

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ Хагуров Т.А.
« 27 » _____ апреля 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.05 МИКРОБНАЯ БИОГЕОХИМИЯ

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

Направленность (профиль)/специализация Микробиология

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Краснодар 2018

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

Программу составил:

А.А. Самков, доцент, к.б.н.



Рабочая программа дисциплины «Микробная биогеохимия» утверждена на заседании кафедры (разработчика) генетики, микробиологии и биотехнологии,

протокол № 13 от 24 апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Тюрин В.В.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) генетики, микробиологии и биотехнологии,

протокол № 13 от 24 апреля 2018 г.

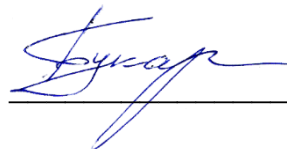
Заведующий кафедрой (выпускающей) Тюрин В.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета

протокол № 9 «25» апреля 2018 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

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

Насонов А.И. ст. науч. сотрудник лаборатории генетики и микробиологии ФГБНУ СКФНЦСВВ, канд. биол. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

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

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

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

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи освоения 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 вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Курс "Микробная биогеохимия" важен для студентов-микробиологов, специализирующихся в области биотехнологии и общей микробиологии. Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в проблемах общей микробиологии, биохимии, физиологии микроорганизмов. Иметь навыки самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу по бактериологии и биотехнологии, а также навыки работы с электронными средствами информации. Изучению дисциплины "Микробная биогеохимия" предшествуют такие дисциплины, как "Химия", "Физика", "Биохимия", "Молекулярная биология", "Генетика и селекция", "Микробиология", которые изучаются, в том числе, в рамках направления 06.03.01 «Биология». Материалы дисциплины используются студентами в научной работе при подготовке выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) и крайне важны в осуществлении практической деятельности магистра биологии (микробиологии).

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом. Перечень компетенций, формируемых в результате изучения дисциплины, приведен в таблице

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	способностью владеть базовыми представлениям и о разнообразии биологических объектов, способностью понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	этапы биогеохимических циклов (во взаимосвязи с существующим биоразнообразием) основных биогенных элементов; циклы углерода, азота, серы, фосфора, железа, марганца, основы функционирования соответствующих микробных сообществ в различных циклах, основные группы микроорганизмов, а также конкретных представителей – доминантов, определяющих	выделять микроорганизмы , участвующие в превращениях основных биогенных элементов, количественно определять титр целевой группы микроорганизмо в (сульфатредукто ры, нитрификаторы I и II фазы, денитрификатор ы и др.), в том числе, с использованием статистических методов	основными микробиолог ическими методами и приемами исследовани я биоразнообр азия, в том числе методами использован ия элективных сред, методами количествен ного учета, методами наблюдения, описания, идентификац ии и культивиров

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			работу отдельных сегментов биогеохимических циклов, способы использования в прикладных целях		ания микрооргани змов биогеохимич еских циклов
2.	ПК-3	способностью применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленно стью (профилем) программы магистратуры)	знать ключевые группы прокариот - объектов биологических и экологических исследований в области биогеохимии, способы их выявления в объектах окружающей среды и накопительных средах с использованием современных методов	осуществлять качественные реакции для выявления продуктов обмена микроорганизмо в - участников биогеохимическ их циклов, визуализировать микроорганизмы в природных местообитаниях, использовать современные методы постановки микробиологиче ского эксперимента	навыками работы на микроскопе при выявлении микрооргани змов в природных объектах и средах: навыками работы на оборудовани и, используемо м для анализа среды роста микрооргани змов

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		1	
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):	24	24	-
Занятия лекционного типа	6	6	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	—	—	-
Лабораторные занятия	18	18	-
	-	-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	—	—	-

Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3	
Самостоятельная работа, в том числе:				
<i>Курсовая работа</i>		-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		18	18	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		10	10	-
<i>Реферат</i>		10	10	-
Подготовка к текущему контролю		10	10	-
Контроль:				-
Подготовка к экзамену		35,7	35,7	-
Общая трудоемкость	час.	108	108	-
	в том числе контактная работа	24,3	24,3	
	зач. ед.	3	3	-

