

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Хагуров Т.А.

« 02 » июня 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01 МИКРОБНАЯ БИОГЕОХИМИЯ

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

Направленность (профиль) / Микробиология и биологические технологии

Форма обучения очная

Квалификация магистр

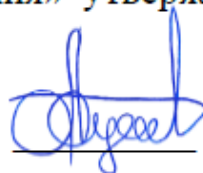
Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины «Микробная биогеохимия» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 06.04.01 Биология

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



Рабочая программа дисциплины «Микробная биогеохимия» утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии протокол № 8 «10» апреля 2026 г.
Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета протокол № 9 «07» мая 2026 г.
Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

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

Насонов А.И., заведующий лабораторией биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов СКФНЦСВВ

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Микробная биогеохимия» является формирование у студентов профессиональных компетенции в производственной, мониторинговой и исследовательской деятельности, получение знаний, умений, навыков, направленных на расширение представлений о биоразнообразии микробиологических агентов, их роли в устойчивости биосферы, в глобальных круговоротах биогенных элементов, их использовании в биотехнологических процессах, агротехнологиях посредством применения методических основ лабораторных биологических исследований.

Большое значение имеет получение знаний о роли микроорганизмов в круговоротах основных биогенных элементов, о составе и структуре специализированных микробных сообществ, доминирующих видах, их функционировании в тех или иных этапах биогеохимических превращений. Биогеохимическая машина планеты - система взаимосвязанных циклов элементов, действующих как в планетарных масштабах, так и в масштабах экосистем. Определяющим для биосферы является цикл углерода, служащий также ведущим для других циклов – азота, серы, фосфора, кальция, железа и др. Микроорганизмы, прежде всего, прокариоты – эубактерии и архебактерии, своим специфическим метаболизмом обеспечивали функционирование многих сегментов циклов задолго до появления высших организмов. В современной микробиологии отмечена определяющая роль специализированных сообществ микроорганизмов в обеспечении круговоротов биогенных элементов, исследованы основные пути биологического превращения последних.

Важность уникальной роли микробных сообществ в биогеохимических циклах, необходимость понимания основных принципов и путей, а также точек практического применения определяет актуальность изучения дисциплины в рамках данной магистерской программы.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины: сформировать у студентов: базовое мышление, обеспечивающее представления о биоразнообразии биологических объектов, основанное на знании основных принципов, подходов и технологических аспектов функционирования биогеохимических циклов, обеспечивающих функционирование биосферы; способность понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, преимущества микробных синтезов в гетерогенной системе, подходы к их реализации, использованию тех или иных методов и результатов научно-практической деятельности в области микробиологии и биотехнологии; способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований; развивать у студентов умения использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы для выполнения биологических работ; показать перспективы применения биогеохимических циклов 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 «Микробная биогеохимия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Курс «Микробная биогеохимия» 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 «Микробная биогеохимия» предшествуют такие дисциплины бакалавриата, 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 (магистерской диссертации) и крайне важны в осуществлении практической деятельности магистра 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 к участию в мероприятиях по лабораторным биологическим исследованиям, экологическому мониторингу и охране природы, используя знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.	
ИПК-1.1. Знает основы фундаментальных и прикладных разделов биологических и экологических дисциплин.	знает фундаментальные основы микробной биогеохимии.
ИПК-1.2. Умеет планировать и проводить мероприятия по экологическому мониторингу и охране природы.	знает этапы биогеохимических циклов основных биогенных элементов для планирования мероприятий по экологическому мониторингу и охране природы.
	умеет выделять микроорганизмы, участвующие в превращениях основных биогенных элементов, в рамках проведения мероприятий по экологическому мониторингу и охране природы.
	владеет методиками количественного определения титр целевой группы микроорганизмов основных биогеохимических циклов для оценки экологического состояния природы.
ИПК-1.3. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания, и использовать их в профессиональной деятельности.	знает содержание современных информационных ресурсов биогеохимического содержания.
	умеет интерпретировать информацию об основных микробных биогеохимических циклах для использования в профессиональной деятельности.
	владеет методиками поиска современных информационных ресурсов биогеохимической тематики.
ИПК-1.4. Умеет анализировать результаты научных экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях, проводить дискуссии на научных мероприятиях.	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-3 Способен осуществлять биологическое и экологическое проектирование, лабораторный контроль и диагностику, контроль за состоянием окружающей среды.	
ИПК-3.1. Знает и владеет фундаментальными и теоретическими понятиями биологии и экологии и использует эти знания для осуществления экологического проектирования.	знает фундаментальные группы прокариот – объектов биологических и экологических исследований в области биогеохимии, для осуществления экологического проектирования.
	умеет применять теоретические понятия биологии и экологии при осуществлении качественных реакции для выявления продуктов обмена микроорганизмов-участников биогеохимических циклов в рамках экологического проектирования.
	владеет навыками работы на микроскопе при выявлении микроорганизмов в природных объектах и средах для анализа результатов экологического проектирования.

