

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
Курсовое образование – первый
курс



Хагуров Т.А.

2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03 ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ БАКТЕРИЙ

Направление подготовки/специальность 06.03.01 Биология

Направленность (профиль) / специализация Микробиология

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины «Генетическая инженерия бактерий» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 06.03.01 Биология

Программу составил(и):
А.А. Самков, доцент, к.б.н.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии,
протокол № 10 «24» апреля 2024 г.
Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета,
протокол № 9 «26» апреля 2024 г.
Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

Волкова С.А., доцент кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина», канд. биол. наук

С.Б. Криворотов, профессор кафедры биологии и экологии растений КубГУ, доктор биологических наук, профессор

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Генетическая инженерия 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 «Генетическая инженерия бактерий» важен для углубленного понимания студентами-биологами принципов организации и функционирования микробной клетки. Генетическая инженерия 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 «Генетическая инженерия бактерий» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Курс «Генетическая инженерия 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 «Генетическая инженерия бактерий» предшествуют такие дисциплины, как «Биохимия с основами молекулярной биологии», «Генетика и селекция», «Микробиология с основами вирусологии и биотехнологии», которые изучаются, в том числе, в рамках направления 06.03.01 «Биология». Материалы дисциплины используются студентами в научной работе при подготовке выпускной квалификационной работы и крайне важны в осуществлении практической деятельности бакалавра биологии (микробиологии).

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 анализы 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.
ИПК-1.5. Понимает и умеет объяснять современные проблемы сохранения биоразнообразия и устойчивого природопользования.	знает принципы использования техники рекомбинантных ДНК для хранения чужеродной генетической информации для сохранения биоразнообразия.
	умеет объяснять современные проблемы сохранения микробного биоразнообразия.
	владеет методами конструирования рекомбинантных ДНК, обеспечивающих экспрессию клонированных генов, для устойчивого природопользования.

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 4 зачетные единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		5 семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):					

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		5 семестр (часы)	X семестр (часы)		
занятия лекционного типа	18	18			
лабораторные занятия					
практические занятия	18	18			
семинарские занятия					
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:					
Реферат/эссе (подготовка)	10	10			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)	22	22			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	10	10			
Подготовка к текущему контролю	24	24			
Контроль:					
Подготовка к экзамену	35,7	35,7			
Общая трудоемкость	час.	144	144		
	в том числе контактная работа	42,3	42,3		
	зач. ед	4	4		

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (3 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Генетическая инженерия - достижения, проблемы, перспективы.	12	2	2		8
2.	Структурно - функциональная организация геномов.	12	2	2		8
3.	Основные этапы создания рекомбинантных молекул.	12	2	2		8
4.	Ферменты, используемые в генетическом конструировании.	22	4	4		14
5.	Векторы в генетическом конструировании.	22	4	4		14
6.	Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте. Прикладные методы молекулярной генетики.	22	4	4		14
	ИТОГО по разделам дисциплины	102	18	18		66
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

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 -	Генетическая инженерия. Определение понятия. Основные задачи. Генетическая инженерия. Достижения и	У

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
	достижения, проблемы, перспективы.	перспективы. История создания первой рекомбинантной ДНК. Работы П. Берга с сотрудниками. Биологическая безопасность и генная инженерия.	
2.	Структурно-функциональная организация геномов.	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.	У
3.	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.	У
4.	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 дезоксирибонуклеотидилтрансфераза. Функции, механизм действия. Использование в генетическом конструировании.	
5.	Ферменты, используемые 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 Т4. Механизм функционирования.	У
6.	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 РВР 322. Векторы на основе плазмидной ДНК. Преимущества R- плазмид как векторов.	У
7.	Векторные молекулы в генетическом конструировании	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	У

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		и космиды. Принципы создания и применение. Векторы клонирования. Основные требования. Понятие о емкости вектора. Векторы экспрессии. Основные требования к вектору экспрессии.	
8.	Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте. Прикладные методы молекулярной генетики.	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 транскрипцию клонированных генов. Последовательность Шайн-Дальгарно и ее роль в обеспечении трансляции. Способы введения рекомбинантных ДНК в клетку-реципиент. Трансформация. Трансфекция. Трансформация клеток-реципиентов. Повышение компетентности клеток при введении рекомбинантной ДНК. Особенности экспрессии генов чужеродных короткоцепочечных полипептидов в бактериях.	У
9.	Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте. Прикладные методы молекулярной генетики.	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.	У

Устный опрос (У)

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Генетическая инженерия - достижения, проблемы, перспективы.	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. Возможности трансформации клеток микроорганизмов, растений, животных.	У, Р
2.	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

