

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1163510	Перспективные наукоёмкие технологии

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Метрологическое обеспечение научных исследований и наукоёмких технологий	<b>Код ОП</b> 1. 27.04.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Стандартизация и метрология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 27.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<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	Курляндская Галина Владимировна	доктор физико-математических наук, без ученого звания	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Перспективные наукоёмкие технологии

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В данный модуль входят две дисциплины: Аддитивные технологии и МЭМС и Биомagnetизм и биомедицинские приложения магнитных материалов. Цель дисциплины «Аддитивные технологии и МЭМС» заключается в формировании у обучающихся понимания принципов и технологических подходов, реализуемых при аддитивном производстве. В рамках курса рассматриваются и обсуждаются существующие технологии 3D-печати их достоинства и недостатки. Отличительной чертой курса является акцентирование внимания на производстве не конструкционных, а функциональных материалов. В разделах, посвященных микроэлектромеханическим системам (МЭМС), рассматриваются основные законы скейлинга и современные технологии, использование которых обеспечивает преимущества микро- и наноразмерных систем по сравнению с макроразмерными аналогами. Студенты получают представление о причинах повсеместного использования МЭМС, основных методах производства, а также об основных типах МЭМС, их принципах работы и областях применения. В дисциплине «Биомagnetизм и биомедицинские приложения магнитных материалов» рассматриваются вопросы от истории открытия и использования природных магнитных материалов до современных магнитных наноматериалов, применяемых в медицине.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Биомagnetизм и биомедицинские приложения магнитных материалов	3
2	Аддитивные технологии и МЭМС	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
<p>Аддитивные технологии и МЭМС</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</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>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 модернизации</p>

		<p>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>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 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>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>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</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>У-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>Биомагнетизм и биомедицинские приложения магнитных материалов</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы,</p>

		<p>методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</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>У-2 - Оформлять результаты выполненных работ, в том числе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>П-2 - Осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Биомагнетизм и биомедицинские**  
**приложения магнитных материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Курляндская Галина Владимировна	доктор физико- математических наук, без ученого звания	Профессор	Кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Степанова Елена Александровна	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	Кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 7 от 29.09.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Курляндская Галина Владимировна, Профессор, магнетизма и магнитных наноматериалов
- Степанова Елена Александровна, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Исходный обучающий тест и его обсуждение «Иммижд-тест или представление современных методов исследований магнитных материалов для биомедицинских приложений и решения природоохранных задач». Представление курса, планирование курса, раздача учебных материалов. История открытия и использования природных магнитных материалов.
P2	Геомагнетизм	Магнетизм. От геомагнетизма до магнетизма в масштабах Вселенной. Железо – универсальный элемент Вселенной.
P3	Классификация биокomпонент	Классификация биокomпонент, одноклеточных и многоклеточных живых систем. Размерная шкала биологических объектов и биокomпонент.
P4	Биомагнетит	Биомагнетит.
P5	Электромагнитные поля в биофизике	Электромагнитные поля в окружении человека. Биологические эффекты электромагнитных полей.
P6	Биомембраны	Молекулярные и ионные взаимодействия как основа формирования биологических структур. Структура и функции биомембран. Биомембрана как селективный барьер.

		Транспортные свойства биомембран. Краткий обзор процессов, протекающих на поверхности биомембран.
<b>P7</b>	Магнитное ориентирование	Биомагнетизм живых систем, использующих магнитное поле Земли.
<b>P8</b>	Магнитные наночастицы	Магнитные наночастицы: получение, аттестация приложения.
<b>P9</b>	Магнитные жидкости	Магнитные жидкости: получение, аттестация приложения.
<b>P10</b>	Магнитные гели	Магнитные гели: получение, аттестация приложения.
<b>P11</b>	Органические ионные радикалы	Органические ионные радикалы: органические металлы, полупроводники, магнетики.
<b>P12</b>	Гемоглобин и миоглобин.	Гемоглобин и миоглобин.
<b>P13</b>	Кардиограмма	Электрокардиограмма и магнитокардиограмма.
<b>P14</b>	Энцефалограмма	Электроэнцефалограмма и магнито-энцефалограмма.
<b>P15</b>	Магнитные биодатчики	Классификация существующих типов магнитных биодатчиков. Магнитные маркеры. Основные требования, предъявляемые к магнитным маркерам для биодетектирования
<b>P16</b>	Магнитные материалы	Магнитные материалы для биоприложений и решения природоохранных задач
<b>P17</b>	Имплантированные магнитные устройства	Примеры имплантированных магнитных датчиков и датчиков для анализа самостоятельно функционирующих живых систем.
<b>P18</b>	Заключение	Заключение. Подготовка к зачету.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

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

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Биомагнетизм и биомедицинские приложения магнитных материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Курляндская, Г. В., Васьковский, В. О.; Материаловедение. Монокристаллы : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 011200 "Физика", 221700 "Стандартизация и метрология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2012 (48 экз.)

