

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

**Код модуля**  
1160443(1)

**Модуль**  
Перспективные магнитные материалы: физика и  
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
2	Кулеш Никита Александрович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
3	Окулов Илья Владимирович	кандидат физико-математических наук	Доцент-исследователь	отдел магнетизма твердых тел

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

**Авторы:**

- **Волегов Алексей Сергеевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов**
- **Кулеш Никита Александрович, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов**
- **Окулов Илья Владимирович, Доцент-исследователь, отдел магнетизма твердых тел**

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

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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ОПК-2 -Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных	Коллоквиум Контрольная работа № 2 Практические/семинарские занятия Экзамен

	экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники	
ОПК-3 -Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ	Домашняя работа Контрольная работа № 2 Практические/семинарские занятия Реферат Экзамен
ОПК-1 -Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целей подходов и методов У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целей подходов и методов	Домашняя работа Коллоквиум Контрольная работа № 1 Лекции Практические/семинарские занятия Реферат Экзамен

ПК-2 -Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований	З-1 - Демонстрировать понимание научных проблем по тематике проводимых исследований и разработок П-1 - Анализировать и систематизировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений У-1 - Обобщать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
---	--	---

### 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 – экзамен</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,</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>

	учебная неделя	
<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	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

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

## 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. Основные этапы аддитивного производства.
2. Практика российских и зарубежных организаций по разработке методов контроля и стандартизация аддитивных процессов и получаемых изделий. Обзор существующих стандартов.
3. Применение нескольких материалов одновременно в процессе 3D-печати.
4. Персонафицированный подход к разработке и применению изделий медицинского назначения.
5. Технологии производства МЭМС.
6. Проектирование и моделирование МЭМС.

Примерные задания

Перечислить основные этапы аддитивного производства изделия.

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

В чем состоит персонафицированный 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. Методы производства и материалы для МЭМС.
2. Метод построения слоя Bed Deposition.

Примерные задания

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

- a) наличие «bed» - платформы построения;
- b) положение плоскости построения неизменно;
- c) «bed» перемещается в горизонтальном направлении;
- d) слой исходного материала наносится на поверхность платформы построения;
- e) часть исходного материала остается нетронутой;
- f) 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 материалы.
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. Основные недостатки методов аддитивных технологий при изготовлении магнитопроводов.
10. Основные требования к искусственным заменителям кости.

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. Экзамен**

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. Вариации газовых сред в процессе 3D-печати.
8. Термообработки в процессе 3D-печати.
9. Основные типы и области применения МЭМС и НЭМС, их востребованность и место в современной промышленности.
10. Магнитоэлектрические явления в многослойных плёнках.
11. Магнитная динамика плёнок.
12. Методы обработки и формовки, применяемые для производства МЭМС.
13. Сенсорные приложения магнитных частиц.
14. Магнитные свойства и особенности аттестации магнитных наночастиц.

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.