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ИПК-3.2. Использует знания закономерностей экологических процессов и явлений для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов.	знает способы выявления микроорганизмов различных биогеохимических групп в объектах окружающей среды и накопительных средах для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов.
	умеет визуализировать микроорганизмы в природных местообитаниях с использованием современных знаний закономерностей экологических процессов и явлений.
	владеет навыками работы на оборудовании, используемом для анализа среды роста микроорганизмов, при подготовке научных проектов и научно-технических отчетов.

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	
			1 семестр (часы)	X семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):				
занятия лекционного типа		12	12	
лабораторные занятия				
практические занятия		24	24	
Иная контактная работа:				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3	
Самостоятельная работа, в том числе:				
Реферат/эссе (подготовка)		16	16	
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)		24	24	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		16	16	
Подготовка к текущему контролю		16	16	
Контроль:				
Подготовка к экзамену		35,7	35,7	
Общая трудоёмкость	час.	144	144	
	в том числе контактная работа	36,3	36,3	
	зач. ед	4	4	

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре (1 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Микробная биогеохимия как наука. Биогеохимические аспекты развития биосферы. Роль прокариот.	18	2	4		12

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
2.	Общие схемы биогеохимических циклов. Цикл углерода - ведущий цикл биогеохимической машины планеты. Аэробный и анаэробный пути минерализации углерода, депо углерода, бактериальный газовый фильтр.	18	2	4		12
3.	Цикл азота. Аммонификация, азотфиксация, нитрификация, денитрификация, ANAMMOX.	18	2	4		12
4.	Цикл серы. Биологическое окисление и восстановление соединений серы.	18	2	4		12
5.	Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.	18	2	4		12
6.	Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах.	18	2	4		12
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		108	12	24		72
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
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.	Микробная биогеохимия как наука. Биогеохимические аспекты развития биосферы. Роль прокариот.	Понятие микробной биогеохимии, науки, лежащие в её основе, объекты изучения. Биогеохимическая история планеты Земля – основные этапы развития биосферы, роль бактерий в их осуществлении. Роль микрофоссилий в изучении истории развития микробного мира. Строматолиты. Микробные сообщества как функциональные единицы микробной биогеохимии: преимущества по сравнению с монокультурами, пространственная и функциональная структура микробных сообществ в природе. Свойства прокариот, обуславливающие их роль в осуществлении биогеохимических циклов. Методы исследования микробных популяций: микроскопия, использование селективных питательных сред, молекулярно-генетические методы, в том числе анализ метагенома и транскриптома. Переход от восстановительной атмосферы к окислительной – вклад окисленного фотосинтеза, роль для энергетического метаболизма прокариот в части конечных акцепторов.	У
2.	Общие схемы биогеохимических циклов. Цикл углерода - ведущий цикл биогеохимической машины планеты. Аэробный и анаэробный пути минерализации углерода, депо углерода, бактериальный газовый фильтр.	Общие схемы биогеохимических циклов основных элементов, их сопряжение, роль микроорганизмов. Микробный круговорот углерода: общая схема, отдельные элементы, осуществляющие их ключевые группы живых организмов, энергия для осуществления круговоротов. Анаэробные депо органического углерода в биосфере, причина их появления. Бактериальный газовый фильтр – роль в захвате летучих соединений углерода, входящие в состав микроорганизмы, расположение. Микробное разложение целлюлозы и лигнина в анаэробных и аэробных условиях: ферменты, микроорганизмы-возбудители. Анаэробное дыхание: понятие, биологический смысл, виды, типичные представители. Метаногенез как конечный этап анаэробной трофической цепи - возбудители, химизм. Хемосинтез: понятие, биологический	У

