



Программу составил(и):

*дбн, проф, Карягина-Жулина А.С.*

Рабочая программа

**Биотехнология**

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 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-9.plx Биоматериаловедение, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Биоматериаловедение, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии**

Протокол от 29.06.2022 г., №10

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

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – сформировать теоретические представления и практические навыки для со-здания генно-инженерных конструкций на базе молекулярного клонирования в клетках непатогенных лабораторных штаммов <i>Escherichia coli</i> .
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
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	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Технологическое предпринимательство	

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

<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-31 Свойства биомедицинских материалов нанoeлектроники	
<b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-2-33 понимать задачи создания генно-инженерных конструкций и осуществлять обоснованный выбор методов и методик их решения	
<b>ПК-3: 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-3-31 - осуществлять научно-обоснованный выбор и понимать принцип работы аналитического и технологического оборудования, методов и методик, предназначенных для анализа характеристик генно-инженерных конструкций и рекомбинантных белков;	
<b>ПК-2: Способен анализировать технологические процессы получения, обработки и их влияние на свойства материалов и изделий из них</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 Методы определения эксплуатационных свойств материалов, приборов и устройств	
<b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 понимать фундаментальные принципы и технологические подходы к получению генно-инженерных конструкций и рекомбинантных белков	
<b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-2-32 знать требования, которым должны удовлетворять генно-инженерные конструкции и рекомбинантные белки	
<b>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</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1-31 Основные научные результаты в своей сфере и в междисциплинарных областях исследований	

<b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>
<b>Знать:</b>
УК-2-31 знать основные принципы создания генно-инженерных конструкций
<b>ПК-3: 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-3-У4 - уметь разрабатывать научную и технологическую документацию, готовить научные презентации и статьи.
ПК-3-У1 - уметь планировать эксперимент по молекулярному клонированию и анализировать результаты клонирования с применением комплекса компьютерных программ;
ПК-3-У2 - уметь анализировать процессы, явления и материалы с использованием современных аналитических методов;
ПК-3-У3 - уметь анализировать и обрабатывать полученные результаты с применением программных средств и персональной компьютерной техники;
<b>ПК-2: Способен анализировать технологические процессы получения, обработки и их влияние на свойства материалов и изделий из них</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Производить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства материалов, приборов и устройств
<b>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, выработать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 осуществлять научно-обоснованный выбор и понимать принцип работы аналитического и технологического оборудования, методов и методик, предназначенных для анализа характеристик генно-инженерных конструкций и рекомбинантных белков
УК-1-У2 Анализировать данные о возможных подходах, применяемых для решения задач НИР, и выбирать наиболее оптимальный
<b>ПК-3: 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-3-У5 - определять основные характеристики генно-инженерных конструкций и рекомбинантных белков.
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Решать производственные и (или) исследовательские задачи в области производства, обработки и применения биомедицинских материалов наноэлектроники
<b>ПК-3: 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-3-В1 - владеть навыками работы с ферментами, используемыми в генной инженерии, методом полимеразной цепной реакции, методом трансформации ДНК в клетки E. coli, методами анализа полученных клонов
<b>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, выработать стратегию действий</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 Различными методами научной работы для комплексного исследования своей темы
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Навыками получения, обработки и применения биомедицинских материалов наноэлектроники

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. Биотехнология</b>							
1.1	Освоение программы Clone Manager для планирования эксперимента и анализа результатов клонирования генов /Пр/	1	12	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-В1	Э2 Э3 Э4			
1.2	Освоение программы Clone Manager для планирования эксперимента и анализа результатов клонирования генов /Ср/	1	18	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-В1	Э1 Э2			
1.3	Гидролиз плазмидной ДНК с помощью эндонуклеаз рестрикции. Анализ продуктов гидролиза в агарозном геле /Пр/	1	12	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У5	Э1 Э2 Э3 Э4	Методические указания предоставляются в лаборатории.		
1.4	Гидролиз плазмидной ДНК с помощью эндонуклеаз рестрикции. Анализ продуктов гидролиза в агарозном геле /Ср/	1	18	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У2 ПК-3-У4	Э2 Э3 Э4			

