

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 и качеству образования –
первый проректор



Хагуров Т.А.

14 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.15 БИОИНФОРМАТИКА И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Специальность 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Специализация Микробиология и биотехнология

Форма обучения очная

Квалификация специалист

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины "Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования" 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 Букарсва О.В.



Рецензенты:

Насонов А. И., зав. лабораторией биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия", канд. биол. наук

Щербатова А. Ф., доцент кафедры биологии и экологии растений КубГУ, кандидат биологических наук, доцент

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования» является формирование у студентов профессиональной компетенции в производственной, учебной и исследовательской деятельности, а также анализ фундаментальных знаний, направленных на расширение представлений о разнообразии молекулярно-генетических методов исследования в микробиологии, их роли в классификации, идентификации прокариот, использовании в биотехнологических и медицинских исследованиях. Большое значение имеет получение знаний о строении и функционировании бактериального генома, методах полимеразной цепной реакции, секвенирования нуклеиновых кислот и биоинформатической обработки получаемых данных. Изучение дисциплины обеспечивает формирование у студентов-биологов глубоких базовых теоретических и практических знаний, умений, навыков поиска, исследования и анализа геномов и генов с использованием современных лабораторных молекулярно-генетических методов.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины: сформировать у студентов: базовое мышление, обеспечивающее связь с существующими методическими приемами и подходами выявления, изучения и использования молекулярно-генетических и физиолого-биохимических свойств микроорганизмов; способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания молекулярно-биологических методов исследования; способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные молекулярно-генетические исследования; развивать у студентов умения использовать современную аппаратуру и оборудование для выполнения работ с ДНК и геномными данными; развивать у студентов навыки работы с учебной и научной литературой.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Курс "Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования" важен для студентов-биологов. Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в вопросах биохимии, молекулярной биологии, цитологии, химии и экологии. Иметь навыки самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу по бактериологии, вирусологии и биотехнологии, а также навыки работы с электронными средствами информации. Изучению дисциплины "Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования" предшествуют такие дисциплины, как Микробиология, Общая вирусология, Биобезопасность в микробиологии и биотехнологии, Молекулярная биология, Основы биотехнологии и биоинженерии, Генетика и селекция. Материалы дисциплины используются студентами в научной работе при подготовке выпускной квалификационной работы и 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 фундаментальные и теоретические основы функционирования прокариотных и эукариотных геномов и систем на их основе как элементов экологического проектирования.
	умеет применять для экологического проектирования методы полимеразной цепной реакции.
	владеет приемами моделирования процессов переноса генов и оценки микробного биоразнообразия
ИПК-1.2. Владеет экспериментальными методами исследований (по тематике проводимых разработок).	знает экологические закономерности распространения генов в микробных популяциях для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов.
	умеет применять результаты секвенирования при подготовке научных проектов.
	владеет методическими навыками исследования генома прокариот для составления научно-технических отчетов.
ИПК-1.3. Умеет анализировать результаты экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.	владеет способностью поиска соответствующих методов биогеохимического исследования объектов с использованием современных информационных ресурсов.
	знает методики постановки научного эксперимента с использованием современных биогеохимических подходов и алгоритм анализа результаты научных экспериментов в области цитологических исследований.
	умеет представляет выводы и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях биогеохимической направленности.
ИПК-1.4. Обладает навыками проводить дискуссии на научных (научно-практических) мероприятиях, использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных.	знает алгоритм анализа результаты научных экспериментов в области микробной биогеохимии.
	умеет представлять выводы и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях биогеохимической направленности.
	владеет понятийной базой о проведении дискуссии на научных мероприятиях относительно результатов биогеохимических экспериментов.
ПК-4 Способен применять на производстве современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, планировать и проводить мероприятия по лабораторным исследованиям, оценке состояния, охране природной среды и восстановлению биоресурсов.	
ИПК-4.1. Умеет организовывать процесс проведения исследований с участием привлеченных коллективов исполнителей.	знает принципы работы основных систем и функций у нитробактерий: морфологию, строение, метаболизм обитателей селитрянц
	умеет ориентироваться в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии и биохимии тионовых бактерий
	владеет навыками организации лабораторного исследования
ИПК-4.2. Умеет оценивать научные результаты отдельных ученых и/или коллективов исполнителей.	знает принципы оценки взаимосвязи физиологического состояния бесцветных серных бактерий с факторами окружающей среды
	умеет критически анализировать полученные в процессе лабораторной деятельности результаты
	владеет навыками проверки и оценки результатов лабораторного исследования в области оценки взаимосвязи состояния археобактерий с факторами внешней среды
ИПК-4.3. Обладает навыками проведения мероприятий по оценке состояния природной среды и восстановлению биоресурсов.	знает принципы постановки эксперимента для биогеохимической оценки состояния природной среды
	умеет использовать микробиологические методы для биогеохимических исследований
	владеет навыками работы на современном оборудовании для оценки состояния природной среды

