

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по учебной
работе, качеству образования –
первого проректора

Хагуров Т.А.



28

августа

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.ДВ.01.01 БИОТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ
ИНЖЕНЕРИИ БАКТЕРИЙ**

Специальность 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Специализация Микробиология и биотехнология

Форма обучения очная

Квалификация специалист

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины "Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий" составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Программу составил(и):

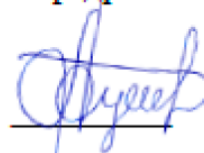
А.А. Самков, доцент, к.б.н.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии,

протокол № 7 «21» марта 2025 г.

Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета,

протокол № 7 «28» марта 2025 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

Кустов С.Ю., ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», заведующий кафедрой зоологии, д-р биол. наук, профессор

Кремнёва О.Ю., зав. лабораторией фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения ФГБНУ ФНЦ ВНИИБЗР, ведущий научн. сотр., канд. биол. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий" является формирование у студентов профессиональных компетенции в производственной, мониторинговой и исследовательской деятельности, а также анализ фундаментальных знаний, направленных на расширение представлений об основных методах и возможностях генетической инженерии на примере прокариот.

Для высокопрофессиональной подготовки выпускника курс "Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий" важен для углубленного понимания студентами-биологами принципов организации и функционирования микробной клетки. Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий тесно связана с молекулярной биологией, физиологией и биохимией микроорганизмов.

Важность связи генетической организации микробной клетки и её функций, необходимость понимания основных принципов и путей, а также точек практического применения определяет актуальность изучения дисциплины в рамках данной бакалаврской программы.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины: сформировать у студентов: базовое мышление, обеспечивающее представления об особенностях структурно-функциональной организации геномов про- и эукариот, фагов; способность понимать принципы основных методов молекулярного клонирования; способность использовать генетические методы конструирования штаммов бактерий с заданными свойствами; развивать у студентов умения использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы для выполнения биологических работ; показать перспективы применения генетических методов в различных областях жизнедеятельности человека (промышленность, сельское хозяйство, научные исследования и т. д.); развивать у студентов навыки работы с учебной и научной литературой.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина "Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий" относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, Блока "Дисциплины (модули)" по выбору. Курс "Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий" важен для студентов-микробиологов, специализирующихся в области биотехнологии и общей микробиологии. Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в проблемах общей микробиологии, биохимии, физиологии микроорганизмов. Иметь навыки самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу по бактериологии и биотехнологии, а также навыки работы с электронными средствами информации. Изучению дисциплины "Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий" предшествуют такие дисциплины, как "Биохимия", "Генетика и селекция", "Микробиология" "Общая вирусология". Материалы дисциплины используются студентами в научной работе при подготовке выпускной квалификационной работы и крайне важны в осуществлении практической деятельности.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
-------------------------------	-----------------------------------

