

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии
Высшая школа биологии



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Биомедицинские технологии

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология
Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Дудкина Е.В. (кафедра микробиологии, Центр биологии и педагогического образования), ElVDudkina@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;
ПК-1	Готов использовать полученные биологические знания и знания смежных наук, нормативные документы по организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в профессиональной деятельности в соответствии с профилем программы магистратуры

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методические подходы для решения профессиональных задач в биомедицинской технологии
- нормативные документы по организации и проведению научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биомедицинской технологии

Должен уметь:

- определять оптимальные методические подходы для решения профессиональных задач биомедицинской технологии
- использовать полученные биологические знания и знания смежных наук для организации и проведения научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биомедицинской технологии

Должен владеть:

- методическими подходами для решения профессиональных задач в биомедицинской технологии
- навыками проведения научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биомедицинской технологии

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к творчеству (креативности) и системному мышлению

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.05.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Молекулярная и прикладная микробиология)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 48 часа(ов), в том числе лекции - 20 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 78 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в курс Биомедицинские технологии	3	2	0	0	0	0	0	4
2.	Тема 2. Молекулярные основы канцерогенеза	3	2	0	2	0	0	0	6
3.	Тема 3. Генная терапия	3	4	0	2	0	0	0	6
4.	Тема 4. Клеточные технологии	3	4	0	0	0	0	0	6
5.	Тема 5. Вспомогательные репродуктивные технологии	3	0	0	2	0	0	0	6
6.	Тема 6. Генетическая диагностика	3	0	0	2	0	0	0	5
7.	Тема 7. Тканевая инженерия	3	0	0	4	0	0	0	5
8.	Тема 8. Биомедицинские материалы	3	0	0	2	0	0	0	4
9.	Тема 9. Регенеративная медицина	3	0	0	2	0	0	0	4
10.	Тема 10. Биомеханика	3	0	0	2	0	0	0	2
11.	Тема 11. Иммунобиотехнология	3	4	0	0	0	0	0	6
12.	Тема 12. Генетическая инженерия и технология рекомбинантных молекул в биотехнологии	3	4	0	0	0	0	0	4
13.	Тема 13. Технологии клеточных культур	3	0	0	2	0	0	0	4
14.	Тема 14. Клеточная инженерия животных	3	0	0	2	0	0	0	4
15.	Тема 15. Фитобиотехнология	3	0	0	2	0	0	0	4
16.	Тема 16. Создание лекарственных средств нового поколения	3	0	0	2	0	0	0	4
17.	Тема 17. Биология старения	3	0	0	2	0	0	0	4
	Итого		20	0	28	0	0	0	78

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в курс Биомедицинские технологии

Цели и задачи курса, основные понятия. Этапы развития биомедицинских технологий. Биотехнология и медицина. Связь с другими науками. Виды биомедицинских технологий. Основные направления и достижения современных биомедицинских технологий. Проблемы медицинской биотехнологии. Роль биомедицинских технологий в современной медицине. Понятие о персонифицированной медицине. Биотехнология и персонифицированная медицина. Подходы персонифицированной медицины к лечению социально-значимых заболеваний. Новейшие достижения в области медицинской биотехнологии. Компании, разрабатывающие новые биотехнологии. Возможности и реалии применения биомедицинских технологий в России и мире. Этические аспекты биомедицинских технологий. Правовое регулирование биомедицинских исследований в России и мире.

Тема 2. Молекулярные основы канцерогенеза

Характеристика опухолевых клеток. Биохимические особенности опухолевых клеток. Факторы риска развития рака. Канцерогены. Физический канцерогенез. Химический канцерогенез. Вирусный канцерогенез. Онкогены. Гены-супрессоры опухолевого роста. Гены репарации ДНК. Гены, контролирующие апоптоз. Канцерогенез и иммунодепрессия. Стадии канцерогенеза. Свойства доброкачественных и злокачественных опухолей. Метастазирование. Онкомаркеры. Вещества с противоопухолевой активностью.