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
			А семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):			
занятия лекционного типа		12	12
лабораторные занятия		26	26
практические занятия			
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)		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.)		10	10
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		5	5
Подготовка к текущему контролю		6	6
Контроль:			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоёмкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	37,3	37,3
	зач. ед.	3	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

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

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Строение геномов и геномов прокариот и эукариот.	11	2	-	4	5
2.	Молекулярные инструменты генетики.	11	2	-	4	5
3.	Основы полимеразной цепной реакции.	11	2	-	4	5
4.	Объекты секвенирования. Секвенирования первого поколения.	11	2	-	4	5
5.	Секвенирования второго и третьего поколений.	11	2	-	4	5
6.	Основные принципы биоинформатической обработки генетических данных.	14	2	-	6	6
ИТОГО по разделам дисциплины			12		26	35
Контроль самостоятельной работы (КСР)		3				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к экзамену		35,7				
Общая трудоемкость 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.	Строение геномов и геномов прокариот и эукариот.	Строение ДНК, репликация и транскрипция на примере бактерий. Строение генома и посттрансляционная модификация у эукариот. Ферменты репликации, строение репликационной вилки. Строение бактериальной хромосомы. Внехромосомные элементы наследственности у бактерий. Строение бактериального гена, полицистронные гены. Распределение генов между участками хромосомы и внехромосомными элементами. Способы естественной генетической трансформации у бактерий. Горизонтальный перенос генов в микробных популяциях.	У
2.	Молекулярные инструменты генетики.	ДНК-зависимые ДНК-полимеразы, обратные транскриптазы. Эндонуклеазы рестрикции. Самозащита бактериального генома на уровне систем рестрикции-модификации и адаптивного иммунитета на базе CRISPR. Массовое использование в биотехнологии эндонуклеаз рестрикции и CRISPR/Cas9.	У
3.	Основы полимеразной цепной реакции.	Принцип классической ПЦР. Обязательные ингредиенты любой ПЦР-смеси. Принципы настройки параметров циклирования. Дизайн праймеров. Использование алгоритмов машинного поиска сходных нуклеотидных последовательностей в базах геномных данных (BLAST) для создания праймеров к требующимся генам. Электрофоретический контроль результатов классической ПЦР и другие методы контроля по конечной точке (FLASH-ПЦР и др.). ПЦР в реальном времени (рвПЦР), дизайн зондов. Методы учета результатов рвПЦР, оценка числа ДНК-матриц методами Ct и Cr. Цифровая ПЦР. Частные методы применения ПЦР, SSR-маркеры и паспортизация сортов, ПЦР-ПДРФ анализ, определение аллельности генов диплоидных	У

		организмов, использование ПЦР при риботипировании микробных штаммов.	
4.	Объекты секвенирования. Секвенирования первого поколения.	Геном, метагеном, транскриптом. Методы Максама-Гилберта и Сэнгера. Секвенирование генов 16s рРНК для идентификации бактерий, отличие от риботипирования. Использование машинного поиска сходных нуклеотидных последовательностей в базах геномных данных на примере инструмента NCBI nucleotide BLAST.	У
5.	Секвенирования второго и третьего поколений.	Мостиковая и эмульсионная ПЦР для наработки пространственно разделенных групп объектов секвенирования NGS. Секвенирования второго поколения. Секвенирование лигированием (Polonator (Dover/Harvard) и SOLiD (Life Technologies Thermo Fisher Scientific)), пиросеквенирование (технология 454 Life Sciences), обратимые терминирующие нуклеотиды или секвенирование синтезом, (регистрация каждого присоединенного нуклеотида по отщепляемой метке (Illumina, Pacific Bioscience)), полупроводниковое секвенирование (технология Ion Torrent). Секвенирование третьего поколения (TGS). Секвенирование при помощи электронного микроскопа, технология регистрации единичных обратимых терминирующих нуклеотидов (технологии PacBio и HeliScope), использование нанопор (Oxford Nanopore Technologies).	У
6.	Основные принципы биоинформатической обработки генетических данных.	Понятия ридов, контигов, скаффолдов. Консенсусная последовательность. Глубина и ширина покрытия. Локальное и глобальное выравнивание. Сборка генома на базе референсной последовательности и сборка de novo. Метод графов де Бройна как основной алгоритм сборки последовательности нуклеотидов из ридов. Single end и Paired end библиотеки. Баркодирование при подготовке библиотек и секвенировании. Ассемблеры и базы данных, используемые при сборке ридов. Понятия рид, контиг и скаффолд. Различия секвенирования de novo и ресеквенирования. Понятие омиксных технологий. Примеры омиксных технологий. Метагеномика. Определение, основные задачи. Метагеномный анализ микробных сообществ – принципы и подходы (через 16 s РНК и полногеномное). Таргетное секвенирование. Транскриптомика. Определение, основные задачи. Роль транскриптомики в формировании связи между ДНК кодом и фенотипом. Рибосеквенирование. Суть метода. Секвенирование малых РНК. Метиломика. Использование бисульфитной конверсии. Определение, основные задачи. Протеомика. Определение, основные задачи. Понятие фолдинга. Принцип работы AlphaFold трёх поколений и других программ фолдинга белков.	У

