

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 25.09.2023 16:44:26

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)

# БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ Биофабрикация

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 **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 74

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 2

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	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
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

д.б.н., Кудан Елизавета Валерьевна

Рабочая программа

**Биофабрикация**

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	Формирование компетенции в соответствии с требованиями учебного плана, овладение общетеоретическими понятиями о принципах процесса биофабрикации, об используемых материалах, а также о технологиях получения и характеристики биоэквивалентов.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	CAD/CAM системы	
2.1.2	Аддитивные технологии в медицине	
2.1.3	Академическое письмо	
2.1.4	Биоматериаловедение	
2.1.5	Дизайн материалов	
2.1.6	Клеточная биология	
2.1.7	Морфология и гистология	
2.1.8	Основы конструирования	
2.1.9	Основы работы с технической документацией	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Аппаратные методы в медицине	
2.2.2	Иммунология	
2.2.3	Методы исследования физических свойств	
2.2.4	Основы машинного обучения	
2.2.5	Основы управления микроконтроллерами	
2.2.6	Технологическое предпринимательство	
2.2.7	Токсикология	
2.2.8	Экспериментальная онкология	
2.2.9	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Преддипломная практика	
2.2.12	Регистрация медицинских изделий	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-11: Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-11-31 принципы разработки методов стандартных испытаний для определения физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании в области биофабрикации
<b>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</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-9-31 принципы 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 биофабрикации
<b>ОПК-7: Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-7-31 современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении, применимые в области биофабрикации
<b>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</b>

<b>Знать:</b>
ОПК-12-31 принципы моделирования, анализа и экспериментов в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разработки современных методов исследования технологических машин и оборудования, оценки и представления результатов выполненной работы в области биофабрикации
<b>ПК-4: Способен проектировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением систем автоматизированного проектирования</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-31 основы систем автоматизированного проектирования и применение их в биофабрикации
<b>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</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 основы биоматериаловедения и методы экспериментальных исследований в этой области
<b>ОПК-13: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-13-31 принципы работы современных цифровых программ проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования и испытания их работоспособности в области биофабрикации
<b>ОПК-6: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-6-31 современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы и их применение в научно-исследовательской деятельности в области биофабрикации
<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 фундаментальные науки и междисциплинарные области, лежащие в основе биофабрикации
<b>ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в области биофабрикации
<b>ОПК-13: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-13-У1 разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования и испытания их работоспособности в области биофабрикации
<b>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</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-12-У1 использовать моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разработки современных методов исследования технологических машин и оборудования, оценки и представления результатов выполненной работы в области биофабрикации
<b>ПК-4: Способен проектировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением систем автоматизированного проектирования</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 проектировать технологические процессы изготовления биоэквивалентов с использованием систем автоматизированного проектирования
<b>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</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 планировать и проводить экспериментальные исследования в области биофабрикации, использовать

компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы и составлять отчеты
<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач и выбирать критерии оценки результатов исследования в области биофабрикации
<b>ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 формулировать цели и задачи исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования в области биофабрикации, а также выбирать критерии оценки результатов исследования
<b>ОПК-11: Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-11-У1 разрабатывать методы стандартных испытаний для определения физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании в области биофабрикации
<b>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</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-9-У1 принципы 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 биофабрикации
<b>ОПК-7: Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-7-У1 разрабатывать и применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении для создания продукции и систем в области биофабрикации
<b>ОПК-6: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-6-У1 использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы для проведения научных исследований и разработок в области биофабрикации
<b>ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У1 разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в области биофабрикации
<b>ОПК-7: Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-7-В1 навыками выбора оптимальных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении для обеспечения экологической и безопасной производственной деятельности в области биофабрикации
<b>ПК-4: Способен проектировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением систем автоматизированного проектирования</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 проектировать технологические процессы изготовления биоэквивалентов с использованием систем автоматизированного проектирования
<b>ОПК-6: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-6-В1 навыками выбора и применения оптимальных информационно-коммуникационных технологий и глобальных информационных ресурсов для эффективной научно-исследовательской деятельности в области биофабрикации