Тема 3. Генная терапия

Технологии генной терапии. Основные подходы и методы генной терапии. Способы доставки генетического материала в клетки-мишени. Вирусные системы доставки: аденоизогенные векторы, аденоассоциированные вирусные векторы, ретровирусные векторы. Преимущества и недостатки вирусных систем доставки. Невирусные системы доставки: плазмиды, липидные системы, полимерные векторы, пептидные векторы, неорганические наночастицы. Преимущества и недостатки невирусных систем доставки. Физические методы доставки генетического материала: "генная пушка", прямая микротрансфузия, электропорация, сонопорация, гидропорация, магнитоаффинная, фототрансфузия. Генная терапия социально-значимых заболеваний. Генная терапия рака. Стратегии генной терапии рака. Замена мутантных генов. РНК в генотерапии рака. Суицидальная генотерапия рака. Онкологическая вирусная терапия. Системы редактирования генома. Нуклеазы с цинковыми пальцами (ZFNs). Нуклеазы TALEN. Система CRISPR/Cas9. Потенциальные области применения редактирования генома. Иммунотерапия рака. "Контрольные точки иммунного ответа". Моноклональные антитела в терапии рака. Адаптивная клеточная иммунотерапия с применением химерных антигенных рецепторов (CAR). Строение и принцип действия CAR. Противоопухолевые вакцины. Генотерапия сердечно-сосудистых заболеваний. Генная терапия нарушений липидного обмена. Генотерапия заболеваний нервной и зрительной систем. Риски генной терапии. Генотерапевтические препараты, применяемые сегодня. Правовое регулирование обращения генотерапевтических препаратов в России.

Тема 4. Клеточные технологии

Понятие "стволовая клетка". Характеристика и свойства стволовой клетки. Классификация стволовых клеток. Эмбриональные стволовые клетки. Фетальные стволовые клетки. Соматические стволовые клетки. Источники стволовых клеток. Маркеры стволовых клеток. Ниша стволовых клеток. Методы выделения и культивирования стволовых клеток. Клеточные линии. Банки стволовых клеток. Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки. Методы индукции плюрипотентности. Вирусные методы с интеграцией векторов. Вирусные методы без интеграции векторов. Безвирусные ДНК- и РНК - содержащие методы. Транспозонные системы Cre-loxP и PiggyBac. Сложности процесса индукции плюрипотентности стволовых клеток. Применение индуцированных плюрипотентных клеток. Иммуногенность стволовых клеток. Использование стволовых клеток для лечения гематологических заболеваний, воспалительно-дегенеративных заболеваний человека, заболеваний сердца и сосудов, травм, косметологии. Трансплантация гемопоэтических стволовых клеток. Трансплантация мезенхимальных стволовых клеток. Трансплантационный иммунитет. Реакция трансплантата против хозяина. Иммуномодулирующая активность мезенхимальных стволовых клеток. Безопасность применения клеточных технологий.

Тема 5. Вспомогательные репродуктивные технологии

Проблема и причины бесплодия. Основные технологические приемы вспомогательных репродуктивных технологий: искусственная инсеминация спермой мужа или донора, экстракорпоральное оплодотворение и перенос эмбрионов, донорство спермы и ооцитов, суррогатное материнство, инъекция сперматозоида в цитоплазму ооцита, преимплантационная диагностика наследственных болезней. Криоконсервация ооцитов и эмбрионов. Базовые принципы и эффективность. Организация криохранилища. Банк донорских ооцитов и эмбрионов. Криоконсервация спермы. Банк донорской спермы. Редукция эмбрионов при многоплодной беременности. Осложнения ВРТ. Проблемы применения ЭКО и переноса эмбрионов. Данные мониторинга жизни и развития детей, рожденных с помощью технологии ЭКО. Правовое обеспечение ВРТ. Морально-этические аспекты ВРТ.

Тема 6. Генетическая диагностика

Методы генетической диагностики. Молекулярно-цитогенетические методы. Биохимические методы. Молекулярно-генетические методы. Полимеразная цепная реакция. ПЦР в диагностике инфекций. Современные методы, используемые при идентификации возбудителей инфекционных заболеваний. Молекулярный анализ мутаций у человека. Анализ последовательности ДНК. Секвенирование ДНК. Секвенирование по Сэнгеру. Пиросеквенирование. NGS секвенирование. Диагностика генетических заболеваний. Пренатальная диагностика наследственных заболеваний молекулярно-генетическими методами. Выбор средств лекарственной терапии на основе генетической диагностики. Методы выявления геномного полиморфизма, использование генетических маркеров для оценки генетического разнообразия. Возможности современной молекулярно-генетической диагностики.

Тема 7. Тканевая инженерия

Понятие о тканевой инженерии, основные направления. Принципы тканевой инженерии. Основные подходы и стратегии инженерии тканей. Клетки, используемые в тканевой инженерии. Имитация естественного органогенеза. 3D-биопринтинг. Этапы создания искусственных органов. Понятие об искусственных органах и тканях. Биоинженерные органы. Примеры искусственных органов, применяемых в современной медицине. Возможности тканевой инженерии. Инженерия костной ткани. Инженерия кожи. Инженерия хрящевой ткани, поджелудочной железы, печени, почки, сердечнососудистой системы и т.д. Проблемы тканевой инженерии.

Тема 8. Биомедицинские материалы

Понятие о биоматериалах. Биоматериалы, применяемые в тканевой инженерии. Тolerантность искусственных материалов к структурам живых организмов. Требования к искусственным материалам для имплантации. Примеры биоматериалов. Применение в травматологии, ортопедии, стоматологии, имплантологии, челюстно-лицевой хирургии, эстетической медицине, косметологии и др. Биосовместимые материалы. Имплантаты. Тканевая реакция на имплантаты. Этические аспекты использования биоматериалов. Перспективные направления в создании биоматериалов.

