

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Аддитивные технологии и МЭМС

**Код модуля**  
1163510(1)

**Модуль**  
Перспективные наукоёмкие технологии

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

**Авторы:**

- **Волегов Алексей Сергеевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов**

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ** **Аддитивные технологии и МЭМС**

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
		Коллоквиум	1
		Домашняя работа	1
		Реферат	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** **Аддитивные технологии и МЭМС**

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	Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы 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	Зачет Лекции Практические/семинарские занятия Реферат

	<p>задач проблемной области знания</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные 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>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</p>	<p>Зачет Коллоквиум Контрольная работа № 1 Практические/семинарские занятия</p>

	<p>выполняются работы по созданию, установке и 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</p>	
--	---	--

	<p>оборудования, технологических процессов и информационных 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>ПК-3 -Способен проводить анализ и представление технических данных, показателей и результатов работы, выполнять необходимые расчеты с использованием современных технических средств</p>	<p>З-1 - Выбирать актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний</p> <p>З-2 - Анализировать результаты выполненных работ, в том числе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>З-3 - Применять высокотехнологичное измерительное и испытательное оборудование для получения результатов измерений (испытаний) с требуемой точностью</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт анализа. Проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений с использованием современных технических средств и программного обеспечения</p> <p>П-4 - Осуществлять обоснованный выбор методов измерений, средств измерений, стандартных образцов, используемых методов обработки результатов измерений, а также условий проведения измерений на основе современных тенденций в измерительной технике</p> <p>У-3 - Применять высокотехнологичное измерительное и испытательное оборудование для получения результатов измерений</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Зачет</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Реферат</p>

	(испытаний) с требуемой точностью	
--	-----------------------------------	--

### 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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа</i>	2,5	35
<i>коллоквиум</i>	2,10	35
<i>контрольная работа 1</i>	2,12	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа 2</i>	2,8	60
<i>реферат</i>	2,4	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		

<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
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**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
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. Основные этапы аддитивного производства.

2. Практика российских и зарубежных организаций по разработке методов контроля и стандартизации аддитивных процессов и получаемых изделий. Обзор существующих стандартов.

3. Применение нескольких материалов одновременно в процессе 3D-печати.

4. Персонализированный подход к разработке и применению изделий медицинского назначения.

5. Дизайн материалов и биологических структур в контексте медицинского применения.

6. Материалы для МЭМС.

7. Основные типы МЭМС.

Примерные задания

Перечислить основные этапы аддитивного производства изделия

Перечислить ГОСТы, действующие в РФ в области получения аддитивных материалов.

В чем состоит персонализированный подход к разработке медицинских изделий, получаемых методами 3D-печати?

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. Метод построения слоя Bed Deposition.

2. Методы производства и материалы для МЭМС.

Примерные задания

Отметьте все пункты, характеризующие метод аддитивного производства синтез на подложке:

а) наличие «bed» - платформы построения;

б) положение плоскости построения неизменно;

с) «bed» перемещается в горизонтальном направлении;

д) слой исходного материала наносится на поверхность платформы построения;

е) часть исходного материала остается нетронутой;

ф) материал резервуара построения «фиксирует» положение модели, поэтому построение поддержек не требуется.

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. ГОСТы и другие документы в области стандартизации для нормативного сопровождения аддитивных технологий, действующие в РФ.

2. Основные типы МЭМС устройств и методы моделирования.

Примерные задания

1. Какие ГОСТы действуют в РФ для нормативного обеспечения в области аддитивных технологий?

2. Какие международные нормативные документы есть в области аддитивных технологий?

3. Что необходимо учитывать при разработке стандартов в области аддитивных технологий?

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. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Основные этапы/стадии аддитивного производства.

2. Синонимы названий технологии экструзии материала.

3. Синонимы названий технологии стереолитография.
  4. Названия и характеристика типов процессов аддитивного производства.
  5. Основные преимущества и недостатки лазерных технологий аддитивного производства.
  6. Основные преимущества нелазерных технологий аддитивного производства.
  7. Виды технологий аддитивного производства, позволяющие получать цветные изделия.
  8. Выбор технологии аддитивного производства.
  9. Стандарты в области аддитивного производства.
- Примерные задания
1. Перечислить стадии аддитивного производства изделий.
  2. В чем состоят преимущества и недостатки лазерных технологий аддитивного производства?
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.4. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Метрологическое обеспечение технологий получения изделий методами аддитивных технологий.
2. Обзор литературных источников для подготовки к докладу.

Примерные задания

1. Привести примеры оборудования для получения материалов методами аддитивных технологий и его технологические и метрологические характеристики.
2. Какие технологические параметры необходимо контролировать при получении изделий методом 3D-печати?
  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

#### 5.2.5. Реферат

Примерный перечень тем

1. Применение изделий, полученных методами аддитивных технологий, в различных областях жизни человека.
2. Разработка и представление проекта МЭМС устройства.

Примерные задания

1. Какие изделия, получаемые методами 3D-печати, востребованы в медицине?
2. Какими свойствами должны обладать изделия из магнитных материалов, получаемых методами аддитивных технологий?

В каких отраслях приборостроения будут востребованы изделия из магнитных материалов, получаемых методами аддитивных технологий?

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. Исторический обзор развития аддитивных технологий.
2. Основные этапы аддитивного производства.
3. Семь способов/технологий аддитивного производства.
4. Основные виды магнитных функциональных материалов.
5. Цель модификации функциональных свойств в процессе 3D-печати.
6. Применение нескольких материалов одновременно в процессе 3D-печати.
7. Основные типы и области применения МЭМС и НЭМС, их востребованность и место в современной промышленности.
8. Методы обработки и формировки, применяемые для производства МЭМС.
9. Магнитоэлектрические явления в многослойных плёнках.
10. Биомедицинские приложения магнитных наночастиц.
11. Методы анализа и контроля микро и наноразмерных структур.
12. Магнитодинамика микропроводов.
13. Спонтанная намагниченность, магнитная анизотропия, доменная структура и структурно-чувствительные свойства плёнок.

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.