

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 25.09.2023 16:44:24

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БИОФАБРИКАЦИИ

Аддитивные технологии в медицине

Закреплена за подразделением

Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии

Направление подготовки

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Профиль

Биомедицинская инженерия и биофабрикация

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., Львов В.А.; к.т.н., Айдемир Т.

Рабочая программа

Аддитивные технологии в медицине

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, 15.04.02-МТМО-23-8.plx Биомедицинская инженерия и биофабрикация, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, Биомедицинская инженерия и биофабрикация, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Сенатов Фёдор Святославович, к.ф.-м.н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать теоретические и практические основы знаний о технологиях аддитивного производства изделий из полимерных, металлических и композиционных материалов биомедицинского назначения, а также технологиях основанных на интеграции аддитивных подходов и биофабрикации в медико-биологическую практику с целью получения изделий с заданными характеристиками.
1.2	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Биомеханика и методы физико-механических исследований	
2.2.2	Биофабрикация	
2.2.3	Компьютерная симуляция испытаний материалов и конструкций	
2.2.4	Методы исследования материалов	
2.2.5	Микробиология	
2.2.6	Микроскопия и спектроскопические методы	
2.2.7	Производственная практика	
2.2.8	Схемотехника и электротехника	
2.2.9	Технологии получения материалов	
2.2.10	Тканевая инженерия и регенеративная медицина	
2.2.11	Аппаратные методы в медицине	
2.2.12	Иммунология	
2.2.13	Методы исследования физических свойств	
2.2.14	Основы машинного обучения	
2.2.15	Основы управления микроконтроллерами	
2.2.16	Технологическое предпринимательство	
2.2.17	Токсикология	
2.2.18	Экспериментальная онкология	
2.2.19	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.20	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.21	Преддипломная практика	
2.2.22	Регистрация медицинских изделий	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-13: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности

Знать:

ОПК-13-31 современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности

ПК-4: Способен проектировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением систем автоматизированного проектирования

Знать:

ПК-4-31 современные технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением систем автоматизированного проектирования

ОПК-12: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

Знать:

ОПК-12-31 современные методы исследования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и проведения экспериментов в целях детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области

ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами
Знать:
ПК-3-31 современные материалы и технологические процессы для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами, а также методы их обоснованного выбора
ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения
Знать:
ПК-2-31 современные методы экспериментальных исследований, компьютерного моделирования, анализа и обработки результатов, составления и оформления отчетов по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения
ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования
Знать:
ПК-1-31 современные методы научных исследований, связанных с разработкой проектов технологических машин и оборудования в области аддитивных технологий в медицине
ОПК-9: Способен проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях, соответствующих профилю подготовки, разрабатывать новое технологическое оборудование
Знать:
ОПК-9-31 современные методы проектирования и разработки продукции, процессов и систем в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях, соответствующих профилю подготовки, разработки нового технологического оборудования в области аддитивных технологий в медицине
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 современные методы критического анализа новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбора и применения наиболее подходящих и актуальных методов из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработки стратегии действий
ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования
Уметь:
ПК-1-У1 организовывать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования в области аддитивных технологий в медицине
ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами
Уметь:
ПК-3-У1 осуществлять рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами, а также обосновывать свой выбор на основе современных научных данных
ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения
Уметь:
ПК-2-У1 планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У1 осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбирать и применять наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, разрабатывать стратегию действий

ОПК-12: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
Уметь:
ОПК-12-У1 разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и проведения экспериментов в целях детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
ОПК-9: Способен проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях, соответствующих профилю подготовки, разрабатывать новое технологическое оборудование
Уметь:
ОПК-9-У1 проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях, соответствующих профилю подготовки, разрабатывать новое технологическое оборудование в области аддитивных технологий в медицине
ОПК-13: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности
Уметь:
ОПК-13-У1 разрабатывать цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности
ПК-4: Способен проектировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением систем автоматизированного проектирования
Уметь:
ПК-4-У1 проектировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением систем автоматизированного проектирования
ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами
Владеть:
ПК-3-В1 навыками рационального выбора материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами, а также уметь обосновывать свой выбор на основе современных научных данных
ПК-4: Способен проектировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением систем автоматизированного проектирования
Владеть:
ПК-4-В1 навыками проектирования технологических процессов изготовления медицинских изделий с применением систем автоматизированного проектирования
ОПК-12: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
Владеть:
ОПК-12-В1 навыками работы с современными методами исследования технологических машин и оборудования, алгоритмами моделирования их работы и проведения экспериментов в целях детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
ОПК-9: Способен проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях, соответствующих профилю подготовки, разрабатывать новое технологическое оборудование
Владеть:
ОПК-9-В1 навыками проектирования и разработки продукции, процессов и систем в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях, соответствующих профилю подготовки, разработки нового технологического оборудования в области аддитивных технологий в медицине
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Владеть:
УК-1-В1 навыками критического анализа новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбора и применения наиболее подходящих и актуальных методов из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработки стратегии действий

ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения

Владеть:

ПК-2-В1 навыками анализа и интерпретации результатов экспериментальных исследований, компьютерного моделирования, анализа и обработки результатов, составления и оформления отчетов по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения

ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования

Владеть:

ПК-1-В1 навыками анализа и интерпретации результатов научных исследований, связанных с разработкой проектов технологических машин и оборудования в области аддитивных технологий в медицине

ОПК-13: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности

Владеть:

ОПК-13-В1 разрабатывать цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Аддитивные технологии в медицине							
1.1	История развития, классификация, основные определения, направления развития аддитивных технологий в медицине /Пр/	1	10	УК-1-У1 ОПК-12-У1 ПК-3-У1 ПК-2-У1 ПК-1-У1	Л3.1			
1.2	Направления развития аддитивных технологий в медицине /Ср/	1	18	ПК-4-31 УК-1-31 ОПК-9-31 ОПК-12-31 ОПК-13-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1			Р1
1.3	Технологии аддитивного производства, основанные на принципе «осаждение на платформе». Базовые принципы работы технологии, роль технологии в медико-биологической практике. /Пр/	1	8	УК-1-У1 ПК-3-У1 ПК-2-У1 ПК-1-У1 ОПК-13-У1 ОПК-9-У1 ПК-4-У1	Л3.1			
1.4	Технологии аддитивного производства, основанные на принципе «осаждение на платформе» /Ср/	1	18	УК-1-31 ОПК-9-31 ОПК-12-31 ОПК-13-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1			Р1
1.5	Технологии аддитивного производства, основанные на принципе «прямое осаждение материала». Базовые принципы работы технологии, роль технологии в медико-биологической практике. /Пр/	1	8	ПК-4-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-9-У1 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1	Л3.1			

1.6	Технологии аддитивного производства, основанные на принципе «прямое осаждение материала» /Ср/	1	18	УК-1-31 ОПК-13-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ОПК-12-31 ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1			Р1
1.7	Технологии биофабрикации и биопечати. Базовые принципы работы технологии, роль технологии в медико-биологической практике. /Пр/	1	8	ПК-4-В1 ПК-3-В1 УК-1-В1 ОПК-9-В1 ОПК-12-В1 ОПК-13-В1 ПК-1-В1 ПК-2-В1	Л3.1			
1.8	Технологии биофабрикации и биопечати /Ср/	1	18	ПК-4-31 ПК-3-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1			Р1
1.9	Подготовка к зачету с оценкой /Ср/	1	2				КМ1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Зачет с оценкой	ПК-3-31;ПК-2-31;ОПК-13-31;ОПК-12-31;УК-1-31;ОПК-9-31;ПК-1-31;ПК-4-31;ПК-3-В1;ПК-3-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы 3D печати, основанные на технологии «прямого осаждения материала». Описать основные принципы работы технологии, преимущества и недостатки. 2. Перечислить основные применения технологии «прямого осаждения материала» в медико-биологической практике. 3. Методы 3D печати, основанные на технологии «осаждение на платформе». Описать основные принципы работы технологии, преимущества и недостатки. Роль технологии в медико-биологической практике. 4. Перечислить основные применения технологии «осаждение на платформе» в медико-биологической практике. 5. Описать конструкционные особенности экструдеров используемых в 3D принтерах основанные на технологии «прямого осаждения материала» 6. Описать конструкционные особенности экструдеров используемых в 3D принтерах основанные на технологии «осаждение на платформе» 7. Основные классы термопластов, используемых в аддитивном производстве в медико-биологической практике. Типы используемых термопластов, преимущества и недостатки. 8. Описать системы передачи крутящего момента от шагового двигателя к подвижным элементам 3D принтера (трапециевидные, шарико-винтовые, ролико-винтовые, реечные и ремённые передачи). Преимущества и недостатки каждой. 9. Перечислить методы 3D печати, основанные на технологии стереолитографии. Перечислить отличия, преимущества и недостатки, основные применения в медико-биологической практике. 10. Определение формата .STL и G-кода. Перечислить особенности форматов, преимущества и недостатки. 11. Перечислить виды подачи материала в технологиях 3D биопечати (4 основных вида). 12. Технологии сшивки биополимеров в процессе печати (какие известны, с какими материалами работают, где может найти применение). 13. Технологии биопечати основанные на мультифизических принципах (магнитная и магнитно-акустическая биофабрикация). 14. Биополимеры для биопечати. Основные виды, физико-механические и функциональные свойства.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Курсовая работа	УК-1-У1;УК-1-В1;ОПК-9-У1;ОПК-9-В1;ОПК-12-В1;ОПК-12-У1;ОПК-13-У1;ОПК-13-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-В1;ПК-4-У1;ПК-3-В1	Пример выполняемой курсовой работы: «Подготовка прототипа изделия медицинского назначения к 3D печати по методу послойного нанесения материала по справочным данным»
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
<p>Примеры оценочных материалов для текущего контроля успеваемости обучающихся</p> <p>Тестовые задания (пример):</p> <ol style="list-style-type: none"> Выберите основной недостаток используемого материала на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом в медицине <ol style="list-style-type: none"> Низкая межслоевая когезия Образование токсичных паров в процессе печати Гигроскопичность (активно впитывает влагу) Низкая твердость <p>Билеты (несколько примеров):</p> <p>Билет №3</p> <ol style="list-style-type: none"> Методы 3D печати, основанные на технологии «осаждение на платформе». Описать основные принципы работы технологии, преимущества и недостатки. Роль технологии в медико-биологической практике. Основные классы термопластов, используемых в аддитивном производстве в медико-биологической практике. Типы используемых термопластов, преимущества и недостатки. <p>Билет №4</p> <ol style="list-style-type: none"> Технологии биопечати основанные на мультифизических принципах (магнитная и магнитно-акустическая биофабрикация). Методы 3D печати, основанные на технологии «прямого осаждения материала». Описать основные принципы работы технологии, преимущества и недостатки. 			

