

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Микроэлектромеханические системы

Код модуля
1142916

Модуль
Микроэлектромеханические системы

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кулеш Никита Александрович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Кулеш Никита Александрович, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Микроэлектромеханические системы

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

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Микроэлектромеханические системы

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-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 инженерных наук З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные	Домашняя работа Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Научный доклад/доклад Практические/семинарские занятия

	<p>принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p>	
<p>ПК-3 -Способен использовать методы и инструменты изучения рынков для маркетинговых исследований в заданных отраслевых сегментах (Управление исследованиями и разработками)</p>	<p>З-1 - Применять методы оптимизации, основные методы прогнозирования, специализированное программное обеспечение для сбора и анализа информации</p> <p>У-1 - Анализировать данные по оптимизации и эффективности проектов в области высоких технологий</p>	<p>Зачет</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-1 -Способен организовывать, планировать и контролировать процессы измерений параметров и свойств наноматериалов и наноструктур (Материалы микро- и наносистемной техники)</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание физико-химических свойств наноматериалов и наноструктур, устройств, принципов работы и правил эксплуатации оборудования для исследования свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>П-1 - Осуществлять планирование эксперимента, ставить и анализировать задачи для оптимизации и совершенствования исследований</p> <p>У-1 - Работать на технологическом оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией, получать, анализировать, обобщать данные по измерению свойств и параметров</p>	<p>Зачет</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</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 – 0.50		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 1</i>	3,6	50
<i>домашняя работа</i>	3,12	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 2</i>	3,10	50
<i>доклад</i>	3,16	50
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 – не предусмотрено		
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 – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

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)		
№	Содержание уровня	Шкала оценивания

п/п	выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	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. Законы скейлинга
2. Материалы для МЭМС
3. Технологии производства МЭМС
4. Основные типы МЭМС
5. Проектирование и моделирование МЭМС

Примерные задания

Основные подходы к моделированию МЭМС, обзор основных программных пакетов, рассмотрение примера в пакете COMSOL Multiphysics.

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 № 1

Примерный перечень тем

1. Методы производства и материалы для МЭМС.

Примерные задания

1. К преимуществам методики химического осаждения по сравнению с физическим осаждением можно отнести

- Более высокую чистоту получаемых покрытий
- Возможность осаждать практически любые металлы и сплавы
- Более высокую скорость осаждения
- Отсутствие необходимости использования высокотоксичных компонентов
- Возможность получения толстых полупроводниковых покрытий с контролируемым уровнем допирования

2. Вам нужно произвести осаждение слоя допированного кремния на сапфировую пластину. Какой метод осаждения будет оптимальным для этой задачи?

- Лазерная абляция
- Молекулярно-лучевая эпитаксия
- Осаждение из газовой фазы
- Магнетронное распыление

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Основные типы МЭМС устройств и методы моделирования.

Примерные задания

1. В чем заключается основная идея системного подхода к моделированию МЭМС?

- Замена дифференциальных управляющих уравнений системой линейных уравнений
- Использование метода конечных элементов и мультифизического подхода
- Замена сложных систем в составе МЭМС упрощенными элементами
- Понижение размерности управляющих уравнений путем использования аппроксимирующих функций

2. Вам нужно обеспечить движение жидкости по капилляру таким образом, чтобы форма переднего фронта была плоской, а не изогнутой. Какой способ перемещения жидкости обеспечит такой результат?

- Приложение избыточного давления
- Электроосмос
- Электрофорез
- Вакуумирование

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Обзор литературных источников для подготовки к докладу.

Примерные задания

1. МЭМС для оптических метаматериалов (по статье «MEMS Technologies for Optical Metamaterials»).
2. Оптические МЭМС устройства для 3D сканирования поверхности (по статье «Optical MEMS devices for compact 3D surface imaging»).

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Научный доклад/доклад

Примерный перечень тем

1. Разработка и представление проекта МЭМС устройства.

Примерные задания

1. Устройство для секвенирования прямым методом NanoPore.
2. Электромеханическое устройство для формирования цветного изображения с использованием эффектов дифракции и интерференции.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Общие особенности формирования фундаментальных свойств магнетиков в низкоразмерном состоянии.
2. Получение и аттестация тонких плёнок.
3. Спонтанная намагниченность, магнитная анизотропия, доменная структура и структурно-чувствительные свойства плёнок.
4. Магнитная динамика плёнок.
5. Свойства слоистых структур с контактной обменной связью: спонтанная намагниченность, динамические свойства, гистерезисные свойства.
6. Плёнки с немагнитными прослойками: механизмы межслойной связи; особенности магнитной анизотропии, гистерезисных свойств и доменной структуры.
7. Магнитоэлектрические явления в многослойных плёнках.
8. Химические и физические методы получения и структурной аттестации магнитных проволок.
9. Микропроводами в оболочке: аттестация, магнитные свойства, приложения.
10. Магнитодинамика микропроводов.
11. Получение и структурная аттестация магнитных частиц.
12. Магнитные свойства и особенности аттестации магнитных наночастиц.
13. Феррожидкости: получение, аттестация, магнитные свойства, приложения.
14. Феррогели: получение, аттестация, магнитные свойства, приложения.

15. Композиты типа магнитные наночастицы в полимерной матрице: получение, аттестация, свойства, приложения.
16. Биомедицинские приложения магнитных наночастиц.
17. Сенсорные приложения магнитных частиц.
18. Причины перехода к микро и наноразмерным системам и эффекты скейлинга.
19. Основные типы и области применения МЭМС и НЭМС, их востребованность и место в современной промышленности.
20. Основные методы получения тонких слоев металлов, полупроводников, диэлектриков и органических материалов.
21. Методы обработки и формовки, применяемые для производства МЭМС: литография, объемная микрообработка, поверхностная микрообработка, поверхностное связывание, DRIE, LIGA и т.д.
22. Методы анализа и контроля микро и наноразмерных структур.
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.