

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Физические основы технологий микро- и нанoeлектроники

Код модуля
1159334

Модуль
Плазмохимические процессы для создания и
диагностики материалов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Жидков Иван Сергеевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	электрофизики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Жидков Иван Сергеевич, Доцент, электрофизики

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физические основы технологий микро- и нанoeлектроники

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физические основы технологий микро- и нанoeлектроники

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения	Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности	
ОПК-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации	З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров (заинтересованных сторон) и формулировать требования к эффективности инженерных продуктов и технических объектов	Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения	Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общетехнических наук</p>	
<p>ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p> <p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p>	
<p>ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p> <p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных</p>	
--	--	--

	<p>систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>	
<p>ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>	
<p>ПК-2 -Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач</p>	<p>З-1 - Характеризовать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств</p> <p>З-2 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт работы с современными программными средствами (САД) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p> <p>П-2 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p> <p>У-1 - Формулировать постановку задачи и определять</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, теоретические и математические модели, проводить анализ полученных результатов моделирования работы в области наноэлектроники</p> <p>У-2 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p>	
<p>ПК-3 -Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ</p>	<p>З-1 - Соотнести передовой отечественный и зарубежный опыт разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем</p> <p>З-2 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по подготовке технического задания на выполнение проектных работ, а также научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области электронных средств и электронных систем</p> <p>П-2 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p> <p>У-1 - Выбирать пути создания новых электронных средств и электронных систем используя теоретические и экспериментальные методы исследования</p> <p>У-2 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.75		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	1,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.25		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Практическое задание 1</i>	1,9	25
<i>Практическое задание 2</i>	1,13	25
<i>Практическое задание 3</i>	1,15	25
<i>Практическое задание 4</i>	1,16	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр,	Максимальная оценка в баллах

	учебная неделя	
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет параметров потоков прекурсоров для процесса эпитаксии
2. Расчет параметров структур с квантовыми ямами
3. Моделирование полупроводниковых эпитаксиально выращенных переходов
4. Моделирование физических параметров солнечных ячеек

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Методы изготовления элементов микроэлектроники (тест)

Примерные задания

1. Какой из методов кристаллографической ориентации слитков предусматривает обязательное селективное травление контролируемой поверхности?
2. В каком из методов выращивания монокристаллов из расплава наиболее эффективно осуществляется очистка от примесей?
3. Каково назначение основного базового среза на пластинах монокристаллического кремния?
4. Какой из дефектов механической обработки кремниевых пластин является следствием пластической деформации?
5. Что представляет собой нарушенный в результате механической обработки поверхностный слой полупроводниковой пластины?
6. Что является основополагающим фактором в осуществлении процесса эпитаксиального выращивания полупроводников?
7. Какие технологические параметры определяют условия эпитаксиального роста из газовой фазы?
8. Какая обратимая химическая реакция используется для осаждения и травления кремния в газовой фазе?
9. Какой из дефектов является ответственным за положительный заряд в структуре кремний - двуокись кремния?
10. Какой из режимов термического окисления кремния применяют для получения подзатворного диэлектрика МДП-транзистора?
11. Энергия активации какого из процессов термического окисления больше?
12. Какой из режимов термического окисления кремния используют для получения защитной маски при легировании?
13. Какой из технологических параметров процесса термического окисления кремния определяет максимально возможную толщину пленки двуокиси кремния?
14. Как изменяется толщина окисла, образующегося при термическом окислении кремния, от времени процесса?
15. Что определяет скорость процесса термического окисления кремния при получении окисных плёнок заметной толщины?
16. Как связаны скорость диффузии примеси с ее растворимостью в кристалле?
17. Какой химический элемент можно использовать в качестве легирующей примеси для создания скрытого n-слоя в кремнии?

18. В чём состоит основная особенность распределения примеси в кристалле при локальной диффузии?
 19. От какого параметра зависит количество введенной в кристалл примеси при ионном легировании?
 20. Какой характер имеет распределение примеси в кристалле при ориентированном ионном внедрении?
 21. Что определяет условия ориентированного внедрения иона примеси в кристалл полупроводника?
 22. Какой из параметров процесса ионного легирования в наибольшей степени влияет на образование аморфных областей в кристаллической структуре полупроводника?
 23. При какой температуре начинается отжиг радиационных дефектов в кремнии?
 24. Какое преимущество в сравнении с известными способами диффузионного легирования имеет ионное легирование через слой двуокиси кремния?
 25. Какой метод литографии обеспечивает наименьшую ширину линии?
 26. Какие материалы применяются для коммутации элементов ИС?
 27. Какой диэлектрик используется для создания тонкоплёночных конденсаторов?
 28. Какой материал используется в качестве прозрачных проводников в оптических устройствах?
 29. Какие из перечисленных типов корпусов ППП и ИМС не обеспечивают защиту от влаги?
 30. Какой из способов микросварки обеспечивает присоединение проволочных выводов без разогрева кристалла?
 31. Какой из способов пайки не требует применения флюса?
 32. Какой из корпусов ППП и ИМС имеет наибольшее число выводов и наибольшее отношение монтажной площадки к площади кристалла?
 33. Какие из нестандартных корпусов позволяют обеспечить наивысшую плотность монтажа многовыводных ИС?
 34. Какой из методов монтажа кристаллов ППП и ИМС позволяет обеспечить надёжный электрический контакт?
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Общая характеристика и основные определения микроэлектроники. Изделия микроэлектроники и их классификация. Интегральные микросхемы (ИС), элементы и компоненты ИС. Степень интеграции ИС.
2. Классификация ИС: полупроводниковые ИС, гибридные ИС, пленочные ИС. Основные явления и процессы, определяющие функционирование современных ИС, их общая характеристика.
3. Общая характеристика базовых физико-химических методов создания микроэлектронных структур. Очистка. Метод вытягивания из расплава. Термическое окисление. Эпитаксия.