<b>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</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 навыками оформления научных отчетов по проведенным исследованиям в областях биоматериаловедения и биофабрикации, а также использования специализированного программного обеспечения для анализа данных
<b>ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 навыками применения знаний фундаментальных наук и междисциплинарных областей в разработке проектов технологических машин и оборудования в области биофабрикации, а также организации и проведения научных исследований
<b>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</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-12-В1 принципами моделирования, анализа и экспериментов в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разработки современных методов исследования технологических машин и оборудования, оценки и представления результатов выполненной работы в области биофабрикации
<b>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</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-9-В1 принципы 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 биофабрикации
<b>ОПК-11: Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-11-В1 навыками выбора наиболее подходящих методов стандартных испытаний для определения физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании в области биофабрикации
<b>ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 навыками выбора и применения оптимальных аналитических и численных методов при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в области биофабрикации
<b>ОПК-13: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-13-В1 навыками выбора наиболее подходящих цифровых программ проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмов моделирования и испытания их работоспособности в области биофабрикации, а также уметь формулировать стратегию действий и оценивать результаты своей работы
<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 навыками применения знаний фундаментальных наук и междисциплинарных областей в профессиональной деятельности в области биофабрикации, а также создания критериев оценки результатов исследования

#### 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
	<b>Раздел 1. Введение в биопечать</b>							

1.1	История развития биопечати /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5			
1.2	Три основных этапа в технологии биопечати /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.5			

1.3	Введение в биопечать /Ср/	2	20	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2 -В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4 -В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5			
	<b>Раздел 2. Основные составляющие технологии биопечати</b>							
2.1	Биопринтеры /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2 -В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4 -В1	Л1.2 Л1.5			

2.2	Биочернила /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2 -В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4 -В1	Л1.5		
2.3	Биореакторы /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2 -В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4 -В1	Л1.5		

2.4	Изучение технологии биопечати /Ср/	2	20	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5			
<b>Раздел 3. Виды биопечати</b>								
3.1	In situ биопечать /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.5			

3.2	Клиническая биопечать – биопечать тканей и органов человека /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.4			
3.3	4D биопечать /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.3			

3.4	Формативная биофабрикация /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.5			
3.5	Изучение видов биопечати /Ср/	2	20	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5			
<b>Раздел 4. Новые тренды в биопечати</b>								

4.1	Новые тренды в биопечати /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5			
4.2	Проектная работа /Пр/	2	5	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.4			Р1

4.3	Подготовка к экзамену /Ср/	2	12	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5			
4.4	Экзамен /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ОПК-13-31 ОПК-13-У1 ОПК-13-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1			КМ1	