ПК-1 Способен творчески использовать в научно-исследовательской деятельности знание фундаментальных разделов биологических и экологических дисциплин.	
ИПК-1.1. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания и умеет использовать их в профессиональной деятельности.	знает пути поиска современных информационных источников генно-инженерной направленности.
	умеет применять в профессиональной микробиологической деятельности знания о строении генетического аппарата про- и эукариот, полученные из современных информационных.
	владеет основными генно-инженерными понятиями и приемами работы в деятельности в микробиологической лаборатории.
ИПК-1.2. Владеет экспериментальными методами исследований (по тематике проводимых разработок).	знает экспериментальные методы выявления расположения генов на бактериальной хромосоме.
	умеет использовать экспериментальные методы создания рекомбинантных молекул.
	владеет методами применения основных ферментов в генетической инженерии.
ИПК-1.3. Умеет анализировать результаты экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.	знает этапы создания рекомбинантных штаммов и алгоритм анализа результатов экспериментов с их применением.
	умеет анализировать результаты экспериментов по созданию и использованию векторных молекул ДНК.
	владеет способностью представлять результаты анализа экспериментов по генетической инженерии в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.
ИПК-1.4. Обладает навыками проводить дискуссии на научных (научно-практических) мероприятиях, использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных.	знает этапы создания рекомбинантных продуцентов проинсулина и интерферонов человека на основе <i>Escherichia coli</i> и способен проводить дискуссии по данной тематике на научных мероприятиях.
	умеет использовать в профессиональной микробиологической деятельности отечественные и зарубежные базы данных клонированных генов.
	владеет понятийной базой и методическим аппаратом, обеспечивающим эффективное проведение дискуссии на научных мероприятиях относительно результатов генно-инженерных экспериментов.
ПК-3 Способен ориентироваться в основных понятиях и теориях биологии, биологических законах и закономерностях развития органического мира, и использовать эти знания в профессиональной деятельности, лабораторных исследованиях и реализации научных проектов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы.	
ИПК-3.1 Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии.	знает принципы трансформации генетического кода в фенотипы организмов.
	умеет переводить триплетный код нуклеотидов в аминокислоты белка.
	владеет информацией о триплетности кода.
ИПК-3.2 Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира.	знает закономерности трансформации потоков генетической информации от РНКового периода зарождения жизни до современного этапа.
	умеет применять молекулярно-генетические методы для анализа эволюции генов и геномов.
	владеет методами анализа кривых плавления.
ИПК-3.3 Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы.	знает принципы каталогизации о описания генетических характеристик свойств живых объектов.
	умеет систематизировать генетические карты для создания отчетов.
	владеет способностью использовать текстовые редакторы для оперирования генетическим кодом.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения очная 6 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):			
занятия лекционного типа		12	12
лабораторные занятия			
практические занятия		26	26
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		3	3
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		31	31
Реферат/эссе (подготовка)		7	7
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)		8	8
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		7	7
Подготовка к текущему контролю		9	9
Контроль:			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоёмкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	41,3	41,3
	зач. ед.	3	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (3 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Генетическая инженерия - достижения, проблемы, перспективы. Структурно-функциональная организация геномов.	9	2	4	-	5
2.	Основные этапы создания рекомбинантных молекул.	12	2	4	-	5
3.	Ферменты, используемые в генетическом конструировании.	12	2	4	-	5
4.	Векторные молекулы в генетическом конструировании	12	2	4	-	5
5.	Векторные молекулы в генетическом конструировании	12	2	4	-	5
6.	Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте.	12	2	4	-	5
6.	Прикладные методы молекулярной генетики и биотехнологии.	12	2	6	-	6
	ИТОГО по разделам дисциплины	69	12	26	-	31
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	3				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоёмкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Генетическая инженерия - достижения, проблемы, перспективы. Структурно-функциональная организация геномов.	Генетическая инженерия. Определение понятия. Основные задачи. Генетическая инженерия. Достижения и перспективы. История создания первой рекомбинантной ДНК. Работы П. Берга с сотрудниками. Биологическая безопасность и генная инженерия. Организация бактериального генома. Особенности расположения генов на бактериальной хромосоме. Особенности транскрипции и трансляции у прокариот. ДНК-полисомные комплексы. Структура бактериального оперона. Регуляторные и структурные гены. IS – элементы и транспозоны. Определение понятия. Структура. Использование в генетическом конструировании. Плазмиды. Определение понятия. Особенности организации плазмидной ДНК. Плазмиды. Распределение по функциям. Использование в генетическом конструировании. Бактериофаги. Умеренные фаги, профаги. Использование в генетическом конструировании. Геном эукариот. Особенности организации. Отличия от бактериального генома. Структурные гены эукариот: внутренняя организация. Экзоны. Интроны. Механизм сплайсинга РНК эукариот.	Устный опрос
2.	Основные этапы создания рекомбинантных молекул.	Принципы создания рекомбинантных молекул. Методические подходы. Основные методы получения генов для клонирования. Выделение генов фракционированием хромосомной ДНК и их идентификация. Синтез генов с помощью обратной транскриптазы. Преимущества и недостатки. Химико-ферментативный синтез генов. Принципы создания рекомбинантных штаммов.	Устный опрос
3.	Ферменты, используемые в генетическом конструировании.	Основные ферменты, используемые при конструировании рекомбинантных молекул. Эндонуклеазы рестрикции. Номенклатура. Получение. Биологическое значение. Эндонуклеазы рестрикции 2 класса, их использование в генетическом конструировании. Нуклеазы, используемые в генетическом конструировании для модификации концов ДНК. Щелочная фосфатаза и полинуклеотидкиназа. Источники получения. Функции. Применение для целей генетического конструирования. Терминальная дезоксиинуклеотидилтрансфераза. Функции, механизм действия. Использование в генетическом конструировании. ДНК-полимераза-1 и фрагмент Кленова, структура и функции. Использование в генетическом конструировании. РНК-зависимая ДНК-полимераза (обратная транскриптаза). Структура и механизм действия. ДНК-лигаза. Структура и функции в клетке. Использование в генетическом конструировании. ДНК-лигазы кишечной палочки и фага T4. Механизм функционирования.	Устный опрос

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
4.	Векторные молекулы в генетическом конструировании Векторные молекулы в генетическом конструировании	Этапы создания рекомбинантных штаммов. Основные методы лигирования ДНК. Сшивание по "липким" и "тупым" концам. Основные методы лигирования ДНК. Коннекторный метод и метод линкеров. Векторная молекула ДНК. Определение понятия. Основные требования, предъявляемые к вектору. Принципы конструирования векторной молекулы ДНК. Плазмида РВR 322. Векторы на основе плазмидной ДНК. Преимущества R- плазмид как векторов. Векторы на основе фаговой ДНК. Преимущества и недостатки. Векторы внедрения и векторы замещения. Использование транспозонов при создании векторов. Создание векторов на основе фагов. Лямбда-фаг. Фазмиды и космиды. Принципы создания и применение. Векторы клонирования. Основные требования. Понятие о емкости вектора. Векторы экспрессии. Основные требования к вектору экспрессии.	Устный опрос
5.	Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте.	Конструирование рекомбинантных ДНК, обеспечивающих экспрессию клонированных генов. Нуклеотидные последовательности ДНК, обеспечивающие транскрипцию и трансляцию клонированных генов. Промоторы, используемые в конструировании рекомбинантных ДНК. Их назначение и классификация. Преимущества и недостатки различных типов промоторов. Видовая специфичность РНК-полимераз. Требования к промотору. Способы конструирования рекомбинантных ДНК, обеспечивающие эффективную трансляцию клонированных генов. Последовательность Шайн-Дальгарно и ее роль в обеспечении трансляции. Способы введения рекомбинантных ДНК в клетку-реципиент. Трансформация. Транфекция. Трансформация клеток-реципиентов. Повышение компетентности клеток при введении рекомбинантной ДНК. Особенности экспрессии генов чужеродных короткоцепочечных полипептидов в бактериях.	Устный опрос
6.	Прикладные методы молекулярной генетики и биотехнологии.	Создание рекомбинантных продуцентов инсулина (проинсулина) человека на основе <i>Escherichia coli</i> . Создание микробных штаммов - продуцентов интерферонов человека, практическое значение. Схема конструирования продуцента альфа-интерферона на основе <i>Escherichia coli</i> . Роль клетки-хозяина в регулировании экспрессии рекомбинантных ДНК. Микроорганизмы, используемые для клонирования чужеродных генов. Внутриклеточные протеиназы бактерий. Их значение для клетки-хозяина и влияние на уровень экспрессии чужеродных генов. Использование техники рекомбинантных ДНК для хранения чужеродной генетической информации. Принципы создания банков генов (клонотек). Система CRISPR-CAS как элемент защиты бактерий от фагов. Перспективы использования для коррекции геномов. Методы гибридизации нуклеиновых кислот, ПЦР, ДНК-паспортизации и секвенирования.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1. Генетическая инженерия - достижения, проблемы, перспективы. Структурно-	История возникновения методов генной инженерии Работы Берга с сотрудниками. Становление генной инженерии как науки. Знакомство с характером работы в молекулярно-генетической лаборатории. Задачи и цели. Требования к биобезопасности. Основные достижения генной инженерии.	У, Р