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		смысл, типичные представители. Работы С.Н. Виноградского, М. Бейеринка, В.Л. Омелянского.	
3.	Цикл азота. Аммонификация, азотфиксация, нитрификация, денитрификация, ANAMMOX.	Микробный круговорот соединений азота: пути водной и воздушной миграции элемента, основные этапы, осуществляемые микроорганизмами. Азотфиксация: биологический смысл, химизм, энергетика, фермент, возбудители, их характеристика. Свободноживущие аэробные и анаэробные азотфиксаторы и их характеристика, роль в природе, среды для выделения. Фиксация атмосферного азота свободноживущими цианобактериями - возбудители, отличия от других прокариот. Фиксация азота симбиотическими азотфиксирующими микроорганизмами. Виды симбиозов, входящие в их состав микроорганизмы. Взаимодействие высшего растения и бактерии при симбиотической азотфиксации. Нитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Фазы нитрификации. Локализация и роль в биосфере. Использование нитрификации человеком. Денитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Использование денитрификации. Негативные и позитивные варианты развития нитрификации. Аммонификация - химизм, биологический смысл, возбудители, их характеристика. Расщепление мочевины бактериями – фермент, биологический смысл процесса. ANAMMOX как сопряжение разнонаправленных превращений азота. Биологический смысл, строение анаммоксосомы, возбудители. Роль ANAMMOX в природе и в использование в технологиях.	У
4.	Цикл серы. Биологическое окисление и восстановление соединений серы.	Микробный круговорот соединений серы. Общая схема, роль микроорганизмов в отдельных этапах. Окисление восстановленных соединений серы бактериями. Бесцветные серные бактерии, тионовые бактерии, археобактерии, окисляющие соединения серы. Сульфатредукция – биологический смысл, локализация в биосфере, значение, возбудители, их характеристика. Микробный круговорот соединений серы, сульфатное и серное дыхание, биологический смысл, возбудители, их характеристика. Окисление соединений серы прокариотами при фотосинтезе. Характеристика и пространственная локализация пурпурных и серных бактерий в водоеме. Синтрофные взаимоотношения микроорганизмов на примере цикла серы.	У
5.	Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.	Цикл фосфора: особенности, роль микроорганизмов в мобилизации нерастворимых соединений фосфора. Цикл фосфора: природные депо элемента, химизм микробного вовлечения в биологический круговорот. Микробные превращения соединений железа и марганца. Микроорганизмы, окисляющие восстановленные соединения железа и марганца, истинные железобактерии. Микробное восстановление окисленных соединений железа, условия протекания, микроорганизмы. Иные способы использования неорганических соединений железа бактериями. Биологическая роль окисления и восстановления железа. Работы С.Н. Виноградского и Н.Г. Холодного по изучению железобактерий.	У
6.	Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах.	Использование хемосинтезирующих микроорганизмов в биогеотехнологии. Биовыщелачивание металлов на примере добычи меди с использованием тиобацилл. Азотобактерин как бактериальное удобрение и факторы, повышающие его эффективность. Нитрагин как бактериальное удобрение, состав и использование. Использование микроорганизмов цикла азота в сельском хозяйстве. Биоремедиация почв,	У

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		загрязненных углеродсодержащими биоразлагаемыми поллютантами с использованием микроорганизмов цикла углерода в аэробных и анаэробных условиях. Использование микроорганизмов цикла азота (нитрификаторы, денитрификаторы, ANAMMOX) для удаления соединений азота при очистке воды. Принципы действия очистных сооружений – минерализация соединений углерода и азота.	