Тема 9. Регенеративная медицина

Регенеративная медицина, как новое направление медицинской науки. Понятие регенеративной медицины и области ее применения. Принципы конструирования и использования биоискусственного внеклеточного матрикса и его применение в регенеративной медицине. Регенерация кожных покровов. Регенерация суставов и костей. Клеточные продукты, предназначенные для регенерации хрящевой ткани. Регенерация нервной ткани. Регенерация сердечной мышцы. Клеточные продукты, предназначенные для регенерации тканей сердца. Регенерация печени. Печать матрикса и тканевая печать (tissue printing). Технология регенеративной медицины для лечения ожогов. Разработка и производство препаратов и медицинских изделий для регенеративной медицины. Современные технологии консервации и хранения живых и переживающих клеток, тканей и органов. Охлаждение. Криопрессервация и криоконсервация. Банки живых клеток и тканей. Вопросы этического и правового регулирования трансплантации человеческих клеток, тканей и органов.

Тема 10. Биомеханика

Понятие о биомеханике. Биомеханические характеристики тела человека и его движений. Клиническая биомеханика, биомеханика спорта. Методы исследования в биомеханике. Понятие о биомиметике. Протезостроение. Основные направления в биомеханике. Парадоксы биомеханики человеческого тела. Достижения современной биомеханики.

Тема 11. Иммунобиотехнология

Иммунобиологические препараты. Вакцины. Типы вакцин. Характеристика живых и убитых вакцин. Основные этапы создания вакцин. Современные вакцины. Механизм действия ДНК и РНК-вакцин. Разрабатываемые и используемые в России вакцины. Рекомбинантная вакцина против гепатита В. Современные вакцины от коронавируса. Двухвекторная вакцина. Вакцина на основе пептидных антигенов. Условия эффективной вакцинации. Требования к вакцинам. Безопасность иммунизации. Осложнения после иммунизации. Миры о вакцинации. Серопрофилактика и серотерапия инфекционных заболеваний. Сыворотки и иммуноглобулины. Методы их получения и контроля. Возможные осложнения серотерапии и пути их профилактики. Способы получения сывороток. Моноклональные антитела. Получение моноклональных антител с помощью гибридомной технологии. Области применения моноклональных антител. Современные направления в иммунофармакологии и иммунобиотехнологии.

Тема 12. Генетическая инженерия и технология рекомбинантных молекул в биотехнологии

Основные принципы создания генетически модифицированных организмов. Технология рекомбинантных ДНК. Способы введения рекомбинантных ДНК в клетку. Идентификация и отбор генетически модифицированных клеток или организмов. Цели создания генетически модифицированных организмов (ГМО). Достижения современной генной инженерии. Технология рекомбинантных белков. Получение инсулина. Получение рекомбинантного соматотропина. Получение интерферонов и интерлейкинов. Источники рисков от производства и использования ГМО. Плюсы и минусы ГМО. ГМО в России. Необходимость получения трансгенных животных и растений. Три основных способа получения трансгенных животных. Векторы, используемые для доставки трансгенов в организм млекопитающих. Трансгенные растения. Генетически трансформированные клетки и ткани растений как биотехнологические объекты. Практическое применение трансгенных растений в качестве биореакторов для получения веществ медицинского назначения. Биосинтез растениями чужеродных белков. Перспективы применения растений для получения вакцин и антител. Проблемы биобезопасности при использовании трансгенных растений.

Тема 13. Технологии клеточных культур

Культивирование клеток и тканей животных. Культура клеток. Характеристика клеток, культивируемых *in vitro*. Необходимые условия для культивирования клеток животных. Понятие о монослойных тканевых культурах. Понятие о супензионных культурах. Характеристика питательных сред для культивирования клеток человека. Технология получения клеточных линий. Трудности получения культур клеток. Основные принципы культивирования клеток млекопитающих. Заражение культуры клеток. Современное использование клеточных культур для получения продуктов биотехнологии, в производстве вакцин, в диагностике, в тестировании новых лекарств и т.д.

Тема 14. Клеточная инженерия животных

Предмет и задачи клеточной инженерии. Принципы клеточной инженерии. Клонирование многоклеточных организмов. Принцип клонирования млекопитающих. Этапы клонирования. Методы введения ядер соматических клеток в яйцеклетки. Гибридомная технология и гибридизация животных клеток. Методы создания химер. Получение трансгенных животных. Метод микропункции. Перенос генов с помощью вирусов. Использование трансгенных животных. Животные-биореакторы. Два подхода к клонированию человека: репродуктивное и терапевтическое клонирование. Биоэтика в животной клеточной инженерии.