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
	функциональная организация геномов.	Возможности трансформации клеток микроорганизмов, растений, животных.	
2.	Раздел 1. Генетическая инженерия - достижения, проблемы, перспективы. Структурно-функциональная организация геномов.	Организация генома прокариот. Расположение генов на бактериальной хромосоме. IS-элементы и транспозоны. Организация генома эукариот, множественные и уникальные гены. Особенности регуляции транскрипции в геномах про- и эукариот. Экзон-интронная организация генов эукариот. Системы сплайсинга. Организация оперонов у бактерий. ДНК-полисомные комплексы.	У, Р
3.	Раздел 2. Основные этапы создания рекомбинантных молекул.	Основные принципы создания рекомбинантных молекул. Методы получения генов для клонирования. Выделение генов из хромосомной ДНК, их фракционирование и идентификация (блоттинг-гибридизация, иммунологические методы и др.). Синтез генов для клонирования с помощью обратной транскриптазы и химико-ферментативный синтез. Полимеразная цепная реакция. Знакомство с методами выделения ДНК, принципом работы амплификаторов ДНК и горизонтальным электрофорезом продуктов ПЦР в агарозном геле.	У, Р
4.	Раздел 3. Ферменты, используемые в генетическом конструировании.	Ферменты, используемые в генетическом конструировании: Эндонуклеазы рестрикции, ДНК-лигазы, нуклеазы для модификации концов ДНК. Структура и основные функции ферментов, применение в различных видах клонирования.	У, Р
5.	Раздел 3. Ферменты, используемые в генетическом конструировании.	ДНК-полимераза I. Фрагмент Клёнова, обратная транскриптаза, нуклеотидилтрансфераза, полинуклеотидкиназа и др. ДНК-лигазы. Структура и функции в клетке. Использование в генетическом конструировании. ДНК-лигазы кишечной палочки и фага T4. Механизм функционирования.	У, Р
6.	Раздел 4. Векторные молекулы в генетическом конструировании	Структура фагового генома. Плазмиды. Структура и функции. Принципы создания векторных молекул ДНК. Требования к векторам обязательные и желательные. Понятие о емкости вектора. Фазмиды и космиды.	У, Р
7.	Раздел 4. Векторные молекулы в генетическом конструировании	Фаги и плазмиды как основа для создания векторных молекул ДНК. IS-элементы и транспозоны. Col- и R-плазмиды.	У, Р
8.	Раздел 5. Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте.	Векторы экспрессии и векторы клонирования. Создание генетических конструкций для синтеза белков человека в бактериальной клетке. Выбор промоторов, необходимость введения последовательности Шайн-Дальгарно для обеспечения эффективности транскрипции и трансляции.	У, Р
9.	Раздел 5. Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте.	Трансформация клетки-реципиента. Компетентность клеток реципиентов. Отбор клеток, несущих рекомбинантные ДНК. Роль промотора в экспрессии чужеродных генов.	У, Р
10.	Раздел 5. Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте.	Методы повышения экспрессии чужеродных генов в клетке-реципиенте. Химерные белки, лидерные пептиды. Использование фаговых ферментов и генов для угнетения протеолиза в клетке-реципиенте.	У, Р
11.	Раздел 6. Прикладные методы молекулярной генетики.	Гибридизация нуклеиновых кислот и ПЦР как первые методы поиска и анализа нуклеотидных последовательностей.	У, Р
12.	Раздел 6. Прикладные методы молекулярной генетики.	ПЦР в реальном времени. Специализированные методы ПЦР - изотермическая, гнездовая, с обратной транскрипцией.	У, Р
13.	Раздел 6. Прикладные методы молекулярной генетики.	Секвенирование нуклеиновых кислот как базовый метод анализа геномов. ДНК-паспортизация.	У, Р

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Написание рефератов	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г
2	Подготовка мультимедийных презентаций	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г
3	Самоподготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

При реализации учебной работы по освоению курса "Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий" используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение

Семестр	Вид занятия (Л, ЛР, ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	ПЗ	работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по теме занятия. контролируемые преподавателем дискуссии по темам:	16