Устный опрос (У)

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Микробная биогеохимия как наука. Биогеохимические аспекты развития биосферы. Роль прокариот.	Микрофлора биогеохимических круговоротов: знакомство с основными методами исследования природной микрофлоры: микроскопия (световая, люминесцентная), осаждение микроорганизмов на мембранных фильтрах, накопительные культуры, использование элективных сред.	У, Р
2.	Микробная биогеохимия как наука. Биогеохимические аспекты развития биосферы. Роль прокариот.	Закладка опыта по изучению аэробного и анаэробного разложения целлюлозы. Закладка опыта по изучению брожений и метаногенеза.	У, Р
3.	Общие схемы биогеохимических циклов. Цикл углерода - ведущий цикл биогеохимической машины планеты. Аэробный и анаэробный пути минерализации углерода, депо углерода, бактериальный газовый фильтр.	Знакомство с микроорганизмами, осуществляющими спиртовое, уксуснокислое и молочнокислое брожения. Изучение метаногенеза в образцах анаэробного ила (накопление метана в колонках методом вытеснения).	У, Р
4.	Общие схемы биогеохимических циклов. Цикл углерода - ведущий цикл биогеохимической машины планеты. Аэробный и анаэробный пути минерализации углерода, депо углерода, бактериальный газовый фильтр.	Изучение аэробных и анаэробных целлюлолитических микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Наблюдение процессов, происходящих в накопительных культурах целлюлолитиков.	У, Р
5.	Цикл азота. Аммонификация, азотфиксация, нитрификация, денитрификация, ANAMMOX.	Изучение аммонифицирующих микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Обсуждение процессов, происходящих в питательной среде. Закладка опыта по изучению свободноживущих азотфиксаторов.	У, Р
6.	Цикл азота. Аммонификация, азотфиксация, нитрификация, денитрификация, ANAMMOX.	Изучение свободноживущих и симбиотических (свежие клубеньки бобовых) азотфиксирующих микроорганизмов. Закладка опыта по изучению микроорганизмов, осуществляющих нитратное дыхание и нитрификацию.	У, Р
7.	Цикл серы. Биологическое окисление и восстановление соединений серы.	Микроскопия микроорганизмов, осуществляющих нитратное дыхание и нитрификацию. Выявление образующихся соединений. Анализ коммерческих биопрепаратов азотфиксирующих микроорганизмов и других вариантов практического применения микроорганизмов цикла азота. Закладка опыта по изучению микроорганизмов, осуществляющих сульфатное дыхание и окисление восстановленных соединений серы.	У, Р

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
8.	Цикл серы. Биологическое окисление и восстановление соединений серы.	Микроскопия, описание микроорганизмов, осуществляющих сульфатредукцию и окисление восстановленных соединений серы. Качественное определение химических соединений, образующихся в результате деятельности данных микроорганизмов в накопительных культурах. Закладка опыта по изучению микроорганизмов, осуществляющих аноксигенный фотосинтез с использованием соединений серы. Закладка опыта по накоплению микроорганизмов, выщелачивающих металлы из сульфидных руд.	У, Р
9.	Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.	Изучение микроорганизмов, осуществляющих аноксигенный фотосинтез с использованием соединений серы. Изучение микроорганизмов, участвующих в выщелачивании сульфидных руд (<i>Thiobacillus</i>).	У, Р
10.	Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.	Изучение микроорганизмов, осуществляющих окисление восстановленных соединений железа. Фосфатмобилизирующие микроорганизмы.	У, Р
11.	Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах.	Бактериальные препараты на основе микроорганизмов цикла азота. Использование микроорганизмов в биоготехнологии и биоремедиации загрязненных почв.	У, Р
12.	Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах.	Микроорганизмы в минерализации соединений азота и углерода при очистке сточных вод.	У, Р

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

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и 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 «Микробная биогеохимия» используются современные образовательные технологии:

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

Интерактивные часы:

Семестр	Вид занятия (Л, ЛР, ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Л	Проблемные лекции, лекции-визуализации, лекции-беседы, лекции-дискуссии по темам: Цикл азота, цикл серы, цикл углерода	12
1	ПЗ	Работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по теме занятия. Контролируемые преподавателем дискуссии по темам: Биогеохимические аспекты развития биосферы. Роль прокариот. Цикл углерода - ведущий цикл биогеохимической машины планеты. Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах Подготовка студентами мультимедийных презентаций по темам: Роль микроорганизмов цикла серы в биоповреждениях и биогеотехнологии. Бактериальный газовый фильтр. Роль микроорганизмов в парниковом эффекте. Цианобактериальные маты как пример структурной организации прокариотных сообществ. Колонка Виноградского и черный курильщик, как примеры световой и бессветовой экосистем, тесно связанных с превращениями соединений серы (сульфуретумы). Взаимодействия микроорганизмов в синтрофных ассоциациях на примере переноса протона у серобактерий. Истинные железобактерии и использование микроорганизмами железа для защиты от перекисного окисления.	12
Итого			24

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 «Микробная биогеохимия».

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. Знает основы фундаментальных и прикладных разделов биологических и экологических дисциплин.	знает фундаментальные основы микробной биогеохимии, разделы микробной биогеохимии, методы и приемы исследования фундаментальных и прикладных разделов микробной биогеохимии.	Практическая работа №№1,3,4; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 1-8
2	ИПК-1.2. Умеет планировать и проводить мероприятия по экологическому мониторингу и охране природы.	знает этапы биогеохимических циклов основных биогенных элементов для планирования мероприятий по экологическому мониторингу и охране природы; умеет выделять микроорганизмы, участвующие в превращениях основных биогенных элементов, в рамках проведения мероприятий по экологическому мониторингу и охране природы; владеет методиками количественного определения титр целевой группы микроорганизмов основных биогеохимических циклов для оценки экологического состояния природы.	Практическая работа №№2,5,6-8; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 9-15
3	ИПК-1.3. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания, и использовать их в профессиональной деятельности	знает содержание современных информационных ресурсов биогеохимического содержания; умеет интерпретировать информацию об основных микробных биогеохимических циклах для использования в профессиональной деятельности; владеет методиками поиска современных информационных ресурсов биогеохимической тематики.	Практическая работа №№1,9; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 16-22
4	ИПК-1.4. Умеет анализировать результаты научных экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях, проводить дискуссии на научных мероприятиях.	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.	Практическая работа №№4-8; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 23-31
5	ИПК-3.1. Знает и владеет фундаментальными и теоретическими	знает фундаментальные группы прокариот – объектов биологических и экологических исследований в области биогеохимии, для осуществления	Практическая работа №№11-12; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 32-38

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
	понятиями биологии и экологии и использует эти знания для осуществления экологического проектирования.	экологического проектирования; умеет применять теоретические понятия биологии и экологии при осуществлении качественных реакции для выявления продуктов обмена микроорганизмов-участников биогеохимических циклов в рамках экологического проектирования; владеет навыками работы на микроскопе при выявлении микроорганизмов в природных объектах и средах для анализа результатов экологического проектирования.		
6	ИПК-3.2. Использует знания закономерностей экологических процессов и явлений для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов.	знает способы выявления микроорганизмов различных биогеохимических групп в объектах окружающей среды и накопительных средах для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов; умеет визуализировать микроорганизмы в природных местообитаниях с использованием современных знаний закономерностей экологических процессов и явлений; владеет навыками работы на оборудовании, используемом для анализа среды роста микроорганизмов, при подготовке научных проектов и научно-технических отчетов.	Практическая работа №№1, 12; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 39-44

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:

Роль микроорганизмов цикла серы в биоповреждениях и биогеотехнологии.

Бактериальный газовый фильтр.

Роль микроорганизмов в парниковом эффекте.

Цианобактериальные маты как пример структурной организации прокариотных сообществ.

Колонка Виноградского и черный курильщик, как примеры световой и бессветовой экосистем, тесно связанных с превращениями соединений серы (сульфуретумы).

Взаимодействия микроорганизмов в синтрофных ассоциациях на примере переноса протона у серобактерий.