Тема 15. Фитобиотехнология

Методы культивирования клеток высших растений. Каллусные и супензионные культуры. Получение протопластов растительных клеток. Слияние протопластов растительных клеток. Гибридизация соматических клеток растений. Использование культуры клеток, тканей и органов растений в медицинской биотехнологии. Лекарственные препараты, получаемые из культур клеток растений.

Тема 16. Создание лекарственных средств нового поколения

Фармацевтическая промышленность и разработка новых лекарственных средств. Понятие лекарственный препарат. Поведение биологически активного соединения в организме. Современные подходы к разработке лекарственного средства. Процесс создания новых лекарственных средств. Определение молекулярных и клеточных мишней лекарственных препаратов. Поиск потенциальных биологически активных соединений. Оптимизация процессов получения активных молекул. Подготовка и проведение доклинических испытаний. Основные проблемы современной фармацевтической промышленности. Тенденции развития процесса разработки лекарственных средств

Тема 17. Биология старения

Основы биологии старения. Теории старения. Свободно-радикальная теория старения. Митохондриальная теория старения. Теломерная теория. Элевационная теория. Молекулярно-генетические механизмы старения. Биомаркеры старения. Метилирование ДНК. Гликозилирование белков и ДНК. Оксидативный стресс и старение.

Продолжительность жизни. Факторы, влияющие на продолжительность жизни. Средства, увеличивающие продолжительность жизни. Долгоживущие мутанты.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996н/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Pubmed - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru>

ЭБС "Консультант студента" - <https://www.studentlibrary.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В лекционном материале курса "Биомедицинские технологии" преподаватель формирует у слушателя базовые системные знания для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы, разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Преподаватель проводит анализ главных положений лекций путем изложения учебного материала согласно учебной программе. Посещение и активная работа студента на лекции позволяет сформировать базовые теоретические понятия по дисциплине, усвоить закономерности и тенденции, которые раскрываются в данной дисциплине, а также развить навыки самостоятельной работы по поиску информации в учебной и научной литературе, интернет-источниках.
практические занятия	Практические занятия организованы в виде семинаров. При проведении семинарских занятий используются компьютерные презентации, проходят дискуссии и групповые обсуждения. Студенты имеют возможность продемонстрировать знания, полученные в ходе лекций и самостоятельного изучения курса по рекомендованным источникам. В ходе обсуждения учебных вопросов, выступающим и аудитории задаются дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем. После выступления докладчику и учебной группе в целом, дается объективная оценка выступления, раскрываются положительные стороны и недостатки проведения занятия.
самостоятельная работа	В ходе самостоятельного обучения студенты получают навыки работы с научной литературой, пользуются электронными базами данных и Интернет-ресурсами. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала по разделам дисциплины с использованием рекомендованной литературы, подготовку к семинарским занятиям; подготовку презентаций.
экзамен	Завершающим этапом изучения дисциплины является аттестация в виде устного экзамена по всем темам курса. При этом студент должен показать все те знания, умения и навыки, которые он приобрел в процессе текущей работы по изучению дисциплины. Дисциплина считается освоенной студентом, если он в полном объеме сформировал установленные компетенции.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Молекулярная и прикладная микробиология".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.05.03 Биомедицинские технологии*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Основы микробиологии и иммунологии : учебник / под ред. В. В. Зверева, М. Н. Бойченко. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 368 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970461990.html>
2. Биотехнология : учебник / под ред. Колодязной В. А. , Самотруевой М. А. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 384 с. - ISBN 978-5-9704-5436-7. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454367.html>
3. Промышленная биотехнология лекарственных средств : учебное пособие / Я. М. Станишев-ский. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 144 с. - ISBN 978-5-9704-5845-7. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970458457.html>

Дополнительная литература:

1. Право и современные технологии в медицине : монография / Отв. ред. А. А. Мохов, О. В. Сушкова. - Москва : РГ-Пресс, 2019. - 368 с. - ISBN 978-5-9988-0954-5. URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785998809545.html>
2. Введение в биоэтику : учебное пособие / А. Я. Иванюшкин, В. И. Игнатьев, Р. В. Коротких, И. В. Силуянова, П. Д. Тищенко, Б. Г. Юдин, Г. П. Червонской, Б. Г. Юдин, П. Д. Тищенко, В. Г. Борзенков, Ю. Ф. Поляков - М : Прогресс-Традиция, 2017. - 384 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898265328.html>
3. Трансплантология и искусственные органы : учебник / Под ред. С. В. Готье. - Москва : Лабо-ратория знаний, 2018. - 322 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10'. - ISBN 978-5-00101-577-2. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015772.html>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.05.03 Биомедицинские технологии

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Молекулярная и прикладная микробиология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.