

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

УТВЕРЖДАЮ:

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

Хагуров Т.А.



28 мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.08 МИКРОБНАЯ БИОГЕОХИМИЯ

Специальность 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Специализация Микробиология и биотехнология

Форма обучения очная

Квалификация специалист

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины "Микробная биогеохимия" составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Программу составил(и):

А.А. Самков, доцент, к.б.н.



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

протокол № 7 «21» марта 2025 г.

Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета,

протокол № 7 «28» марта 2025 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

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

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

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «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 учебной 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 Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Курс "Микробная биогеохимия" важен для студентов-биологов. Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в вопросах биохимии, молекулярной биологии, цитологии, химии и экологии. Иметь навыки самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу по бактериологии, вирусологии и биотехнологии, а также навыки работы с электронными средствами информации. Изучению дисциплины "Микробная биогеохимия" предшествуют такие дисциплины, как Микробиология, Общая

вирусология, Биобезопасность в микробиологии и биотехнологии, Молекулярная биология, Основы биотехнологии и биоинженерии, Генетика и селекция. Материалы дисциплины используются студентами в научной работе при подготовке выпускной квалификационной работы и важны в осуществлении практической деятельности.

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

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

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен творчески использовать в научно-исследовательской деятельности знание фундаментальных разделов биологических и экологических дисциплин.	
ИПК-1.1. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания и умеет использовать их в профессиональной деятельности.	знает 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-1.2. Владеет экспериментальными методами исследований (по тематике проводимых разработок).	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-1.3. Умеет анализировать результаты экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.	владеет способностью поиска соответствующих методов биогеохимического исследования объектов с использованием современных информационных ресурсов.
	знает методики постановки научного эксперимента с использованием современных биогеохимических подходов и алгоритм анализа результаты научных экспериментов в области цитологических исследований.
	умеет представляет выводы и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях биогеохимической направленности.
ИПК-1.4. Обладает навыками проводить дискуссии на научных (научно-практических) мероприятиях, использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных.	знает алгоритм анализа результаты научных экспериментов в области микробной биогеохимии.
	умеет представлять выводы и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях биогеохимической направленности.
	владеет понятийной базой о проведении дискуссии на научных мероприятиях относительно результатов биогеохимических экспериментов.
ПК-2 Способен использовать в профессиональной образовательной деятельности систематизированные теоретические и практические знания биологических и экологических наук	
ИПК-2.1 Свободно владеет современной научной биологической и экологической терминологией и умеет использовать естественнонаучные знания в профессиональной деятельности.	знает подходы оценки состояния природной среды с точки зрения биогеохимии
	умеет ориентироваться в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии и биохимии возбудителей биогеохимических процессов
	владеет навыками организации лабораторного исследования
ИПК-2.2 Владеет традиционными и современными методами преподавания биологии и	знает закономерности трансформации потоков генетической информации от РНКового периода зарождения жизни до современного этапа.

экологии, знает методическое обеспечение образовательного процесса по биологии и экологии.	умеет применять молекулярно-генетические методы для анализа эволюции генов и геномов.
	владеет методами анализа кривых плавления.
ИПК-2.3 Обладает навыками поиска и анализа научной биологической и экологической информации с использованием современных информационных технологий.	знает принципы каталогизации о описания генетических характеристик свойств живых объектов.
	умеет систематизировать генетические карты для создания отчетов.
	владеет способностью использовать текстовые редакторы для оперирования генетическим кодом.
ПК-3 Способен ориентироваться в основных понятиях и теориях биологии, биологических законах и закономерностях развития органического мира, и использовать эти знания в профессиональной деятельности, лабораторных исследованиях и реализации научных проектов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы.	
ИПК- 3.1 Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии.	знает 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 Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира.	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.
ИПК-3.3 Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы.	знает принципы каталогизации о описания генетических характеристик свойств живых объектов.
	умеет систематизировать генетические карты для создания отчетов.
	владеет способностью использовать текстовые редакторы для оперирования генетическим кодом.
ПК-4 Способен применять на производстве современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, планировать и проводить мероприятия по лабораторным исследованиям, оценке состояния, охране природной среды и восстановлению биоресурсов.	
ИПК-4.1. Умеет организовывать процесс проведения исследований с участием привлеченных коллективов исполнителей.	знает принципы работы основных систем и функций у нитробактерий: морфологию, строение, метаболизм обитателей селитряниц
	умеет ориентироваться в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии и биохимии тионовых бактерий
	владеет навыками организации лабораторного исследования
ИПК-4.2. Умеет оценивать научные результаты отдельных ученых и/или коллективов исполнителей.	знает принципы оценки взаимосвязи физиологического состояния бесцветных серных бактерий с факторами окружающей среды
	умеет критически анализировать полученные в процессе лабораторной деятельности результаты
	владеет навыками проверки и оценки результатов лабораторного исследования в области оценки взаимосвязи состояния архебактерий с факторами внешней среды
ИПК-4.3. Обладает навыками проведения мероприятий по оценке состояния природной среды и восстановлению	знает принципы постановки эксперимента для биогеохимической оценки состояния природной среды
	умеет использовать микробиологические методы для биогеохимических исследований

