

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

УТВЕРЖДАЮ:

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



Хагуров Т.А.

28 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.08 МИКРОБНАЯ БИОГЕОХИМИЯ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Специальность 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
(код и наименование специальности)

Специализация Микробиология и биотехнология
(наименование специализации)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация Биолог-исследователь

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. Фосфатмобилизующие 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 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.	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 оборудованных учебных кабинетов	перечень основного оборудования	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 412):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, шейкеры, термостат	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 414):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, шейкеры, центрифуга, термостаты, фотоколориметр, дозаторы, спектрофотометр, ламинарный шкаф, вытяжной шкаф, весы	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 419):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, центрифуга, дозаторы, фотоколориметр, весы	Microsoft Windows Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория для самостоятельной работы (ауд. 437)	проектор, компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети "Интернет" (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) и доступом в электронную информационно-образовательную среду, веб-камера, доска учебная, учебная мебель.	Microsoft Windows Microsoft Office