2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Строение геномов и геномов прокариот и эукариот.	Выделение бактериальной ДНК из биомассы простейшим методом. Описание строения ДНК, процессов репликации и транскрипции на примере бактерий. Описание строения генома и посттрансляционной модификации у эукариот. Разнообразие ферментов репликации, строение репликационной вилки на примере бактерий. Строение бактериальной хромосомы.	ЛР
2.	Строение геномов и геномов прокариот и эукариот.	Многообразие внехромосомных элементов наследственности у бактерий. Полицистронные гены бактерий как приспособление к большой интенсивности метаболизма. Распределение генов между участками хромосомы и внехромосомными элементами бактерий как	ЛР

		элемент пластичности генома и приспособление к горизонтальному переносу генов. Способы естественной генетической трансформации у бактерий в микробных популяциях .	
3.	Молекулярные инструменты генетики.	Знакомство с молекулярно-генетической лабораторией.	ЛР
4.	Молекулярные инструменты генетики.	ДНК-зависимые ДНК-полимеразы, обратные транскриптазы. Эндонуклеазы рестрикции. Описание самозащиты бактериального генома на уровне систем рестрикции-модификации и адаптивного иммунитета на базе CRISPR. Массовое использование в биотехнологии эндонуклеаз рестрикции и CRISPR/Cas9.	ЛР
5.	Основы полимеразной цепной реакции.	Знакомство с аппаратурой для проведения классической ПЦР с электрофоретическим окончанием. Принцип классической ПЦР. Дизайн праймеров. Использование алгоритмов машинного поиска сходных нуклеотидных последовательностей в базах геномных данных (BLAST) для создания праймеров к требуемым генам. Электрофоретический контроль результатов классической ПЦР и другие методы контроля по конечной точке (FLASH-ПЦР и др.).	ЛР
6.	Основы полимеразной цепной реакции.	ПЦР в реальном времени (рвПЦР), дизайн зондов. Методы учета результатов рвПЦР, оценка числа ДНК-матриц методами Ct и Cr. Цифровая ПЦР.	ЛР
7.	Основы полимеразной цепной реакции.	Частные методы применения ПЦР, SSR-маркеры и паспортизация сортов, ПЦР-ПДРФ анализ, определение аллельности генов диплоидных организмов, использование ПЦР при риботипировании микробных штаммов.	ЛР
8.	Объекты секвенирования. Секвенирования первого поколения.	Демонстрация и практическое осуществление машинного поиска сходных нуклеотидных последовательностей в открытых базах геномных данных на примере инструмента NCBI nucleotide BLAST.	ЛР
9.	Объекты секвенирования. Секвенирования первого поколения.	Геном, метагеном, транскриптом. Методы Максама-Гилберта и Сэнгера. Секвенирование генов 16s рРНК для идентификации бактерий, отличие от риботипирования.	ЛР
10.	Секвенирования второго и третьего поколений.	Оценка эффективности мостиковой и эмульсионной ПЦР для наработки пространственно разделенных групп объектов секвенирования NGS. Секвенирования второго поколения. Секвенирование лигированием (Polonator (Dover/Harvard) и SOLiD (Life Technologies Thermo Fisher Scientific)), пиросеквенирование (технология 454 Life Sciences), обратимые терминирующие нуклеотиды или секвенирование синтезом, (регистрация каждого присоединенного нуклеотида по отщепляемой метке (Illumina, Pacific Bioscience)), полупроводниковое секвенирование (технология Ion Torrent).	ЛР
11.	Секвенирования второго и третьего поколений.	Секвенирование третьего поколения (TGS). Секвенирование при помощи электронного микроскопа, технология регистрации единичных обратимых терминирующих нуклеотидов (технологии PacBio и HeliScope), использование нанопор (Oxford Nanopore Technologies).	ЛР