		1.Использование в генетическом конструировании бактериофагов. 2.Синтез генов с помощью обратной транскриптазы: преимущества и недостатки. 3.Основные ферменты, используемые при конструировании рекомбинантных молекул: номенклатура и получение. 4.Структура, функции в клетке и использование в генетическом конструировании ДНК-лигаз. 5.Преимущества и недостатки векторов на основе фаговой ДНК. 6.Основные методы лигирования ДНК. Коннекторный метод и метод линкеров. 7.Принципы конструирования векторной молекулы ДНК. Плазмида PBR 322. 8.Назначение, классификация, преимущества и недостатки различных типов промоторов, используемых в конструировании рекомбинантных ДНК. 9.Способы введения рекомбинантных ДНК в клетку-реципиент. Трансформация. Трансфекция. 10.Создание рекомбинантных продуцентов инсулина (проинсулина) человека на основе <i>Escherichia coli</i> . 11.Схема конструирования продуцента альфа-интерферона на основе <i>Escherichia coli</i> . 12.Микроорганизмы, используемые для клонирования чужеродных генов. 13.Значение внутриклеточных протеиназ бактерий для клетки-хозяина, влияние на уровень экспрессии чужеродных генов. 14.Требования к биобезопасности при проведении генно-инженерных работ. 15.Организация генома прокариот: расположение генов на бактериальной хромосоме. 16.Организация генома эукариот: множественные и уникальные гены.	
Итого			16

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины "Биотехнология и методы генетической инженерии бактерий".

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме защиты практической работы, устного опроса, реферата, доклада-презентации по проблемным вопросам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1 Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания и умеет использовать их в профессиональной деятельности.	знает пути поиска современных информационных источников генно-инженерной направленности; умеет применять в профессиональной микробиологической деятельности знания о строении генетического аппарата про- и эукариот, полученные из современных информационных; владеет основными генно-инженерными понятиями и приемами	Практическая работа №№1-2; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 1-11

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
		работы в деятельности в микробиологической лаборатории.		
2	ИПК-1.2 Владеет экспериментальными методами исследований (по тематике проводимых разработок).	знает экспериментальные методы выявления расположения генов на бактериальной хромосоме; умеет использовать экспериментальные методы создания рекомбинантных молекул; владеет методами применения основных ферментов в генетической инженерии.	Практическая работа №№2-5; реферат; доклад- презентация	Вопросы на экзамене 12-22
3	ИПК-1.3 Умеет анализировать результаты экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.	знает этапы создания рекомбинантных штаммов и алгоритм анализа результатов экспериментов с их применением; умеет анализировать результаты экспериментов по созданию и использованию векторных молекул ДНК; владеет способностью представлять результаты анализа экспериментов по генетической инженерии в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.	Практическая работа №№3, 6- 7; реферат; доклад- презентация	Вопросы на экзамене 23-34
4	ИПК-1.4 Обладает навыками проводить дискуссии на научных (научно-практических) мероприятиях, использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных.	знает этапы создания рекомбинантных продуцентов проинсулина и интерферонов человека на основе <i>Escherichia coli</i> и способен проводить дискуссии по данной тематике на научных мероприятиях; умеет использовать в профессиональной микробиологической деятельности отечественные и зарубежные базы данных клонированных генов; владеет понятийной базой и методическим аппаратом, обеспечивающим эффективное проведение дискуссии на научных мероприятиях относительно результатов генно- инженерных экспериментов.	Практическая работа №№8-13; реферат; доклад- презентация	Вопросы на экзамене 35-45
5	ИПК-3.1 Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии.	знает принципы трансформации генетического кода в фенотипы организмов; умеет переводить триплетный код нуклеотидов в аминокислоты белка; владеет информацией о триплетности кода.	Практическая работа №9; реферат; доклад- презентация	Вопросы на экзамене 46-55
6	ИПК-3.2 Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира.	знает закономерности трансформации потоків генетической информации от РНКового периода зарождения жизни до современного этапа; умеет применять молекулярно-генетические методы для анализа эволюции генов и геномов; владеет методами анализа кривых плавления.	Практическая работа №№10- 12; реферат; доклад- презентация	Вопросы на экзамене 56-65
7	ИПК-3.3 Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических	знает принципы каталогизации о описания генетических характеристик свойств живых объектов; умеет систематизировать генетические карты для создания отчетов; владеет способностью использовать текстовые редакторы для оперирования генетическим кодом	Практическая работа №13; реферат; доклад- презентация	Вопросы на экзамене 66-88

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
	отчетов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы.			

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Перечень вопросов для устного контроля знаний студентов:

Тема 1. Генетическая инженерия - достижения, проблемы, перспективы.

Структурно-функциональная организация геномов

1. Генетическая инженерия. Определение понятия. Основные задачи.
2. Генетическая инженерия. Достижения и перспективы. История создания первой рекомбинантной ДНК. Работы П. Берга с сотрудниками.
3. Биологическая безопасность и генная инженерия.
4. Организация бактериального генома. Особенности расположения генов на бактериальной хромосоме.
5. Особенности транскрипции и трансляции у прокариот. ДНК-полисомные комплексы.
6. Структура бактериального оперона. Регуляторные и структурные гены. IS – элементы и транспозоны. Определение понятия. Структура. Использование в генетическом конструировании. Плазмиды.
7. Определение понятия. Особенности организации плазмидной ДНК. Плазмиды. Распределение по функциям.
8. Использование в генетическом конструировании. Бактериофаги. Умеренные фаги, профаги. Использование в генетическом конструировании.
9. Геном эукариот. Особенности организации. Отличия от бактериального генома. Структурные гены эукариот: внутренняя организация. Экзоны. Интроны. Механизм сплайсинга РНК эукариот.

