контактных занятий, выдаче материалов и заданий ко всем заявленным видам контактной и самостоятельной работы обучающихся, контроле текущей успеваемости по ним, а также при промежуточной аттестации по дисциплине преподаватель обязан руководствоваться сроками, указанными в учебно-методической карте дисциплины и графике учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. При этом не должно возникать противоречий с утвержденным Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МФ МГТУ им. Баумана.

При **контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся** преподаватель обязан пользоваться оценочными средствами, критериями оценки и начисления рейтинговых баллов, представленных в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