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Микробная биогеохимия как наука. Биогеохимические аспекты развития биосферы. Роль прокариот.	11	1	–	2	8
2	Общие схемы биогеохимических циклов. Цикл углерода - ведущий цикл биогеохимической машины планеты. Аэробный и анаэробный пути минерализации углерода, депо углерода, бактериальный газовый фильтр.	11	1	–	2	8
3	Цикл азота. Аммонификация, азотфиксация, нитрификация, денитрификация, ANAMMOX.	13	1	–	4	8
4	Цикл серы. Биологическое окисление и восстановление соединений серы.	13	1	–	4	8
5	Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.	11	1	–	2	8
6	Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах.	13	1	–	4	8
	Итого по дисциплине:		6	–	18	48

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

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Раздел 1 – Микробная биогеохимия как наука. Биогеохимические аспекты развития биосферы. Роль прокариот.	Понятие микробной биогеохимии, науки, лежащие в её основе, объекты изучения. Биогеохимическая история планеты Земля – основные этапы развития биосферы, роль бактерий в их осуществлении. Роль микрофоссилий в изучении истории развития микробного мира. Строматолиты. Микробные сообщества как функциональные единицы микробной биогеохимии: преимущества по сравнению с монокультурами, пространственная и функциональная структура микробных сообществ в природе. Свойства прокариот, обуславливающие их роль в осуществлении биогеохимических циклов. Методы исследования микробных популяций: микроскопия, использование селективных питательных сред, молекулярно-генетические методы, в том числе анализ метабенома и транскриптома. Переход от восстановительной атмосферы к окислительной – вклад окислительного фотосинтеза, роль для энергетического метаболизма прокариот в части конечных акцепторов.	Устный опрос
	Раздел 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.	Устный опрос
2.	Раздел 3 – Цикл азота. Аммонификация, азотфиксация, нитрификация, денитрификация,	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,	Устный опрос

	ANAMMOX.	роль в природе, среды для выделения. Фиксация атмосферного азота свободноживущими цианобактериями - возбудители, отличия от других прокариот. Фиксация азота симбиотическими азотфиксирующими микроорганизмами. Виды симбиозов, входящие в их состав микроорганизмы. Взаимодействие высшего растения и бактерии при симбиотической азотфиксации. Нитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Фазы нитрификации. Локализация и роль в биосфере. Использование нитрификации человеком. Денитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Использование денитрификации. Негативные и позитивные варианты развития нитрификации. Аммонификация - химизм, биологический смысл, возбудители, их характеристика. Расщепление мочевины бактериями – фермент, биологический смысл процесса. ANAMMOX как сопряжение разнонаправленных превращений азота. Биологический смысл, строение анаммоксосомы, возбудители. Роль ANAMMOX в природе и в использование в технологиях.	
	Раздел 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.	Устный опрос
3.	Раздел 5 – Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.	Цикл фосфора: особенности, роль микроорганизмов в мобилизации нерастворимых соединений фосфора. Цикл фосфора: природные депо элемента, химизм микробного вовлечения в биологический круговорот. Микробные превращения соединений железа и марганца. Микроорганизмы, окисляющие восстановленные соединения железа и марганца, истинные железобактерии. Микробное восстановление окисленных соединений железа, условия протекания, микроорганизмы. Иные способы использования неорганических соединений железа бактериями. Биологическая роль окисления и восстановления железа. Работы С.Н. Виноградского и Н.Г. Холодного по изучению железобактерий.	Устный опрос
	Раздел 6 – Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в	Использование хемосинтезирующих микроорганизмов в биогeотехнологии. Биовыщелачивание металлов на примере добычи меди с использованием тиабацилл. Азотобактерин как бактериальное удобрение и факторы, повышающие его эффективность. Нитрагин как бактериальное удобрение, состав и использование. Использование микроорганизмов	Устный опрос

биогеохимических циклах.	цикла азота в сельском хозяйстве. Биоремедиация почв, загрязненных углеродсодержащими биоразлагаемыми загрязнителями 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.	
--------------------------	---	--

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Микрофлора биогеохимических круговоротов: знакомство с основными методами исследования природной микрофлоры: микроскопия (световая, люминесцентная), осаждение микроорганизмов на мембранных фильтрах, накопительные культуры, использование селективных сред. Закладка опыта по изучению аэробного и анаэробного разложения целлюлозы. Закладка опыта по изучению брожений и метаногенеза.	Коллоквиум №1
2.	Знакомство с микроорганизмами, осуществляющими спиртовое, уксуснокислое и молочнокислое брожения. Изучение метаногенеза в образцах анаэробного ила (накопление метана в колонках методом вытеснения). Изучение аэробных и анаэробных целлюлолитических микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Наблюдение процессов, происходящих в накопительных культурах целлюлолитиков.	Коллоквиум №2
3.	Изучение аммонифицирующих микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Обсуждение процессов, происходящих в питательной среде. Закладка опыта по изучению свободноживущих азотфиксаторов. Изучение свободноживущих и симбиотических (свежие клубеньки бобовых) азотфиксирующих микроорганизмов. Закладка опыта по изучению микроорганизмов, осуществляющих нитратное дыхание и нитрификацию.	Коллоквиум №3
4.	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	Коллоквиум №4
5.	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 анаэробный фотосинтез с использованием соединений серы. Закладка опыта по накоплению микроорганизмов, выщелачивающих металлы из сульфидных руд.	Коллоквиум №5