Тема 2. Основные этапы создания рекомбинантных молекул.

1. Принципы создания рекомбинантных молекул. Методические подходы.
2. Основные методы получения генов для клонирования. Выделение генов фракционированием хромосомной ДНК и их идентификация. Синтез генов с помощью обратной транскриптазы. Преимущества и недостатки. Химико-ферментативный синтез генов.
3. Принципы создания рекомбинантных штаммов.

Тема 3. Ферменты, используемые в генетическом конструировании.

1. Основные ферменты, используемые при конструировании рекомбинантных молекул.
2. Эндонуклеазы рестрикции. Номенклатура. Получение. Биологическое значение. Эндонуклеазы рестрикции 2 класса, их использование в генетическом конструировании.
3. Нуклеазы, используемые в генетическом конструировании для модификации концов ДНК. Щелочная фосфатаза и полинуклеотидкиназа. Источники получения. Функции. Применение для целей генетического конструирования.

4. Терминальная дезоксинуклеотидилтрансфераза. Функции, механизм действия. Использование в генетическом конструировании.
5. ДНК-полимераза-1 и фрагмент Кленова, структура и функции. Использование в генетическом конструировании.
6. РНК-зависимая ДНК-полимераза (обратная транскриптаза). Структура и механизм действия.
7. ДНК-лигаза. Структура и функции в клетке. Использование в генетическом конструировании. ДНК-лигазы кишечной палочки и фага Т4. Механизм функционирования.

Тема 4. Векторные молекулы в генетическом конструировании.

1. Этапы создания рекомбинантных штаммов.
2. Основные методы лигирования ДНК. Сшивание по "липким" и "тупым" концам.
3. Основные методы лигирования ДНК. Коннекторный метод и метод линкеров.
4. Векторная молекула ДНК. Определение понятия. Основные требования, предъявляемые к вектору.
5. Принципы конструирования векторной молекулы ДНК.
6. Плазмида РВР 322. Векторы на основе плазмидной ДНК. Преимущества R- плазмид как векторов.
7. Векторы на основе фаговой ДНК. Преимущества и недостатки.
8. Векторы внедрения и векторы замещения.
9. Использование транспозонов при создании векторов. Создание векторов на основе фагов. Лямбда-фаг.
10. Фазмиды и космиды. Принципы создания и применение.
11. Векторы клонирования. Основные требования. Понятие о емкости вектора.
12. Векторы экспрессии. Основные требования к вектору экспрессии.

Тема 5. Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте.

1. Конструирование рекомбинантных ДНК, обеспечивающих экспрессию клонированных генов.
2. Нуклеотидные последовательности ДНК, обеспечивающие транскрипцию и трансляцию клонированных генов.
3. Промоторы, используемые в конструировании рекомбинантных ДНК. Их назначение и классификация. Преимущества и недостатки различных типов промоторов. Видовая специфичность РНК-полимераз. Требования к промотору.
4. Способы конструирования рекомбинантных ДНК, обеспечивающие эффективную трансляцию клонированных генов.
5. Последовательность Шайн-Дальгарно и ее роль в обеспечении трансляции.
6. Способы введения рекомбинантных ДНК в клетку-реципиент. Трансформация. Трансфекция. Трансформация клеток-реципиентов.
7. Повышение компетентности клеток при введении рекомбинантной ДНК.
8. Особенности экспрессии генов чужеродных короткоцепочечных полипептидов в бактериях.

Тема 6. Прикладные методы молекулярной генетики и биотехнологии.

1. Создание рекомбинантных продуцентов инсулина (проинсулина) человека на основе *Escherichia coli*.
2. Создание микробных штаммов - продуцентов интерферонов человека, практическое значение.

3. Схема конструирования продуцента альфа-интерферона на основе *Escherichia coli*. Роль клетки-хозяина в регулировании экспрессии рекомбинантных ДНК.
4. Микроорганизмы, используемые для клонирования чужеродных генов.
5. Внутриклеточные протеиназы бактерий.
6. Их значение для клетки-хозяина и влияние на уровень экспрессии чужеродных генов.
7. Использование техники рекомбинантных ДНК для хранения чужеродной генетической информации. Принципы создания банков генов (клонотек).
8. Система CRISPR-CAS как элемент защиты бактерий от фагов. Перспективы использования для коррекции геномов.
9. Методы гибридизации нуклеиновых кислот, ПЦР, ДНК-паспортизации и секвенирования.

Критерии оценки:

Оценка «отлично». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи

Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако на все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Критерии оценки реферата:

Оценка «зачтено» ставится, если обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему, тема раскрыта, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «не зачтено» ставится, если тема реферата не раскрыта или имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен):

1. Генетическая инженерия. Определение понятия. Основные задачи.
2. Генетическая инженерия. Достижения и перспективы.
3. История создания первой рекомбинантной ДНК. Работы П. Берга с сотрудниками.