1.5	Постановка полимеразной цепной реакции и анализ результатов с помощью электрофореза в агарозном геле. /Пр/	1	12	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У3 ПК-3-У5	Э1 Э2 Э3 Э4	Методические указания предоставляются в лаборатории.		
1.6	Постановка полимеразной цепной реакции и анализ результатов с помощью электрофореза в агарозном геле. /Ср/	1	18	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У4	Э1 Э2			
1.7	Выделение фрагментов ДНК из геля и постановка реакции лигирования. /Пр/	1	12	ПК-3-У4	Э2 Э3 Э4			
1.8	Выделение фрагментов ДНК из геля и постановка реакции лигирования. /Ср/	1	18	ПК-3-У2	Э2			
1.9	Трансформация лигированной ДНК в штамм <i>Escherichia coli</i> . /Пр/	1	12	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У5 ПК-3-В1	Э1 Э2 Э3 Э4	Методические указания предоставляются в лаборатории.		
1.10	Трансформация лигированной ДНК в штамм <i>Escherichia coli</i> . /Ср/	1	18	ПК-3-У2 ПК-3-У4	Э1 Э2 Э3			
1.11	Выделение плазмидной ДНК из полученных клонов. /Пр/	1	12	ПК-3-В1	Э2 Э3 Э4		КМ1	
1.12	Выделение плазмидной ДНК из полученных клонов. /Ср/	1	18	ПК-3-У4	Э2 Э3 Э4			
1.13	Наработка бактериальной био-массы штамма-продуцента бел-ка (непатогенные штаммы кишечной палочки ( <i>Escherichia coli</i> )) /Пр/	2	24	ПК-3-В1	Э1 Э2 Э3 Э4			
1.14	Наработка бактериальной био-массы штамма-продуцента бел-ка (непатогенные штаммы кишечной палочки ( <i>Escherichia coli</i> )) /Ср/	2	36	ПК-3-В1	Э1 Э2 Э3 Э4			
1.15	Разрушение бактериальной биомассы и приготовление экстракта белков /Пр/	2	24	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-В1	Э1 Э2 Э3 Э4			

1.16	Разрушение бактериальной биомассы и приготовление экс-тракта белков /Ср/	2	36	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-В1	Э1 Э2 Э3 Э4			
1.17	Преформирование хроматографических колонок и приготовление буферных растворов для подвижной фазы хроматографии /Пр/	2	24	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-В1	Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	
1.18	Преформирование хроматографических колонок и приготовление буферных растворов для подвижной фазы хроматографии /Ср/	2	36	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-В1	Э1 Э2 Э3 Э4			
1.19	Жидкостная хроматография белков /Пр/	3	24	ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5	Э1 Э2 Э3 Э4			
1.20	Жидкостная хроматография белков /Ср/	3	30	ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5	Э1 Э2 Э3 Э4			
1.21	Анализ белков с помощью электрофореза в полиакриламидном геле (по Лэммли) /Пр/	3	24	ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5	Э1 Э2 Э3 Э4			
1.22	Анализ белков с помощью электрофореза в полиакриламидном геле (по Лэммли) /Ср/	3	30	ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5	Э1 Э2 Э3 Э4			
1.23	Методы анализа концентрации белка /Пр/	3	24	ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5	Э1 Э2 Э3 Э4		КМ3	
1.24	Методы анализа концентрации белка /Ср/	3	30	ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5	Э1 Э2 Э3 Э4			Р1

### 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	Контрольная работа	ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-У3;ПК-3-У4;ПК-3-У5;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные принципы клонирования ДНК.</li> <li>2. Ферменты обмена нуклеиновых кислот, используемые в генной инженерии.</li> <li>3. Полимеразная цепная реакция. Принцип метода. Основные модификации.</li> <li>4. Методы трансформации ДНК.</li> <li>5. Эндонуклеазы рестрикции. Использование в генной инженерии.</li> <li>6. ДНК-лигазы. Использование в генной инженерии.</li> <li>7. ДНК-полимеразы. Использование в генной инженерии.</li> <li>8. Taq ДНК-полимераза. Использование в полимеразной цепной реакции.</li> </ol>
КМ2	Контрольная работа	ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-У3;ПК-3-У4;ПК-3-У5;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Рекомбинантные белки, используемые в биотехнологии.</li> <li>10. Рекомбинантные белки, используемые в медицине.</li> <li>11. Основные принципы жидкостной хроматографии белков.</li> <li>12. Строение белка: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура.</li> <li>13. Ферментативная активность белков. Примеры ферментов, используемых в биотех-нологии и медицине.</li> <li>14. Методы анализа качества белков.</li> <li>15. Методы определения концентрации белков.</li> </ol>
КМ3	Контрольная работа	ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-У3;ПК-3-У4;ПК-3-У5;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>16. Принципы ионообменной хроматографии.</li> <li>17. Анионообменная хроматография. Примеры сорбентов.</li> <li>18. Катионообменная хроматография. Примеры сорбентов.</li> <li>19. Гидрофобная хроматография. Примеры сорбентов.</li> <li>20. Аффинная хроматография. Примеры сорбентов.</li> </ol>