Истинные железобактерии и использование микроорганизмами железа для защиты от перекисного окисления.

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

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен):

1. Понятие микробной биогеохимии, науки, лежащие в её основе, объекты изучения.
2. Биогеохимическая история планеты Земля – основные этапы развития биосферы, роль бактерий в их осуществлении.
3. Роль микрофоссилий в изучении истории развития микробного мира. Строматолиты.
4. Микробные сообщества как функциональные единицы микробной биогеохимии: преимущества по сравнению с монокультурами, пространственная и функциональная структура микробных сообществ в природе.

5. Свойства прокариот, обуславливающие их роль в осуществлении биогеохимических циклов.
6. Методы исследования микробных популяций: микроскопия, использование селективных питательных сред, молекулярно-генетические методы, в том числе анализ метагенома и транскриптома.
7. Переход от восстановительной атмосферы к окислительной – вклад окислительного фотосинтеза, роль для энергетического метаболизма прокариот в части конечных акцепторов.
8. Общие схемы биогеохимических циклов основных элементов, их сопряжение, роль микроорганизмов.
9. Микробный круговорот углерода: общая схема, отдельные элементы, осуществляющие их ключевые группы живых организмов, энергия для осуществления круговоротов.
10. Анаэробные депо органического углерода в биосфере, причина их появления.
11. Бактериальный газовый фильтр – роль в захвате летучих соединений углерода, входящие в состав микроорганизмы, расположение.
12. Микробное разложение целлюлозы и лигнина в анаэробных и аэробных условиях: ферменты, микроорганизмы-возбудители.
13. Анаэробное дыхание: понятие, биологический смысл, виды, типичные представители.
14. Метаногенез как конечный этап анаэробной трофической цепи - возбудители, химизм.
15. Хемосинтез: понятие, биологический смысл, типичные представители. Работы С.Н. Виноградского, М. Бейеринка, В.Л. Омелянского.
16. Микробный круговорот соединений азота: пути водной и воздушной миграции элемента, основные этапы, осуществляемые микроорганизмами.
17. Азотфиксация: биологический смысл, химизм, энергетика, фермент, возбудители, их характеристика.
18. Свободноживущие аэробные и анаэробные азотфиксаторы и их характеристика, роль в природе, среды для выделения.
19. Фиксация атмосферного азота свободноживущими цианобактериями - возбудители, отличия от других прокариот.
20. Фиксация азота симбиотическими азотфиксирующими микроорганизмами. Виды симбиозов, входящие в их состав микроорганизмы.
21. Взаимодействие высшего растения и бактерии при симбиотической азотфиксации.
22. Нитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Фазы нитрификации. Локализация и роль в биосфере. Использование нитрификации человеком.
23. Денитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Использование денитрификации. Негативные и позитивные варианты развития нитрификации.
24. Аммонификация - химизм, биологический смысл, возбудители, их характеристика. Расщепление мочевины бактериями – фермент, биологический смысл процесса.
25. ANAMMOX как сопряжение разнонаправленных превращений азота. Биологический смысл, строение анаммоксосомы, возбудители. Роль ANAMMOX в природе и в использовании в технологиях.
26. Микробный круговорот соединений серы. Общая схема, роль микроорганизмов в отдельных этапах.
27. Окисление восстановленных соединений серы бактериями. Бесцветные серные бактерии, тионовые бактерии, археобактерии, окисляющие соединения серы.
28. Сульфатредукция – биологический смысл, локализация в биосфере, значение, возбудители, их характеристика.
29. Микробный круговорот соединений серы, сульфатное и серное дыхание, биологический смысл, возбудители, их характеристика.
30. Окисление соединений серы прокариотами при фотосинтезе. Характеристика и пространственная локализация пурпурных и серных бактерий в водоеме.