4. Биологическая безопасность и генная инженерия.
5. Организация бактериального генома. Особенности расположения генов на бактериальной хромосоме.
6. Особенности транскрипции и трансляции у прокариот. ДНК-полисомные комплексы.
7. Структура бактериального оперона. Регуляторные и структурные гены.
8. IS – элементы и транспозоны. Определение понятия. Структура. Использование в генетическом конструировании.
9. Плазмиды. Определение понятия. Особенности организации плазмидной ДНК
10. Плазмиды. Распределение по функциям. Использование в генетическом конструировании.
11. Бактериофаги. Умеренные фаги,профаги. Использование в генетическом конструировании.
12. Геном эукариот. Особенности организации. Отличия от бактериального генома.
13. Структурные гены эукариот: внутренняя организация. Экзоны. Интроны.
14. Механизм сплайсинга РНК эукариот.
15. Принципы создания рекомбинантных молекул. Методические подходы.
16. Основные методы получения генов для клонирования.
17. Выделение генов фракционированием хромосомной ДНК и их идентификация.
18. Синтез генов с помощью обратной транскриптазы. Преимущества и недостатки.
19. Химико-ферментативный синтез генов.
20. Принципы создания рекомбинантных штаммов.
21. Основные ферменты, используемые при конструировании рекомбинантных молекул.
22. Эндонуклеазы рестрикции. Номенклатура. Получение. Биологическое значение.
23. Эндонуклеазы рестрикции 2 класса, их использование в генетическом конструировании.
24. Нуклеазы, используемые в генетическом конструировании для модификации концов ДНК.
25. Щелочная фосфатаза и полинуклеотидкиназа. Источники получения. Функции. Применение для целей генетического конструирования.
26. Терминальная дезоксиинуклеотидилтрансфераза. Функции, механизм действия. Использование в генетическом конструировании.
27. ДНК-полимераза-1 и фрагмент Кленова, структура и функции. Использование в генетическом конструировании.
28. РНК-зависимая ДНК-полимераза (обратная транскриптаза). Структура и механизм действия.
29. ДНК-лигаза. Структура и функции в клетке. Использование в генетическом конструировании.
30. ДНК-лигазы кишечной палочки и фага Т4. Механизм функционирования.
31. Этапы создания рекомбинантных штаммов.
32. Основные методы лигирования ДНК. Сшивание по "липким" и "тупым" концам.
33. Основные методы лигирования ДНК. Коннекторный метод и метод линкеров.
34. Векторная молекула ДНК. Определение понятия. Основные требования, предъявляемые к вектору.
35. Принципы конструирования векторной молекулы ДНК. Плаزمида РВR 322.
36. Векторы на основе плазмидной ДНК. Преимущества R- плазмид как векторов.
37. Векторы на основе фаговой ДНК. Преимущества и недостатки. Векторы внедрения и векторы замещения.
38. Использование транспозонов при создании векторов.
39. Создание векторов на основе фагов. Лямбда-фаг.

40. Фазмиды и космиды. Принципы создания и применение.
41. Векторы клонирования. Основные требования. Понятие о емкости вектора.
42. Векторы экспрессии. Основные требования к вектору экспрессии.
43. Конструирование рекомбинантных ДНК, обеспечивающих экспрессию клонированных генов. Нуклеотидные последовательности ДНК, обеспечивающие транскрипцию и трансляцию клонированных генов.
44. Промоторы, используемые в конструировании рекомбинантных ДНК. Их назначение и классификация. Преимущества и недостатки различных типов промоторов.
45. Видовая специфичность РНК-полимераз. Требования к промотору.
46. Способы конструирования рекомбинантных ДНК, обеспечивающие эффективную трансляцию клонированных генов.
47. Последовательность Шайн-Делгарно и ее роль в обеспечении трансляции.
48. Способы введения рекомбинантных ДНК в клетку-реципиент. Трансформация. Трансфекция.
49. Трансформация клеток-реципиентов. Повышение компетентности клеток при введении рекомбинантной ДНК.
50. Особенности экспрессии генов чужеродных короткоцепочечных полипептидов в бактериях.
51. Создание рекомбинантных продуцентов инсулина (проинсулина) человека на основе *Escherichia coli*.
52. Создание микробных штаммов - продуцентов интерферонов человека, практическое значение.
53. Схема конструирования продуцента альфа-интерферона на основе *Escherichia coli*.
54. Роль клетки-хозяина в регулировании экспрессии рекомбинантных ДНК. Микроорганизмы, используемые для клонирования чужеродных генов.
55. Внутриклеточные протеиназы бактерий. Их значение для клетки-хозяина и влияние на уровень экспрессии чужеродных генов.
56. Использование техники рекомбинантных ДНК для хранения чужеродной генетической информации. Принципы создания банков генов (клонотек).
57. Биологический смысл системы рестрикции-модификации у бактерий. Использование в генетической инженерии.
58. Классическая ПЦР с электрофоретическим окончанием – принцип, оборудование, современная сфера применения, применяемое оборудование и реактивы. Другие варианты ПЦР с регистрацией по конечной точке.
59. ПЦР в реальном времени – принцип, оборудование, современная сфера применения, применяемое оборудование и реактивы.
60. Принципы выбора параметров циклирования (температура и продолжительность каждого этапа). Определение T_a и T_m праймера.
61. Принципы дизайна праймеров (классическая и рвПЦР) и проб (зондов) для рвПЦР.
62. Зонды и инеркалирующие красители в рвПЦР, темновые и флюоресцирующие гасители. Специфичная и неспецифичная детекция амплификации в рвПЦР.
63. Оценка результатов классической ПЦР с электрофоретическим окончанием. Молекулярные маркеры длин ("лестница").
64. Оценка результатов рвПЦР. Определение количества разных ПЦР-продуктов на примере использования SYBR Green I, определение их температур плавления (анализ кривой плавления).

