

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.

« 26 » мая 2023г.

## 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

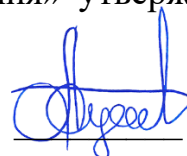
Квалификация магистр

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.



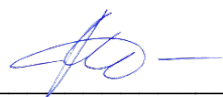
Рабочая программа дисциплины «Микробная биогеохимия» утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии протокол № 10 «24» апреля 2023 г.  
Заведующий кафедрой Худокормов А.А.




Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета протокол № 9 «28» апреля 2023 г.  
Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

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

  
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
<b>ПК-1</b> 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.
<b>ПК-3</b> 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.
ИПК-3.2. Использует знания	знает способы выявления микроорганизмов различных

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
закономерностей экологических процессов и явлений для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов.	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)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>				
занятия лекционного типа		12	12	
лабораторные занятия				
практические занятия		24	24	
<b>Иная контактная работа:</b>				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>				
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	
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену		35,7	35,7	
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>36,3</b>	<b>36,3</b>	
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

### 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	
			СРС			
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
			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 метабенома и транскриптома. Переход от восстановительной атмосферы к окислительной – вклад окислительного 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 смысл, типичные представители. Работы С.Н. Виноградского,	У

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		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, архебактерии, 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, загрязненных углеродсодержащими биоразлагаемыми	У

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		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
8.	Цикл серы. Биологическое окисление и восстановление	Микроскопия, описание микроорганизмов, осуществляющих сульфатредукцию и	У, Р



№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
	соединений серы.	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.	
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 понятиями биологии и экологии и использует эти	знает фундаментальные группы прокариот – объектов биологических и экологических исследований в области биогеохимии, для осуществления экологического проектирования; умеет применять теоретические понятия биологии и экологии при	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
	знания для осуществления экологического проектирования.	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 биогeотехнологии.
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 экобиотехнологии [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. Периодическая литература

Название издания	Периодичность выхода (в год)	Место хранения	За какие годы хранится
Микробиология	6	1944-2016	чз
Вестник МГУ. Серия: Биология	4	1956-1983, 1987-2016	чз
Клиническая и лабораторная диагностика	12	2001-2016	чз
Микология и фитопатология	6	2001-2016	чз
Микробиологический журнал	6	1987-2016	чз
Молекулярная биология	6	1978-2016	чз
Биотехнология	6	1996-2016	чз
Известия РАН Серия: Биологическая	6	1936, 1944-2013	ч/з
Прикладная биохимия и микробиология	6	1968-2016	чз
Биология. Реферативный журнал. ВИНТИ		1970–2013	зал РЖ

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

#### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### Информационные справочные системы:



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

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка(<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование"<http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"<http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов<http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском"<https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык"<http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей<http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии<http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба"<http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы[http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

#### **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. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;
6. 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 (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows Microsoft Office