биоресурсов.	владеет навыками работы на современном оборудовании для оценки состояния природной среды
--------------	--

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

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

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			9 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):			
занятия лекционного типа		12	12
лабораторные занятия			
практические занятия		22	22
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		3	3
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		35	35
Реферат/эссе (подготовка)		10	10
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)		10	10
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		10	10
Подготовка к текущему контролю		5	5
Контроль:			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоёмкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	37,3	37,3
	зач. ед.	3	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 9 семестре (5 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.	11	2	4	–	5
2.	Общие схемы биогеохимических циклов. Цикл углерода - ведущий цикл биогеохимической машины планеты. Аэробный и анаэробный пути минерализации углерода, депо углерода, бактериальный газовый фильтр.	11	2	4	–	5
3.	Цикл азота. Аммонификация, азотфиксация, нитрификация, денитрификация, ANAMMOX.	11	2	4	–	5
4.	Цикл серы. Биологическое окисление и восстановление соединений серы.	11	2	4	–	5
5.	Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.	11	2	4	–	5
6.	Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах.	14	2	2	–	10
ИТОГО по разделам дисциплины			12	22		35
Контроль самостоятельной работы (КСР)		3				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к экзамену		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		108				

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

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	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 элективных питательных сред, молекулярно-генетические методы, в том числе анализ метагенома 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, М. Бейеринка, В.Л. Омелянского.	У
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 использовании 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	У

		восстановления железа. Работы С.Н. Виноградского и Н.Г. Холодного по изучению железобактерий.	
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 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.	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 селективных сред.	К
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.	К
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).	К
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.	К
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.	К
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.	К

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.	К
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.	К
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>).	К
10.	Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.	Изучение микроорганизмов, осуществляющих окисление восстановленных соединений железа. Фосфатмобилизирующие микроорганизмы.	К
11.	Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах.	Бактериальные препараты на основе микроорганизмов цикла азота. Использование микроорганизмов в биогеотехнологии и биоремедиации загрязненных почв. Микроорганизмы в минерализации соединений азота и углерода при очистке сточных вод.	К

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

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

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

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

При реализации учебной работы по освоению курса "Микробная биогеохимия" используются современные образовательные технологии:

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

Семестр	Вид занятия (Л, ЛР, ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Л	Проблемные лекции, лекции-визуализации, лекции-беседы, лекции-дискуссии по темам: Цикл азота, цикл серы, цикл углерода	2
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 биоготехнологии. 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.	4
Итого			6

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

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине	Наименование оценочного средства	
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ИПК-1.1. Владеет современными информационными ресурсами биологического и экологического содержания и умеет использовать их в профессиональной деятельности.	знает 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 №1; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 1-5
ИПК-1.2. Владеет экспериментальными методами исследований (по тематике проводимых разработок).	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 №2; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 6-10
ИПК-1.3. Умеет анализировать результаты экспериментов и представлять их в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях.	владеет способностью поиска соответствующих методов биогеохимического исследования объектов с использованием современных информационных ресурсов; знает методики постановки научного эксперимента с использованием современных биогеохимических подходов и алгоритм анализа результаты научных экспериментов в области цитологических исследований; умеет представляет выводы и результаты экспериментов в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях биогеохимической направленности	Практическая работа №3; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 11-15
ИПК-1.4. Обладает навыками проводить дискуссии на научных (научно-практических) мероприятиях, использовать в профессиональной деятельности отечественные и	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; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 16-20

зарубежные базы данных.			
ИПК-2.1 Свободно владеет современной научной биологической и экологической терминологией и умеет использовать естественнонаучные знания в профессиональной деятельности.	знает подходы оценки состояния природной среды с точки зрения биогеохимии; умеет ориентироваться в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии и биохимии возбудителей биогеохимических процессов; владеет навыками организации лабораторного исследования	Практическая работа №5; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 21-25
ИПК-2.2 Владеет традиционными и современными методами преподавания биологии и экологии, знает методическое обеспечение образовательного процесса по биологии и экологии.	знает закономерности трансформации потоков генетической информации от РНКового периода зарождения жизни до современного этапа; умеет применять молекулярно-генетические методы для анализа эволюции генов и геномов; владеет методами анализа кривых плавления	Практическая работа №6; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 26-30
ИПК-2.3 Обладает навыками поиска и анализа научной биологической и экологической информации с использованием современных информационных технологий.	знает принципы каталогизации о описания генетических характеристик свойств живых объектов; умеет систематизировать генетические карты для создания отчетов; владеет способностью использовать текстовые редакторы для оперирования генетическим кодом	Практическая работа №7; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 31-35
ИПК- 3.1 Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии.	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	Практическая работа №8; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 36-40
ИПК-3.2 Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира.	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 №9; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 41-42