### 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	Реферат	ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-У3;ПК-3-У4;ПК-3-У5;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные принципы клонирования ДНК.</li> <li>2. Ферменты обмена нуклеиновых кислот, используемые в генной инженерии.</li> <li>3. Полимеразная цепная реакция. Принцип метода. Основные модификации.</li> <li>4. Методы трансформации ДНК.</li> <li>5. Эндонуклеазы рестрикции. Использование в генной инженерии.</li> <li>6. ДНК-лигазы. Использование в генной инженерии.</li> <li>7. ДНК-полимеразы. Использование в генной инженерии.</li> <li>8. Taq ДНК-полимераза. Использование в полимеразной цепной реакции.</li> <li>9. Рекомбинантные белки, используемые в биотехнологии.</li> <li>10. Рекомбинантные белки, используемые в медицине.</li> <li>11. Основные принципы жидкостной хроматографии белков.</li> <li>12. Строение белка: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура.</li> <li>13. Ферментативная активность белков. Примеры ферментов, используемых в биотех-нологии и медицине.</li> <li>14. Методы анализа качества белков.</li> <li>15. Методы определения концентрации белков.</li> <li>16. Принципы ионообменной хроматографии.</li> <li>17. Анионообменная хроматография. Примеры сорбентов.</li> <li>18. Катионообменная хроматография. Примеры сорбентов.</li> <li>19. Гидрофобная хроматография. Примеры сорбентов.</li> <li>20. Аффинная хроматография. Примеры сорбентов.</li> </ol>

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

-



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

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- а) «зачет» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «незачет» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	Методы	<a href="http://molbiol.ru/protocol/">http://molbiol.ru/protocol/</a>
Э2	National Center for Biotechnology Information	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/</a>
Э3	Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии: учебник. - СПб.: Эко-Вектор, 2016. - 328 с.	<a href="https://fileskachat.com/download/46014_f5e6aae9d6670b5b383cb89ca44c4ab8.html">https://fileskachat.com/download/46014_f5e6aae9d6670b5b383cb89ca44c4ab8.html</a>
Э4	Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия	<a href="https://www.booksmed.com/biologiya/1302-geneticheskaya-inzheneriya-shhelkunov.html">https://www.booksmed.com/biologiya/1302-geneticheskaya-inzheneriya-shhelkunov.html</a>

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
-----	---

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****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.
Б-052	Лаборатория "Биомедицинские наноматериалы":	Химический блок: 3 вытяжных шкафа для работы с летучими и токсичными веществами; лабораторные столы с химически стойким покрытием; вакуумный роторный испаритель; препаративные центрифуги и ультрацентрифуги (5 шт.); лабораторные плитки с магнитным перемешиванием для получения наноструктурных материалов; ультразвуковая баня и ультразвуковой щуп для гомогенизации растворов; лабораторный реактор для крупномасштабного синтеза наночастиц; спектрофотометр; прибор для измерения динамического светорассеяния и поверхностного заряда наночастиц; pH-метр; холодильные и морозильные камеры; лиофильная сушилка; сушильный шкаф; деионизатор воды; аналитические весы; автоматические дозаторы. Биологический блок: ламинарный шкаф II класса защиты для проведения работ с клеточными культурами в стерильных условиях; CO <sub>2</sub> -инкубатор, автоматический счетчик клеток; водяная баня; центрифуга; кельвинатор (-80°C) и сосуд Дьюара с жидким азотом (-196°C) для длительного хранения клеточных линий в замороженном состоянии; холодильные и морозильные камеры; необходимое вспомогательное оборудование; инвертированный флуоресцентный микроскоп; инвертированный оптический микроскоп; автоклав и уникальная установка для генерации низкочастотного магнитного поля
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

А-323а	Аудитория для самостоятельной работы	комплект учебной мебели пакет на 6 рабочих мест с компьютерами, принтер, лицензионных программ MS Office
--------	--------------------------------------	--

### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

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.