6.	Изучение микроорганизмов, осуществляющих анаэробный фотосинтез с использованием соединений серы. Изучение микроорганизмов, участвующих в выщелачивании сульфидных руд (<i>Thiobacillus</i>).	Коллоквиум №6
7.	Изучение микроорганизмов, осуществляющих окисление восстановленных соединений железа. Фосфатмобилизующие микроорганизмы.	Коллоквиум №7
8.	Бактериальные препараты на основе микроорганизмов цикла азота. Использование микроорганизмов в биоготехнологии и биоремедиации загрязненных почв.	Коллоквиум №8
9.	Микроорганизмы в минерализации соединений азота и углерода при очистке сточных вод.	Коллоквиум №9

2.3.4 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	2	3
	Подготовка к устному опросу, коллоквиуму, написанию реферата	СТО 4.2-07-2012 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Переиздание. – Красноярск: СФУ, 2014. – 60 с. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой генетики, микробиологии и биотехнологии. протокол № 21 «_26_» июня 2017 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) могут предоставляться 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.

3. Образовательные технологии.

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

Семе стр	Вид занятия (Л, ЛР, ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол- во часов
1	ЛР	Работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по теме занятия. контролируемые преподавателем дискуссии 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.	6
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.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Текущий контроль успеваемости проводится фронтально на каждом занятии для определения теоретической подготовки к лабораторным работам в виде устного опроса, который оценивается по пятибалльной шкале, а также с помощью докладов и коллоквиумов.

Перечень вопросов для устного контроля знаний студентов:

Тема 1: Микробная биогеохимия как наука. Биогеохимические аспекты развития биосферы. Роль прокариот.

Вопросы для подготовки:

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.

Тема 2: Общие схемы биогеохимических циклов. Цикл углерода - ведущий цикл биогеохимической машины планеты. Аэробный и анаэробный пути минерализации углерода, депо углерода, бактериальный газовый фильтр.

Вопросы для подготовки:

1. Общие схемы биогеохимических циклов основных элементов, их сопряжение, роль микроорганизмов.
2. Микробный круговорот углерода: общая схема, отдельные элементы, осуществляющие их ключевые группы живых организмов, энергия для осуществления круговоротов.
3. Анаэробные депо органического углерода в биосфере, причина их появления.
4. Бактериальный газовый фильтр – роль в захвате летучих соединений углерода, входящие в состав микроорганизмы, расположение.
5. Микробное разложение целлюлозы и лигнина в анаэробных и аэробных условиях: ферменты, микроорганизмы-возбудители.
6. Анаэробное дыхание: понятие, биологический смысл, виды, типичные представители.
7. Метаногенез как конечный этап анаэробной трофической цепи - возбудители, химизм.
8. Хемосинтез: понятие, биологический смысл, типичные представители. Работы С.Н.Виноградского, М. Бейеринка, В.Л. Омелянского.

Тема 3: Цикл азота. Аммонификация, азотфиксация, нитрификация, денитрификация, ANAMMOX.

Вопросы для подготовки:

1. Микробный круговорот соединений азота: пути водной и воздушной миграции элемента, основные этапы, осуществляемые микроорганизмами.
2. Азотфиксация: биологический смысл, химизм, энергетика, фермент, возбудители, их характеристика.
3. Свободноживущие аэробные и анаэробные азотфиксаторы и их характеристика, роль в природе, среды для выделения.
4. Фиксация атмосферного азота свободноживущими цианобактериями - возбудители, отличия от других прокариот.
5. Фиксация азота симбиотическими азотфиксирующими микроорганизмами. Виды симбиозов, входящие в их состав микроорганизмы.
6. Взаимодействие высшего растения и бактерии при симбиотической азотфиксации.
7. Нитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Фазы нитрификации. Локализация и роль в биосфере. Использование нитрификации человеком.
8. Денитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Использование денитрификации. Негативные и позитивные варианты развития нитрификации.
9. Аммонификация - химизм, биологический смысл, возбудители, их характеристика. Расщепление мочевины бактериями – фермент, биологический смысл процесса.
10. ANAMMOX как сопряжение разнонаправленных превращений азота. Биологический смысл, строение анаммоксосомы, возбудители. Роль ANAMMOX в природе и в использовании в технологиях.