65. Использование порогового значения сигнала флюоресценции C_t для сравнения кривых. Принципы детекции протекания рвПЦР: сравнение двух реакций через C_t и C_p . Понятие количественного цикла реакции ПЦР.
66. Принцип детекции протекания рвПЦР через C_p . Математический смысл максимумов графиков первой и второй производных dF/dT , где T -номер цикла а F -сигнал флюоресценции.
67. Определение количества разных по длине и/или составу ГЦ-пар ПЦР-продуктов в случае классической ПЦР и рвПЦР.
68. Биологический смысл системы CRISPR-CAS, строение CRISPR-кассет и ассоциированных CAS-генов. Иммунная память бактерий. Использование в генетической инженерии.
69. Использование системы CRISPR-CAS для направленной модификации геномов на примере создания новых сортов растений и пород животных.
70. Принципы использования системы CRISPR-CAS в направленном редактировании генома для лечения бета-талассемии, серповидноклеточной анемии и ВИЧ.
71. Южный блоттинг. Применение для выявления искомым последовательностей ДНК. Принцип метода, используемые зонды.
72. Северный блоттинг. Применение для выявления искомым последовательностей РНК. Сфера использования.
73. SSR-маркеры. Принцип метода. Использование для генетической паспортизации.
74. RAPD-ПЦР. Принцип метода.
75. SNP-анализ. Принцип метода.
76. ПЦР-ПДРФ. Принцип метода.
77. ПЦР с обратной транскрипцией. Принцип метода. Используемые ферменты.
78. Цифровая ПЦР. Принцип метода.
79. Петлевая изотермическая ПЦР. Принцип метода. Особенности праймеров и ДНК-полимеразы. Преимущества и ограничения по сравнению с традиционными видами ПЦР на термостабильных полимеразах.
80. Секвенирования первого поколения. Метод Сэнгера. Отечественный секвенатор НАНОФОР 05.
81. Секвенирования второго поколения NGS. Общие принципы методов.
82. Секвенирование синтезом на обратимых терминирующих нуклеотидах на примере Illumina.
83. Пиросеквенирование. Принцип метода.
84. Полупроводниковое секвенирование. Принцип метода.
85. Секвенирование лигированием. Принцип метода на примере SOLiD.
86. Секвенирования третьего поколения TGS. Преимущества мономолекулярного секвенирования.
87. Секвенирования третьего поколения TGS на примере технологии Nanopore, отечественные аналоги.
88. TGS на примере технологии регистрации обратимых терминирующих нуклеотидов (технологии PacBio и HeliScope).
- 89. Критерии оценивания результатов обучения**
90. Оценка «отлично». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи

91. Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако на все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

92. Оценка «удовлетворительно». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

93. Оценка «неудовлетворительно». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

94. Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

95. – при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

96. – при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

97. – при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

98. Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

99. Для лиц с нарушениями зрения:

100. – в печатной форме увеличенным шрифтом,

101. – в форме электронного документа.

102. Для лиц с нарушениями слуха:

103. – в печатной форме,

104. – в форме электронного документа.

105. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

106. – в печатной форме,

107. – в форме электронного документа.

108. Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия = Taschenetlas der biotechnologie und gentechnik: [учебное пособие] / Р. Шмид; пер. с нем. А. А. Виноградовой, А. А. Синюшина ; под ред. Т. П. Мосоловой, А. А. Синюшина. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 324 с.: - ISBN 9785947747676.

2. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия : учебное пособие / С. Н. Щелкунов. – Изд. 4-ое, стереот. 3-му. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2010. –514 с.: – ISBN 978-5-379-01064-5– Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57527>

3. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — URL: <https://urait.ru/bcode/543823>.
4. Загоскина, Н. В. Экологическая биотехнология : учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 99 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16030-7. — URL: <https://urait.ru/bcode/544771>
5. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов : учебник для бакалавров / А. И. Нетрусов ; ответственный редактор А. И. Нетрусов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 267 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2734-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508952>

Загоскина, Н. В. Генетическая инженерия : учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 118 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16029-1.— URL: <https://urait.ru/bcode/544770>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах "Лань" и "Юрайт".

5.2. Периодическая литература

Название издания	Периодичность выхода (в год)	Место хранения	За какие годы хранится
Биология.Реферативный журнал.ВИНИТИ	12	РЖ	1970-2020 №1-2
Биоорганическая химия	6	ЧЗ	1975-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010 - 2018 (1 полугод.)
Биохимия	12	ЧЗ	1944-45, 1947 – 2018 (1полугод.)
Генетика	12	ЧЗ	1965- 2016, 2017 № 1-6
Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии	6	ЧЗ	2010-2018 № 1-3, 2019 № 1-3, № 5-6 , 2020-
Журнал общей биологии	6	ЧЗ	2009-2017 № 1-3, 2018 (1 полугод.)
Известия ВУЗов Северо-Кавказского региона. Серия: Естественные науки	4	ЧЗ	2010- 2012, 2013№ 1-2, 4-6, 2014-
Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Биологическая	6	ЧЗ	2009-2018 (1 полугод.)
Использование и охрана природных ресурсов в России	12	ЧЗ	2008-2017 № 1-2
Микробиология	6	ЧЗ	2009-2018 №1-3
Молекулярная биология	6	ЧЗ	2008- 2016, 2017 № 1-3
Прикладная биохимия и микробиология	6	ЧЗ	2008- 2013, 2014 № 1-5, 2015- 2016, 2017 № 1-3
Успехи современной биологии	6	ЧЗ	2008-2017
Экология	6	ЧЗ	2009-2018(1 полугод.)
Экология и жизнь	12	ЧЗ	2003-2012
Экология и промышленность России	12	ЧЗ	2008-2017