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Система оценивания результатов обучения по дисциплине для текущего контроля успеваемости
Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций, определен в Положении о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по образовательным программам.

Шкала и критерии оценивания ответов на теоретические вопросы:

«Отлично» — Обучающийся содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос без ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер.

«Хорошо» — Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера.

«Удовлетворительно» — Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей.

Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов или их раскрывает содержательно, но допуская значительные неточности.

«Неудовлетворительно» — Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы.

Шкала оценивания выполнения практической задачи:

«Отлично» — Обучающийся производит полное и аргументированное решение задачи.

«Хорошо» — Обучающийся производит полное решение задачи, но не может достаточно аргументировать свое решение.

«Удовлетворительно» — Обучающийся в целом правильно решает задачу, но не может аргументировать свое решение.

Обучающийся правильно понимает направление решения задачи и не способен достаточно аргументировать направления данного решения.

«Неудовлетворительно» — Обучающийся не может решить задачу.

Критерии оценки результатов тестирования (% верных решений (ответов) и соответствующая отметка):

Оценка "5" (Отлично) — 85-100

Оценка "4" (Хорошо) — 71-84

Оценка "3" (Удовлетворительно) — 50-70

Оценка "2" (Неудовлетворительно) — 0-49

Система оценивания результатов обучения для промежуточной аттестации

Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень формирования компетенций, определен в Положении о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по образовательным программам высшего образования.

Каждая компетенция формируется одной или несколькими дисциплинами и практиками. Этапы формирования компетенций в процессе освоения о связаны с семестром изучения дисциплины/прохождения практики. Каждый этап формирования компетенции характеризуется определенными знаниями, умениями и навыками и (или) опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются в процессе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине (практике) и в процессе государственной итоговой аттестации.

Уровнями сформированности компетенций являются:

- Недостаточный (неудовлетворительно);
- Пороговый (удовлетворительно);
- Продвинутый (хорошо);
- Высокий (отлично).

«Недостаточный»

Компетенции не сформированы.

Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы

«Пороговый»

Компетенции сформированы.

Сформированы базовые структуры знаний.

Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер.

Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.

«Продвинутый»

Компетенции сформированы.

Знания обширные, системные.

Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий.

Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.

«Высокий»

Компетенции сформированы.

Знания твердые, аргументированные, всесторонние.

Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий.

Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

--

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Каменев С. В., Романенко К. С.	Технологии аддитивного производства: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Семашко Н. А.	Большая медицинская энциклопедия: энциклопедия	Электронная библиотека	Москва: Мосполиграф, 1928

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	КОМПАС-3D v17
П.2	SOLIDWORKS 2020
П.3	Slicer for Fusion 360

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	1. Granta Selector 2021/2022 R
И.2	2. Granta Constructor 2021R
И.3	3. Granta EduPack 2020

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные и практические занятия нацелены на формирование теоретических и практических знаний о технологиях аддитивного производства, технологиях основанных на интеграции аддитивных подходов и биофабрикации в медико-биологическую практику с целью получения изделий с заданными характеристиками.

. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий
- проведение практических занятий подразумевает лабораторные установки для аддитивного производства для подготовки и получения прототипов медицинских изделий

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

Основная литература:

1. Шишковский И. В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. – 2016.
2. Егоров К. Н., Егорова С. А., Петрякова В. Г. Аддитивные технологии в медицине: области и технологии применения, преимущества, недостатки и перспективы развития // ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ. – 2021. – С. 21-41.
3. Guvendiren M. (ed.). 3D bioprinting in medicine: technologies, bioinks, and applications. – Springer, 2019.
4. Ouyang L. Study on microextrusion-based 3D bioprinting and bioink crosslinking mechanisms. – Springer, 2019.
5. Zhang L. G., Leong K., Fisher J. P. (ed.). 3D bioprinting and nanotechnology in tissue engineering and regenerative medicine. – academic press, 2022.