Тема 4: Цикл серы. Биологическое окисление и восстановление соединений серы.

Вопросы для подготовки:

1. Микробный круговорот соединений серы. Общая схема, роль микроорганизмов в отдельных этапах.

2. Окисление восстановленных соединений серы бактериями. Бесцветные серные бактерии, тионовые бактерии, археобактерии, окисляющие соединения серы.
3. Сульфатредукция – биологический смысл, локализация в биосфере, значение, возбудители, их характеристика.
4. Микробный круговорот соединений серы, сульфатное и серное дыхание, биологический смысл, возбудители, их характеристика.
5. Окисление соединений серы прокариотами при фотосинтезе. Характеристика и пространственная локализация пурпурных и серных бактерий в водоеме.
6. Синтрофные взаимоотношения микроорганизмов на примере цикла серы.

Тема 5: Циклы железа, марганца и фосфора. Окисление, восстановление, изменение подвижности.

Вопросы для подготовки:

1. Цикл фосфора: особенности, роль микроорганизмов в мобилизации нерастворимых соединений фосфора.
2. Цикл фосфора: природные депо элемента, химизм микробного вовлечения в биологический круговорот.
3. Микробные превращения соединений железа и марганца. Микроорганизмы, окисляющие восстановленные соединения железа и марганца, истинные железобактерии.
4. Микробное восстановление окисленных соединений железа, условия протекания, микроорганизмы. Иные способы использования неорганических соединений железа бактериями.
5. Биологическая роль окисления и восстановления железа. Работы С.Н. Виноградского и Н.Г. Холодного по изучению железобактерий

Тема 6: Прикладное биотехнологическое использование микроорганизмов, участвующих в биогеохимических циклах.

Вопросы для подготовки:

1. Использование хемосинтезирующих микроорганизмов в биогеотехнологии.
2. Биовыщелачивание металлов на примере добычи меди с использованием тиабацилл.
3. Азотобактерин как бактериальное удобрение и факторы, повышающие его эффективность.
4. Нитрагин как бактериальное удобрение, состав и использование.
5. Использование микроорганизмов цикла азота в сельском хозяйстве.
6. Использование микроорганизмов цикла азота (нитрификаторы, денитрификаторы, ANAMMOX) для удаления соединений азота при очистке воды.
7. Принципы действия очистных сооружений – минерализация соединений углерода и азота.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» / «зачтено». 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» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». 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» / «не зачтено». 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.

Вопросы к коллоквиумам

Коллоквиум 1. Тема: Сопряжение биогеохимических циклов. Микрофлора круговоротов элементов.

Вопросы для письменного ответа:

1. Микробные сообщества как функциональные единицы микробной биогеохимии: преимущества по сравнению с монокультурами, пространственная и функциональная структура микробных сообществ в природе.
2. Свойства прокариот, обуславливающие их роль в осуществлении биогеохимических циклов.
3. Методы исследования микробных популяций: микроскопия, использование селективных питательных сред, молекулярно-генетические методы, в том числе анализ метабенома и транскриптома.
4. Переход от восстановительной атмосферы к окислительной – вклад окислительного фотосинтеза, роль для энергетического метаболизма прокариот в части конечных акцепторов.

Коллоквиум 2. Тема: Знакомство с микроорганизмами, осуществляющими круговорот углерода. Изучение метаногенеза, аэробных и анаэробных целлюлолитических микроорганизмов и продуктов их метаболизма.

Вопросы для письменного ответа:

1. Анаэробные депо органического углерода в биосфере, причина их появления.
2. Бактериальный газовый фильтр – роль в захвате летучих соединений углерода, входящие в состав микроорганизмы, расположение.
3. Микробное разложение целлюлозы и лигнина в анаэробных и аэробных условиях: ферменты, микроорганизмы-возбудители.
4. Анаэробное дыхание: понятие, биологический смысл, виды, типичные представители.
5. Метаногенез как конечный этап анаэробной трофической цепи - возбудители, химизм.

Коллоквиум 3. Тема: Аммонификация и азотфиксация.