ИПК-3.3 Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы.	знает принципы каталогизации о описания генетических характеристик свойств живых объектов; умеет систематизировать генетические карты для создания отчетов; владеет способностью использовать текстовые редакторы для оперирования генетическим кодом	Практическая работа №10; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 41-42
ИПК-4.1. Умеет организовывать процесс проведения исследований с участием привлеченных коллективов исполнителей.	знает принципы работы основных систем и функций у нитробактерий: морфологию, строение, метаболизм обитателей селитряниц; умеет ориентироваться в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии и биохимии тионовых бактерий; владеет навыками организации лабораторного исследования	Практическая работа №11; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 36-40
ИПК-4.2. Умеет оценивать научные результаты отдельных ученых и/или коллективов исполнителей.	знает принципы оценки взаимосвязи физиологического состояния бесцветных серных бактерий с факторами окружающей среды; умеет критически анализировать полученные в процессе лабораторной деятельности результаты; владеет навыками проверки и оценки результатов лабораторного исследования в области оценки взаимосвязи состояния археобактерий с факторами внешней среды	Практическая работа №9-11; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 41-42
ИПК-4.3. Обладает навыками проведения мероприятий по оценке состояния природной среды и восстановлению биоресурсов.	знает принципы постановки эксперимента для биогеохимической оценки состояния природной среды; умеет использовать микробиологические методы для биогеохимических исследований; владеет навыками работы на современном оборудовании для оценки состояния природной среды	Практическая работа №8-19; реферат; доклад-презентация	Вопросы на экзамене 42-44

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.

Критерии оценки реферата:

Оценка «зачтено» ставится, если обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему, тема

раскрыта, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

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

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

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамена):

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

Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и

последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако на все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

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

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

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

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 676 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20341-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557981> (дата обращения: 16.04.2025).
2. Емцев, В. Т. Микробиология : учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — 8-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 428 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06081-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468659> (дата обращения: 16.04.2025).

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

5.2. Периодическая литература

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

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

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

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

Профессиональные базы данных

1. Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://ldiss.rsl.ru/>
2. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
4. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>

6. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия)
<http://uisrussia.msu.ru>
7. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
8. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications
<https://sk.sagepub.com/books/discipline>
9. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook (глубина архива: 2011-2023 гг.)
<https://books.kubsu.ru/>
10. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>
11. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>
12. China National Knowledge Infrastructure. БД Academic Reference
<https://ar.oversea.cnki.net/>
13. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

Информационные справочные системы

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

Ресурсы свободного доступа

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

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций
<http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся

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

объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может.

Методические рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям:

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

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

План подготовки к лекции:

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

Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам:

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных занятий, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, провести анализ основной учебной литературы, после чего работать с рекомендованной дополнительной литературой. При устном выступлении по контрольным вопросам лабораторного занятия нужно излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций. По окончании лабораторного занятия следует повторить выводы, сконструированные в ходе устного опроса, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого в течение опроса других учащихся следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.

Схема подготовки к лабораторным работам:

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

- ознакомиться с лабораторными заданиями и ходом их выполнения;
- ознакомиться с оборудованием занятия;
- выполнить задания в соответствии с ходом работы;
- письменно оформить выполненную работу;
- подвести итог и сделать структурированные выводы.

Методические рекомендации по подготовке презентаций:

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

Методические рекомендации по подготовке к коллоквиуму:

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

Методические рекомендации по подготовке к зачёту:

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

- к основным понятиям и категориям нужно знать определения, которые необходимо понимать и уметь пояснять;
- при подготовке к зачету требуется помимо лекционного материала, прочитать еще несколько учебников по дисциплине, дополнительные источники, предложенные для изучения в списке литературы;
- семинарские занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, получение зачета;
- готовиться к зачету нужно начинать с первой лекции и семинара, а не выбирать так называемый «штурмовой метод», при котором материал закрепляется в памяти за несколько последних часов и дней перед зачетом. При оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:
 - правильность ответов на вопросы;
 - полнота и лаконичность ответа;
 - способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, анализировать статистические данные;
 - ориентирование в литературе;
 - знание основных проблем учебной дисциплины;
 - понимание значимости учебной дисциплины в системе;
 - логика и аргументированность изложения;
 - культура ответа. Таким образом, при проведении зачета преподаватель уделяет внимание не только содержанию ответа, но и форме его изложения.

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

Основное в подготовке к сдаче зачета - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет. При подготовке к сдаче весь объем работы нужно

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

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

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО).	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО).	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий. Аудитория 412, 414, 419.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО).	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
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.437а)	Мебель: учебная мебель	Microsoft Windows Microsoft Office

	Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), мультимедийный телеэкран	
--	--	--