31. Синтрофные взаимоотношения микроорганизмов на примере цикла серы.
32. Цикл фосфора: особенности, роль микроорганизмов в мобилизации нерастворимых соединений фосфора.
33. Цикл фосфора: природные депо элемента, химизм микробного вовлечения в биологический круговорот.
34. Микробные превращения соединений железа и марганца. Микроорганизмы, окисляющие восстановленные соединения железа и марганца, истинные железобактерии.
35. Микробное восстановление окисленных соединений железа, условия протекания, микроорганизмы. Иные способы использования неорганических соединений железа бактериями.
36. Биологическая роль окисления и восстановления железа. Работы С.Н. Виноградского и Н.Г. Холодного по изучению железобактерий.
37. Использование хемосинтезирующих микроорганизмов в биогеотехнологии.
38. Биовыщелачивание металлов на примере добычи меди с использованием тиобацилл.
39. Азотобактерин как бактериальное удобрение и факторы, повышающие его эффективность.
40. Нитрагин как бактериальное удобрение, состав и использование.
41. Использование микроорганизмов цикла азота в сельском хозяйстве.
42. Биоремедиация почв, загрязненных углеродсодержащими биоразлагаемыми поллютантами с использованием микроорганизмов цикла углерода в аэробных и анаэробных условиях.
43. Использование микроорганизмов цикла азота (нитрификаторы, денитрификаторы, ANAMMOX) для удаления соединений азота при очистке воды.
44. Принципы действия очистных сооружений – минерализация соединений углерода и азота.

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. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03805-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510995>

2. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 332 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03806-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512707>

3. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530288>

4. Загоскина, Н. В. Экологическая биотехнология : учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 99 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16030-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530293>

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>

6. Ившина, Ирина Борисовна. Большой практикум "Микробиология" [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / И. Б. Ившина. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. - 108 с. : ил. - Библиогр. в конце задач. - Библиогр.: с. 92-94. - ISBN 9785903090976 : 521.50.

7. Кузнецов, Александр Евгеньевич. Научные основы эковиотехнологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова. - М. : Мир, 2006. - 503 с. : ил. - Библиогр. : с. 488-489. - ISBN 5030037659

5.2 Периодические издания

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

1. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>
2. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>

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

Электронная библиотека Научной библиотеки КубГУ

<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>

Электронный каталог

Поступления литературы в библиотеки филиалов

Поступления диссертаций и авторефератов

Статьи из периодики и научных сборников с 2016 г.

Статьи из периодики и научных сборников до 2016 г.

Газеты и журналы

Электронная библиотека трудов ученых КубГУ

Электронно-библиотечные системы (ЭБС)

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru/>
2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru/>
4. ЭБС «ZNANIUM» <https://znanium.ru/>

5. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

Профессиональные базы данных российские

1. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
2. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
4. МИАН. Полнотекстовая коллекция математических журналов <http://www.mathnet.ru>
5. Журнал Квантовая электроника <https://quantum-electron.lebedev.ru/arhiv/>
6. Журнал Успехи физических наук <https://ufn.ru/>
7. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная библиотечная система социо-гуманитарного знания «SOCHUM» <https://sochum.ru/>

Информационные справочные системы

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

Профессиональные базы данных зарубежные

1. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
2. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications <https://sk.sagepub.com/books/discipline>
3. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook <https://books.kubsu.ru/>
4. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>
5. Chemical Abstracts Service (CAS) SciFinder Discovery Platform <https://scifinder.n.cas.org>
6. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>
7. Полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing (AIPP Ebook) <https://pubs.aip.org/books>
8. Полнотекстовая архивная коллекция журналов издательства American Institute of Physics Publishing (AIPP Digital Archive) <https://pubs.aip.org/>
9. China National Knowledge Infrastructure. БД CNKI Academic Reference (AR) <https://ar.oversea.cnki.net/>

Базы данных открытого доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <https://www.uspto.gov/patents/search/patent-public-search>
3. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России <http://www.lektorium.tv/>
4. Приоритетные научные направления РУДН. Специальные коллекции <https://priority-lib.rudn.ru/>

Базы данных КубГУ

1. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
3. 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; помечать 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
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы	Microsoft Windows Microsoft Office

(читальный зал Научной библиотеки)	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)	
---------------------------------------	--	--