12.	Основные принципы биоинформатической обработки генетических данных.	Реализация биоинформатических подходов для получения консенсусных последовательностей. Понятия ридов, контигов, скаффолдов. Консенсусная последовательность. Глубина и ширина покрытия. Локальное и глобальное выравнивание. Сборка генома на базе референсной последовательности и сборки de novo.	ЛР
13.	Основные принципы биоинформатической обработки генетических данных.	Метод графов де Брюйна как основной алгоритм сборки последовательности нуклеотидов из ридов. Single end и Paired end библиотеки. Баркодирование при подготовке библиотек и секвенировании. Ассемблеры и базы данных, используемые при сборке ридов. Понятия рид, контиг и скаффолд. Различия секвенирования de novo и ресеквенирования. Понятие омиксных технологий. Примеры омиксных технологий. Метагеномика. Определение, основные задачи. Метагеномный анализ микробных сообществ – принципы и подходы (через 16 s РНК и полногеномное). Таргетное секвенирование. Транскриптомика. Определение, основные задачи. Роль транскриптомики в формировании связи между ДНК кодом и фенотипом. Рибосеквенирование. Суть метода. Секвенирование малых РНК. Метиломика. Использование бисульфитной конверсии. Определение, основные задачи. Протеомика. Определение, основные задачи. Понятие фолдинга. Принцип работы AlphaFold трёх поколений и других программ фолдинга белков.	ЛР

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 "Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования" 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	Кол-во часов
3	ЛР	Работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по тематике занятия. Контролируемые преподавателем дискуссии по темам: - Подходы к выделению ДНК из чистых культур и природных образцов. Устранение ингибирующих ПЦР соединений. Выделение хромосомной и плазмидной ДНК. Очистка ДНК.	8
Итого:			8

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 "Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования".

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме защиты лабораторной 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

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине	Наименование оценочного средства	
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация

ИПК-1.1. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания и умеет использовать их в профессиональной деятельности.	знает фундаментальные и теоретические основы функционирования прокариотных и эукариотных геномов и систем на их основе как элементов экологического проектирования; умеет применять для экологического проектирования методы полимеразной цепной реакции; владеет приемами моделирования процессов переноса генов и оценки микробного биоразнообразия	Лабораторные работы №1-2; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 1-5
ИПК-1.2. Владеет экспериментальными методами исследований (по тематике проводимых разработок).	знает экологические закономерности распространения генов в микробных популяциях для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов; умеет применять результаты секвенирования при подготовке научных проектов; владеет методическими навыками исследования генома прокариот для составления научно-технических отчетов	Лабораторные работы №2-3; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 6-10
ИПК-1.3. Умеет анализировать результаты экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.	владеет способностью поиска соответствующих методов биогеохимического исследования объектов с использованием современных информационных ресурсов; знает методики постановки научного эксперимента с использованием современных биогеохимических подходов и алгоритм анализа результатов научных экспериментов в области цитологических исследований; умеет представлять выводы и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях биогеохимической направленности	Лабораторные работы №3-4; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 11-15
ИПК-1.4. Обладает навыками проводить дискуссии на научных (научно-практических) мероприятиях, использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных.	знает алгоритм анализа результатов научных экспериментов в области микробной биогеохимии; умеет представлять выводы и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях биогеохимической направленности; владеет понятийной базой о проведении дискуссии на научных мероприятиях относительно результатов биогеохимических экспериментов	Лабораторные работы №5-6; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 16-20
ИПК-4.1. Умеет организовывать процесс проведения исследований с участием привлеченных коллективов исполнителей.	знает принципы работы основных систем и функций у нитробактерий: морфологию, строение, метаболизм обитателей селитрянниц; умеет ориентироваться в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии и биохимии тионовых бактерий; владеет навыками организации лабораторного исследования	Лабораторные работы №7-8; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 36-40
ИПК-4.2. Умеет оценивать научные результаты отдельных ученых и/или коллективов исполнителей.	знает принципы оценки взаимосвязи физиологического состояния бесцветных серных бактерий с факторами окружающей среды; умеет критически анализировать полученные в процессе лабораторной деятельности результаты; владеет навыками проверки и оценки результатов лабораторного исследования в области оценки взаимосвязи состояния археобактерий с факторами внешней среды	Лабораторные работы №9-10; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 41-42