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-5-31;ОПК-6-31;ОПК-7-31;ОПК-9-31;ОПК-12-31;ОПК-13-31;ПК-4-31;ПК-2-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое биопечать?</li> <li>2. Что такое биопринтер?</li> <li>3. Назовите три вида биопечати.</li> <li>4. Назовите три стадии биопечати</li> <li>5. Что такое препроцессинг?</li> <li>6. Что такое процессинг?</li> <li>7. Что такое постпроцессинг?</li> <li>8. Назовите компоненты необходимые для биопечати?</li> <li>9. Классификация органов по геометрической сложности (согласно Энтони Агала, США)</li> <li>10. Какой орган проще устроен экзокринный орган или эндокринный орган?</li> <li>11. Что такое идеальная цифровая модель органа?</li> <li>12. Какие три основных этапа построения цифровой модели органа?</li> <li>13. Что такое fidelity в биопечати? (точность, верность и правильность биопечати)</li> <li>14. Что нужно иметь для того чтобы напечатать орган?</li> <li>15. Что такое биочернила?</li> <li>16. Какие биоматериалы используются в качестве гидрогелей в биочернилах?</li> <li>17. Какими свойствами должны обладать гидрогели для биочернил?</li> <li>18. Какие клетки аутологичные (от больного), аллогенные от других людей-доноров) или ксеногенные (от животных) не вызывают иммунного отторжения?</li> <li>19. Что такое тканевые сфероиды?</li> <li>20. Каков оптимальный размер тканевых сфероидов используемых для биопечати?</li> <li>21. Почему тканевые сфероиды называют строительными блоками для биопечати?</li> <li>22. Что такое биореактор?</li> <li>23. Какие основные структурные компоненты перфузионного биореактора?</li> <li>24. Что такое гибридные технологии биопечати?</li> <li>25. Что такое 4D биопечать?</li> <li>26. В чем преимущества in situ биопечати?</li> <li>27. Что такое “большие данные” (BIG DATA) и зачем они нужны в биопечати?</li> <li>28. Что такое формативная биофабрикация?</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Проектная работа № 1	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ОПК-7-У1;ОПК-9-У1;ОПК-9-В1;ОПК-11-У1;ОПК-11-В1;ОПК-12-У1;ОПК-12-В1;ОПК-13-У1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>Возможные темы проектных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Назовите и обоснуйте 3 самые лучшие компании в мире в области биопечати</li> <li>• Найдите и обоснуйте 3 самые лучшие статьи по биопечати</li> <li>• Найдите и обоснуйте 3 самые лучшие биопринтера в мире</li> <li>• Обоснуйте, какие три органа проще всего напечатать</li> <li>• Найдите и обоснуйте 3 самые лучшие и продвинутые страны в области биопечати</li> <li>• Найдите и обоснуйте 3 самые лучшие российские университетские группы, работающие в области биопечати</li> <li>• Какие есть книги, учебники и обзоры, опубликованные на русском языке, по биопечати</li> <li>• Какие 3 типа биочернил наиболее популярны в исследованиях по биопечати</li> <li>• Обоснуйте, в чем основные преимущества и недостатки in situ биопечати</li> <li>• Обоснуйте три самые перспективные направления в развитии технологии биопечати</li> </ul>
----	----------------------	--	--

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной форме по билетам, в которых содержатся вопросы по всем темам курса. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение. В процессе приема экзамена экзаменатор имеет право задавать как уточняющие вопросы по билету, так и дополнительные вопросы по курсу лекций, напрямую не связанные с вопросами билета.

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

Обучающийся должен сдать экзамен.

Оценка "отлично": студент продемонстрировал сформированные систематические знания;

Оценка "хорошо": студент продемонстрировал общие, но не структурированные знания;

Оценка "удовлетворительно": студент продемонстрировал фрагментарные знания;

Оценка "неудовлетворительно": студент продемонстрировал отсутствие знаний;

Оценка "не явка" студент не явился на экзамен.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Тарантул В. З.	Толковый биотехнологический словарь (русско-английский): словарь	Электронная библиотека	Москва: Языки славянской культуры (ЯСК), 2009
Л1.2	Горленко В. А., Кутузова Н. М., Пятунина С. К.	Научные основы биотехнологии: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Прометей, 2013
Л1.3	Куранова Н. Г., Купагадзе Г. А.	Микробиология: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Прометей, 2013
Л1.4	Рябкова Г. В.	Biotechnology: (Биотехнология): учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012
Л1.5	Сироткин А. С., Жукова В. Б.	Теоретические основы биотехнологии: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Microsoft Office

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/</a>
И.2	<a href="http://www.protocol-online.org">http://www.protocol-online.org</a>
И.3	<a href="https://www.nature.com/methods">https://www.nature.com/methods</a>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
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.
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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
<p>При изучении курса «Биофабрикация» большое внимание следует уделить самостоятельной работе с учебниками, справочной литературой и текущими публикациями в ведущих российских и зарубежных журналах по рассматриваемым темам курса.</p> <p>Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой.</p> <p>Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения практических занятий, выдачи и сдачи индивидуальных занятий.</p> <p>Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются консультации преподавателей в компьютерном классе.</p>