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
3.	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.	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.	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 Т4. Механизм функционирования.	У, Р
6.	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.	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.	Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте. Прикладные методы молекулярной генетики.	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.	Экспрессия чужеродных генов в клетке-реципиенте. Прикладные методы молекулярной генетики.	Трансформация клетки-реципиента. Компетентность клеток реципиентов. Отбор клеток, несущих рекомбинантные ДНК. Методы гибридизации нуклеиновых кислот, ПЦР, ДНК-паспортизации и секвенирования.	У, Р

Устный опрос (У), написание реферата (Р).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

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 18.02.2021 г

2	Подготовка мультимедийных презентаций	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 18.02.2021 г
3	Самоподготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 18.02.2021 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 «Генетическая инженерия 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
5	ПЗ	<p>работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по теме занятия.</p> <p>контролируемые преподавателем дискуссии по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 РВР 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>. 	16

	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 «Генетическая инженерия 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 работы в деятельности в микробиологической лаборатории.	Практическая работа №№1-2; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 1-11
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	Практическая работа №№3, 6-7; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 23-34

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
		экспериментов по генетической инженерии в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.		
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 №№8-9; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 35-46
5	ИПК-1.5. Понимает и умеет объяснять современные проблемы сохранения биоразнообразия и устойчивого природопользования.	знает принципы использования техники рекомбинантных ДНК для хранения чужеродной генетической информации для сохранения биоразнообразия; умеет объяснять современные проблемы сохранения микробного биоразнообразия; владеет методами конструирования рекомбинантных ДНК, обеспечивающих экспрессию клонированных генов, для устойчивого природопользования; владеет методами гибридизации нуклеиновых кислот, ПЦР-анализа, секвенирования и ДНК-паспортизации для анализа биоразнообразия.	Практическая работа №№3 6-9; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 46-88

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

Примеры тем рефератов и докладов-презентаций:

Достижения генетической инженерии XX в.

Достижения генетической инженерии XXI в.

Организация бактериального и эукариотического генома.

Принципы и этапы химико-ферментативного синтеза генов.

Применение транспозонов для создания векторов.

Обоснование выбора генов для клонирования.

Назначение и классификация используемых в конструировании рекомбинантных ДНК промоторов.

Преимущества и недостатки различных типов промоторов, применяемых в генетической инженерии.

Перспективы использования для коррекции генома система CRISP-CAS.

Роль клетки-хозяина в регулировании экспрессии рекомбинантных ДНК.

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-полимераза. Преимущества и ограничения по сравнению с традиционными видами ПЦР на термостабильных полимеразах.
80. Секвенирование первого поколения. Метод Сэнгера. Отечественный секвенатор НАНОФОР 05.
81. Секвенирование 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. Секвенирование третьего поколения TGS. Преимущества мономолекулярного секвенирования.
87. Секвенирование третьего поколения TGS на примере технологии Nanopore, отечественные аналоги.
88. TGS на примере технологии регистрации обратимых терминирующих нуклеотидов (технологии PacBio и HeliScope).

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

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

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

– 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;

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

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:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

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.

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 = Taschenatlas 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 полуг.)
Биохимия	12	ЧЗ	1944-45, 1947 – 2018 (1полуг.)
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 полуг.)
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 полуг.)
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 полуг.)
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/>
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)

Лекция:

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 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

Практические работы

В процессе подготовки к практической работе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами практических 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 практического 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 практического 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 практическим работам:

- ознакомиться с темой, целью и задачами работы
- рассмотреть предложенные вопросы
- изучить лекционный материал, основную и дополнительную литературу
- ознакомиться с 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

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов дисциплине 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 проводить консультации. Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в письменной, устной или смешанной форме, с представлением продукта творческой деятельности студента. В качестве форм и методов контроля самостоятельной работы студентов могут быть использованы семинарские занятия, коллоквиумы, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы и др. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются: уровень освоения студентом учебного материала; умения студента использовать теоретические знания при выполнении индивидуальных заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

План подготовки:

- изучить соответствующий лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- оформить выполненную работу письменно или в виде презентации в зависимости от задания
- сделать структурированные выводы

Подготовка к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена — это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки к экзамену студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; подготовка к ответу на задания, содержащиеся в билетах. Экзамен проводится по билетам, 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.

Для успешной сдачи экзамена студенты должны помнить следующее:

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

– готовиться к экзамену 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 экзамена преподаватель уделяет внимание не только содержанию ответа, но и форме его изложения.

Подготовка 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

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)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 412, 414	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование: лабораторное микробиологическое оборудование	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 помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows Microsoft Office</p>