ИПК-4.3. Обладает навыками проведения мероприятий по оценке состояния природной среды и восстановлению биоресурсов.	знает принципы постановки эксперимента для биогеохимической оценки состояния природной среды; умеет использовать микробиологические методы для биогеохимических исследований; владеет навыками работы на современном оборудовании для оценки состояния природной среды	Лабораторные работы №11-13; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 42-51
---	--	---	---------------------------

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

Темы рефератов и докладов-презентаций:

Общая характеристика организации бактериального генома. Особенности расположения генов на бактериальной хромосоме. Структура бактериального оперона. Регуляторные и структурные гены. Регуляция транскрипции у бактерий.

Мобильные генетические элементы прокариот. IS – элементы и транспозоны: определение, структурная организация, использование в генетическом конструировании. Плазмиды: определение, особенности организации плазмидной ДНК. Распределение плазмид по функциям. Использование в генетическом конструировании. Интегроны как сложные ансамбли мобильных элементов и генов.

Классическая ПЦР. Состав ПЦР-смеси. Виды используемых ДНК-полимераз, оптимальная температура элонгации, основы дизайна праймеров, влияние температуры отжига на процесс, зависимость от содержания ГЦ-пар. Продолжительность циклов. Используемое оборудование, его настройки и особенности. Электрофорез – концентрация агарозы, оптимальные сила тока и напряжение. Молекулярные маркеры длины.

Система CRISPR/CAS. Принцип работы. Перспективы использования в геномной инженерии. Направленное редактирование геномов.

Использование классической ПЦР – наработка материала для секвенирования, ПДРФ-анализ, использование других методов фингерпринтинга штаммов (праймеры ERIC, GTG(5)). Специфические разновидности классической ПЦР – гнездовая ПЦР и т.д.

Методики выделения ДНК микроорганизмов из разных источников: патогенный биоматериал, природные образцы, микробная биомасса, агарозный гель, пробы с гуматами. Выделение геномной и плазмидной ДНК из биомассы. Используемые методики и коммерческие наборы, принципы их действия.

ПЦР в реальном времени. Виды используемого оборудования, наиболее распространенные методы визуализации амплификации. SYBR Green1 и другие интеркалирующие красители. Праймеры и пробы. Принципы детекции Ct и Cr. Положительные и отрицательные контроли.

Последовательные поколения секвенирования геномов – первое, NGS, TGS (Nanopore). Понятие постгеномного периода развития микробиологии и биотехнологии.

Генетические базы данных прокариот на примере NCBI. Использование биоинформационных методов для идентификации выделенных штаммов, поиска новых микроорганизмов и биотехнологически важных генов.

Коллекции микроорганизмов в России и в мире. Роль ЕССО в консолидации биоресурсных центров мира. Алгоритм получения микроорганизмов из российских коллекций. Разрешенные варианты использования, стоимость, сроки предоставления.

Методы выделения некультивируемых микроорганизмов в культуры. Причины невозможности выделения любых видов на питательных средах. Использование метагеномных методов для изучения истинного биоразнообразия прокариот. Понятие Metagenome-assembled genomes, фантомных видов.

Цифровая ПЦР. Пузырьковая и мостиковая ПЦР, молекулярные колонии. Их роль как самостоятельных методик и как этапа пробоподготовки в NGS.

Принципы сборки полных бактериальных геномов некультивируемых видов на основании информации, полученной при полногеномном секвенировании тотальной геномной ДНК из природных образцов. Примеры исследований, геномов, статей.

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

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамена):