Вопросы для письменного ответа:

1. Аммонификация - химизм, биологический смысл, возбудители, их характеристика. Расщепление мочевины бактериями – фермент, биологический смысл процесса.
2. Азотфиксация: биологический смысл, химизм, энергетика, фермент, возбудители, их характеристика.
3. Свободноживущие аэробные и анаэробные азотфиксаторы и их характеристика, роль в природе, среды для выделения.
4. Фиксация атмосферного азота свободноживущими цианобактериями - возбудители, отличия от других прокариот.
5. Фиксация азота симбиотическими азотфиксирующими микроорганизмами. Виды симбиозов, входящие в их состав микроорганизмы.
6. Взаимодействие высшего растения и бактерии при симбиотической азотфиксации.

Коллоквиум 4. Тема: Нитрификация, денитрификация, ANAMMOX.

Вопросы для письменного ответа:

1. Нитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Фазы нитрификации. Локализация и роль в биосфере. Использование нитрификации человеком.

2. Денитрификация - биологический смысл, химизм, возбудители, их характеристика. Использование денитрификации. Негативные и позитивные варианты развития нитрификации.

3. ANAMMOX как сопряжение разнонаправленных превращений азота. Биологический смысл, строение анаммоксосомы, возбудители. Роль ANAMMOX в природе и в использовании в технологиях.

Коллоквиум 5. Тема: Окисление восстановленных соединений серы. Сульфатредукция.

Вопросы для письменного ответа:

1. Окисление восстановленных соединений серы бактериями. Бесцветные серные бактерии, тионовые бактерии, археобактерии, окисляющие соединения серы.
2. Сульфатредукция – биологический смысл, локализация в биосфере, значение, возбудители, их характеристика.
3. Микробный круговорот соединений серы, сульфатное и серное дыхание, биологический смысл, возбудители, их характеристика.

Коллоквиум 6. Тема: Изучение микроорганизмов, осуществляющих аноксигенный фотосинтез с использованием соединений серы.

Вопросы для письменного ответа:

1. Окисление соединений серы прокариотами при фотосинтезе. Характеристика и пространственная локализация пурпурных и серных бактерий в водоеме.
2. Синтрофные взаимоотношения микроорганизмов на примере цикла серы.

Коллоквиум 7. Тема: Изучение микроорганизмов, осуществляющих окисление восстановленных соединений железа и марганца. Фосфатмобилизующие микроорганизмы.

Вопросы для письменного ответа:

1. Цикл фосфора: природные депо элемента, химизм микробного вовлечения в биологический круговорот.
2. Микробные превращения соединений железа и марганца. Микроорганизмы, окисляющие восстановленные соединения железа и марганца, истинные железобактерии.
3. Микробное восстановление окисленных соединений железа, условия протекания, микроорганизмы. Иные способы использования неорганических соединений железа бактериями.

Коллоквиум 8. Тема: Бактериальные препараты на основе микроорганизмов цикла азота. Использование микроорганизмов в биогеотехнологии и биоремедиации загрязненных почв.

Вопросы для письменного ответа:

1. Использование хемосинтезирующих микроорганизмов в биогеотехнологии.
2. Биовыщелачивание металлов на примере добычи меди с использованием тиабацилл.
3. Азотобактерин как бактериальное удобрение и факторы, повышающие его эффективность.
4. Нитрагин как бактериальное удобрение, состав и использование.
5. Использование микроорганизмов цикла азота в сельском хозяйстве.

Коллоквиум 9. Тема: Микроорганизмы в минерализации соединений азота и углерода при очистке сточных вод.

Вопросы для письменного ответа:

1. Использование микроорганизмов цикла азота (нитрификаторы, денитрификаторы, ANAMMOX-бактерии) для удаления соединений азота при очистке воды.
2. Биоремедиация почв, загрязненных углеродсодержащими биоразлагаемыми поллютантами с использованием микроорганизмов цикла углерода в аэробных и анаэробных условиях.
3. Принципы действия очистных сооружений – минерализация соединений углерода и азота.

Критерии оценки коллоквиума:

- оценка «отлично» выставляется, если студент демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять практические задания умеет свободно логически, аргументированно, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал хорошие систематические знания материала, ответы содержат некоторую неточность или не отличаются полнотой изложения;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дает неполные ответы на вопросы, допускает неточности в формулировках;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не подготовился, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки.

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;
- 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.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**Список вопросов к экзамену**

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 оценки экзамена:

Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний студентов.