4. Общая характеристика базовых физико-химические методов создания микроэлектронных структур. Литография. Локальная диффузия примесей: диффузия из бесконечного источника примесей.
5. Локальная диффузия примесей: диффузия из ограниченного источника примесей. Ионная имплантация. Металлизация.
6. Технология механической обработки подложек для ИС. Типы подложек ИС и их основные характеристики. Ориентация пластин перед резкой: рентгеновский и оптический методы ориентации.
7. Резка, скрайбирование и разлом слитков и пластин. Шлифовка и полировка пластин. Строение нарушенного слоя после механической обработки пластин ИС.
8. Технология химической обработки подложек для ИС. Механизм химической обработки пластин. Слой Гельмгольца. Анодное и катодное растворение (травление).
9. Ограничение процесса травления. Электрополировка. Термохимическое (газовое) и ионно-плазменное травление.
10. Формирование диэлектрических пленок на полупроводниковых пластинах ИС. Технология формирования пленок SiO₂ термическим окислением. Стационарное термохимическое окисление: параболический и линейные законы.
11. Химическое осаждение диэлектрических пленок из газовой фазы на поверхность пластин.
12. Характеристика методов получения диэлектрических пленок в технологии гибридных ИС.
13. Общие принципы процесса ионного легирования. Теория ЛШШ. Ядерная и электронная тормозные способности. Распределение пробегов ионов.
14. Потенциал Томаса-Ферми. Влияние радиационных дефектов на структуру поверхности пластин ИС. Кластер дефектов.
15. Отжиг дефектов и электрические свойства ионно-легированных слоев. Лазерный отжиг. Маскирование в процессах ионного легирования.
16. Элионные методы литографических процессов. Электронно-лучевая литография: описание технологических приемов.
17. Особенности экспонирования в рентгенолучевой литографии. Технология рентгенолитографического процесса: изготовление шаблонов, выбор резистов, травление.
18. Металлические пленки для ИС: их электрофизические параметры, удельное сопротивление. Коммутационные элементы ИС.
19. Технология изготовления пленочных резисторов. Материалы для изготовления пленочных резисторов: чистый металл, сплав, кермет. Технология изготовления пленочных конденсаторов: оксиды металлов и полупроводников.
20. Технология монтажа кристаллов ИС на носители: конструктивно-технологические варианты. Изготовление ленточных носителей.
21. Технология получения внутренних выводов на кристаллах ИС. Описание монтажа кристалла ИС на гибкую ленту: термокомпрессия, импульсная пайка.
22. Монтаж гибридных ИС и микросборок. Особенности сборки сверхбыстродействующих ИС и процессоров.
23. Герметизация ИС и микропроцессоров. Пассивирующие и защитные покрытия ИС. Принципы герметизации ИС в корпусах: учет факторов влияния, критерий герметичности.
24. Герметизация ИС в металлических корпусах. Сварка и пайка. Герметизация твердым припоем. Отличия герметизации ИС в металлических и пластмассовых корпусах.

25. Герметизация ИС в металлических корпусах методами пайки без флюса, пайки без припойной прокладки, герметизация стеклянной фриттой. Герметизация ИС в пластмассовых корпусах: формовка заливкой и трансферная прессовка.

26. Современные проблемы и теоретические основы одноэлектроники. Кулоновская блокада, кулоновская лестница и со-туннелирование, квантовые размерные эффекты.

27. Классификация одноэлектронных приборов: по направлению протекания тока, по способу формирования квантовых точек, по количеству квантовых точек.

28. Одноэлектронный прибор на основе сканирующего туннельного микроскопа. Субмикронный вертикальный одноэлектронный транзистор (транзистор Остина).

29. Общая характеристика и основные определения микроэлектроники. Изделия микроэлектроники и их классификация. Интегральные микросхемы (ИС), элементы и компоненты ИС. Степень интеграции ИС.

30. Общая характеристика базовых физико-химических методов создания микроэлектронных структур. Литография. Локальная диффузия примесей: диффузия из бесконечного источника примесей.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.