#### Печатные издания

1. , Васьковский, В. О.; Физика, технологии и техника магнитных материалов : учеб. пособие [для вузов].; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2010 (100 экз.)

2. Новиков, В. Ю.; Основы магнетизма, металловедение, технология производства и применение сплавов с особыми физическими свойствами : Разд "Изм. микроструктуры и формирования текстуры

при росте зерен". Курс лекций.; МИСИС, Москва; 1979 (1 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib2.urfu.ru/rus/>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>
3. American Institute of Physics <http://scitation.aip.org/>
4. American Physical Society <https://journals.aps.org/about>
5. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>
6. INSPEC EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>
7. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Биомагнетизм и биомедицинские приложения магнитных материалов**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
3	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Аддитивные технологии и МЭМС**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<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	Кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 7 от 29.09.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Исторический обзор развития развития аддитивных технологий. Основные этапы аддитивного производства. Определение MEMS, основные области применения и типы устройств. Предпосылки и причины перехода к MEMS.
P2	Технологии аддитивного производства и законы скейлинга.	Семь способов/технологий аддитивного производства. Достоинства и недостатки. Области применения. Законы скейлинга, энергоэффективность MEMS, диссипация энергии при уменьшении размеров функциональных элементов, преимущества и недостатки миниатюризации.
P3	Стандартизация аддитивного производства. Материалы для MEMS.	Практика российских и зарубежных организаций по разработке методов контроля и стандартизации аддитивных процессов и получаемых изделий. Обзор существующих стандартов. Обзор материалов, используемых для производства MEMS: подложка/основа устройства, функциональные элементы, инкапсуляция и защита готового устройства.
P4	Магнитные функциональные материалы.	Основные виды магнитных функциональных магнитных материалов.
P5	Биомедицинские материалы.	Персонализированный подход к разработке и применению изделий медицинского назначения. Дизайн материалов и бионических структур в контексте медицинского применения.

Р6	Технологии производства MEMS	<p>Технологии осаждения материала: литография, методы химического осаждения, методы физического осаждения, LIGA, нанесение полимерного покрытия.</p> <p>Технологии травления материала: химическое и плазменное травление, DRIE, механическая обработка.</p> <p>Вспомогательные технологии и инкапсуляция: сращивание полупроводниковых пластин, инкапсуляция с использованием полимеров.</p>
Р7	Основные типы MEMS	<p>Датчики на основе тензорезистивного эффекта: датчики давления и механических напряжений.</p> <p>Оптические MEMS: микрозеркала (технология DLP), микроустройства для обработки и модуляции электромагнитного излучения.</p> <p>Магнитные MEMS: микродвигатели, сенсоры и актюаторы, элементы самосборки.</p> <p>Биологические MEMS: лаборатория на чипе, ПЦР на чипе, элементы с памятью формы, микронасосы.</p>
Р8	Создание функциональных свойств в процессе печати.	Цель модификации функциональных свойств в процессе 3D-печати. Применение нескольких материалов одновременно в процессе 3D-печати. Вариации газовых сред в процессе 3D-печати. Термообработки в процессе 3D-печати.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

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

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Аддитивные технологии и МЭМС

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Сивухин, Д. В.; Общий курс физики : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82995> (Электронное издание)
2. Кравченко, , Е. Г.; Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие для спо.; Профобразование, Саратов; 2021; <http://www.iprbookshop.ru/105721.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Игнатов, А. Н.; Микросхемотехника и наноэлектроника : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 210400 - "Телекоммуникации".; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2011 (2 экз.)

2. Резнев, А. А.; Тенденции развития МЭМС; Амиант, Москва; 2010 (1 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib2.urfu.ru/rus/>
2. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>
3. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
4. Система Техэксперт: <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/>
5. American Institute of Physics <http://scitation.aip.org/>
6. American Physical Society <https://journals.aps.org/about>
7. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>
8. INSPEC EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>
9. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Аддитивные технологии и МЭМС**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
3	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>