1. Строение ДНК, репликация и транскрипция на примере бактерий. Строение генома и посттрансляционная модификация у эукариот.
2. Ферменты репликации, строение репликационной вилки.
3. Строение бактериальной хромосомы. Внехромосомные элементы наследственности у бактерий.
4. Строение бактериального гена, полицистронные гены. Распределение генов между участками хромосомы и внехромосомными элементами.
5. Способы естественной генетической трансформации у бактерий. Горизонтальный перенос генов в микробных популяциях.
6. Молекулярные инструменты генетики. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы, обратные транскриптазы. Эндонуклеазы рестрикции.
7. Эндонуклеазы рестрикции. Самозащита бактериального генома на уровне систем рестрикции-модификации и адаптивного иммунитета на базе CRISPR.
8. Массовое использование в биотехнологии эндонуклеаз рестрикции и систем на базе CRISPR/Cas.
9. Принцип классической ПЦР. Обязательные ингредиенты любой ПЦР-смеси.
10. Принцип классической ПЦР. Принципы настройки параметров циклирования.
11. Дизайн праймеров. Использование алгоритмов машинного поиска сходных нуклеотидных последовательностей в базах геномных данных (primerBLAST) для создания праймеров к требующимся генам.
12. Электрофоретический контроль результатов классической ПЦР и другие методы контроля по конечной точке (FLASH-ПЦР и др.).
13. ПЦР в реальном времени (рвПЦР), дизайн зондов.
14. Методы учета результатов рвПЦР, оценка числа ДНК-матриц методами Ct и Cr.
15. Цифровая ПЦР. Принцип проведения и преимущества по сравнению с классическими методами.
16. Петлевая ПЦР. Принцип проведения и преимущества по сравнению с классическими методами.
17. SSR-маркеры и паспортизация сортов растений. STR-маркеры.
18. Принципы оценки SNP полиморфизмов.

19. ПЦР-ПДРФ анализ.
20. Определение аллельности генов диплоидных организмов при помощи рвПЦР.
21. ПЦР при риботипировании микробных штаммов.
22. Понятия геном, метагеном, транскриптом.
23. Метод Максама-Гилберта.
24. Метод Сэнгера.
25. Секвенирование генов 16s рРНК для идентификации бактерий, принципиальное отличие рибосеквенирования, рибосеквенирования РНК и риботипирования (ПЦР-ПДРФ).
26. Мостиковая и эмульсионная ПЦР для наработки пространственно разделенных групп объектов секвенирования NGS.
27. Секвенирование лигированием (Polonator (Dover/Harvard) и SOLiD (Life Technologies Thermo Fisher Scientific)).
28. Пиросеквенирование (технология 454 Life Sciences). Основные недостатки метода.
29. Обратимые терминирующие нуклеотиды или секвенирование синтезом, (Illumina, Pacific Bioscience).
30. Полупроводниковое секвенирование (технология Ion Torrent).
31. Секвенирования третьего поколения (TGS). Секвенирование при помощи электронного микроскопа и другие.
32. TGS Технология регистрации единичных обратимых терминирующих нуклеотидов (технологии PacBio и HeliScope).
33. TGS. Использование нанопор (Oxford Nanopore Technologies).
34. Понятия ридов, контигов, скаффолдов. Консенсусная последовательность. Глубина и ширина покрытия.
35. BLAST. Локальное и глобальное выравнивание.
36. Сборка генома на базе референсной последовательности и сборка de novo.
37. Метод графов де Брюйна как основной алгоритм сборки последовательности нуклеотидов из ридов.
38. Single end и Paired end библиотеки.
39. Баркодирование при подготовке библиотек и секвенировании.
40. Ассемблеры и базы данных, используемые при сборке ридов.
41. Понятия рид, контиг и скаффолд.
42. Различия секвенирования de novo и ресеквенирования.
43. Понятие омиксных технологий. Примеры омиксных технологий.
44. Метагеномика. Определение, основные задачи.
45. Метагеномный анализ микробных сообществ – принципы и подходы (через 16 s РНК и полногеномное).
46. Таргетное секвенирование.
47. Транскриптомика. Определение, основные задачи. Роль транскриптомики в формировании связи между ДНК кодом и фенотипом.
48. Рибосеквенирование. Суть метода.
49. Секвенирование малых РНК.
50. Метиломка. Использование бисульфитной конверсии. Определение, основные задачи.
51. Протеомика. Определение, основные задачи. Понятие фолдинга. Принцип работы AlphaFold трёх поколений и других программ фолдинга белков.

Критерии оценивания результатов обучения

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.

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. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 676 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20341-7. — Текст : электронный // Образовательная

платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557981> (дата обращения: 16.04.2025).

2. Емцев, В. Т. Микробиология : учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — 8-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 428 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06081-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468659> (дата обращения: 16.04.2025).

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
Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования	6	ЧЗ	2009-2018 №1-3
Молекулярная биология	6	ЧЗ	2008- 2016, 2017 № 1-3
Прикладная биохимия и Биоинформатика и молекулярно-генетические методы исследования	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 "ИБИС" <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/>

12. Международный комитет по таксономии вирусов <https://ictv.global/>

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/>

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