1. Базы данных компании "ИВИС" <https://eivis.ru/>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. Образовательная платформа "ЮРАЙТ" <https://urait.ru/>
2. ЭБС "УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН" <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС "BOOK.ru" <https://www.book.ru>
4. ЭБС "ZNANIUM" <https://znanium.ru/>
5. ЭБС "ЛАНЬ" <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://ldiss.rsl.ru/>
2. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) [http://www.elibrary.ru/](http://www.elibrary.ru)
4. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
6. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
7. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
8. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications <https://sk.sagepub.com/books/discipline>
9. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook (глубина архива: 2011-2023 гг.) <https://books.kubsu.ru/>
10. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>
11. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>
12. China National Knowledge Infrastructure. БД Academic Reference <https://ar.oversea.cnki.net/>
13. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России <http://www.lektorium.tv/>
4. Freedom Collection – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>
5. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
6. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
10. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
11. Национальный центр биотехнологической информации. Генетический банк <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>

4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа студентов осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может.

Методические рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям:

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в учебном материале. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе периодические издания соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии, на общении в контактные часы. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.

План подготовки к лекции:

- ознакомиться с темой лекции
- ознакомиться с предложенными вопросами
- изучить соответствующий материал
- ознакомиться с литературой по теме

Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам:

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных занятий, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, провести анализ основной учебной литературы, после чего работать с рекомендованной дополнительной литературой. При устном выступлении по контрольным вопросам лабораторного занятия

нужно излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций. По окончании лабораторного занятия следует повторить выводы, сконструированные в ходе устного опроса, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого в течение опроса других учащихся следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.

Схема подготовки к лабораторным работам:

- ознакомиться с темой, целью и задачами работы;
- рассмотреть предложенные вопросы;
- изучить лекционный материал, основную и дополнительную литературу;
- ознакомиться с лабораторными заданиями и ходом их выполнения;
- ознакомиться с оборудованием занятия;
- выполнить задания в соответствии с ходом работы;
- письменно оформить выполненную работу;
- подвести итог и сделать структурированные выводы.

Методические рекомендации по подготовке презентаций:

- знакомиться с темой, целью и задачами
- составить план презентации согласно освоенному теоретическому материалу
- произвести поиск в лекционном материале, основной и дополнительной литературе фактического материала по теме
- произвести поиск иллюстративного материала в сети "интернет"
- составить презентацию при помощи специализированного ПО
- составить доклад по иллюстративному материалу презентации
- отрепетировать презентацию перед сдачей

Методические рекомендации по подготовке к коллоквиуму:

- ознакомиться с темой и вопросами коллоквиума
- изучить лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- написать ответ на предложенный вопрос
- объем письменного ответа от 3 до 4 страниц, время выполнения до 90 минут

Методические рекомендации по подготовке к зачёту:

Зачет – это проверочное испытание по учебному предмету, своеобразный итоговый рубеж изучения дисциплины, позволяющий лучше определить уровень знаний, полученный обучающимися. Для успешной сдачи зачета студенты должны помнить следующее:

– к основным понятиям и категориям нужно знать определения, которые необходимо понимать и уметь пояснять;

– при подготовке к зачету требуется помимо лекционного материала, прочитать еще несколько учебников по дисциплине, дополнительные источники, предложенные для изучения в списке литературы;

– семинарские занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, получение зачета;

– готовиться к зачету нужно начинать с первой лекции и семинара, а не выбирать так называемый «штурмовой метод», при котором материал закрепляется в памяти за несколько последних часов и дней перед зачетом. При оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:

- правильность ответов на вопросы;
- полнота и лаконичность ответа;
- способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, анализировать статистические данные;
- ориентирование в литературе;
- знание основных проблем учебной дисциплины;
- понимание значимости учебной дисциплины в системе;
- логика и аргументированность изложения;
- культура ответа. Таким образом, при проведении зачета преподаватель уделяет внимание не только содержанию ответа, но и форме его изложения.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу.

Основное в подготовке к сдаче зачета - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет. При подготовке к сдаче весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя два этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса. Зачет проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к зачёту необходимо начинать с первой лекции и первого семинара. В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование оборудованных учебных кабинетов	перечень основного оборудования	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 412):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, шейкеры, термостат	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 414):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, шейкеры, центрифуга, термостаты, фотоколориметр, дозаторы, спектрофотометр, ламинарный шкаф, вытяжной шкаф, весы	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 419):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, центрифуга, дозаторы, фотоколориметр, весы	Microsoft Windows Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория для самостоятельной работы (ауд. 437)	проектор, компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети "Интернет" (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) и доступом в электронную информационно-образовательную среду, веб-камера, доска учебная, учебная мебель.	Microsoft Windows Microsoft Office