Критерии оценки экзамена:

- оценка «отлично» выставляется, если студент усвоил основную и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой; демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять практические задания. требуемые общекультурные и профессиональные компетенции сформированы; умеет свободно логически, аргументировано, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал хорошие систематические знания материала, ответы содержат некоторую неточность или не отличаются полнотой изложения; студент затрудняется в выявлении связи излагаемого материала с другими разделами программы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дает неполные ответы на вопросы экзаменационного билета, не смог обоснованно ответить на дополнительные вопросы, допускает неточности в формулировках;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не подготовился к экзамену, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки; оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент положил билет и оставил его без ответа.

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 333 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03805-7.<https://biblio-online.ru/book/B78A1E41-7F18-4559-A20E-F3AFF52C9DAF>
2. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 312 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03806-4.<https://biblio-online.ru/book/9BFAB8C4-38B2-4590-B1D2-BB0428C6CDD2>
3. Ившина, Ирина Борисовна. Большой практикум "Микробиология" [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / И. Б. Ившина. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. - 108 с. : ил. - Библиогр. в конце задач. - Библиогр.: с. 92-94. - ISBN 9785903090976 : 521.50.

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

5.2 Дополнительная литература:

1. Емцев В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. - 6-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2006. - 445 с.: ил. - (Высшее образование). с. 427-428. - ISBN 5358004432. (49 экз).

2. Микробиологический практикум : учебное пособие / К.Л. Шнайдер, М.Н. Астраханцева, З.А. Канарская и др. ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Казанский государственный технологический университет. - Казань : Издательство КНИТУ, 2010. - 83 с. : ил., табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259055\(29.03.2017\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259055(29.03.2017))
3. Кузнецов, Александр Евгеньевич. Научные основы экобиотехнологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова. - М. : Мир, 2006. - 503 с. : ил. - Библиогр. : с. 488-489. - ISBN 5030037659 : 245 р.
4. Зюзина, О.В. Общая микробиология : лабораторный практикум / О.В. Зюзина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 82 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1431-3 ; То же [Эл. ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445121\(29.03.2017\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445121(29.03.2017))
5. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии : учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». - М. : Прометей, 2013. - Ч. I. Нанотехнологии в биологии. - 262 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-7042-2445-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486\(29.03.2017\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486(29.03.2017)).

5.3. Периодические издания:

№ п/п	Название издания	Периодичность выхода (в год)	За какие годы хранится	Место хранения
1	Микробиология	6	1944-2016	чз
2	Вестник МГУ. Серия: Биология	4	1956-1983, 1987-2016	чз
4	Клиническая и лабораторная диагностика	12	2001-2016	чз
5	Микология и фитопатология	6	2001-2016	чз
6	Микробиологический журнал	6	1987-2016	чз
7	Молекулярная биология	6	1978-2016	чз
8	Биотехнология	6	1996-2016	чз
9	Известия РАН Серия: Биологическая	6	1936, 1944-2013	ч/з
10	Прикладная биохимия и микробиология	6	1968-2016	чз
11	Биология. Реферативный журнал. ВИНТИ		1970–2013	зал РЖ

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. www.kubsu.ru - официальный сайт Кубанского государственного университета;
2. <http://www.biorosinfo.ru/> - официальный сайт общества биотехнологов России имени Ю.А. Овчинникова
3. <http://www.cbio.ru/> - интернет-журнал "Коммерческая биотехнология";
4. <http://www.genetika.ru/journal/> - официальный сайт журнала "Биотехнология";

5. <http://www.ibp-ran.ru/main.php> - официальный сайт института биологического приборостроения с опытным производством РАН;

6. <http://www.genetika.ru/> - официальный сайт ФГУП Государственный научно-исследовательского института генетики и селекции промышленных микроорганизмов (Москва)

7. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

8. Электронная библиотечная система издательства "Лань" <http://e.lanbook.com>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .

Лекция:

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

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; 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

Лабораторные работы

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

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов дисциплине осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может проводить консультации. Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в письменной, устной или смешанной форме, с представлением продукта творческой деятельности студента. В качестве форм и методов контроля самостоятельной работы студентов могут быть использованы практические работы, коллоквиумы, тестирование, самоотчеты, контрольные работы и др. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются: уровень освоения студентом учебного материала; умения студента использовать теоретические знания при выполнении индивидуальных заданий; сформированность общеучебных умений; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями. План подготовки:

- изучить соответствующий лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- оформить выполненную работу письменно или в виде презентации в зависимости от задания
- сделать структурированные выводы.

Подготовка к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки к экзамену студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; подготовка к ответу на задания, содержащиеся в билетах. Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые

компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции и первого семинара.

Подготовка презентаций:

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

Коллоквиумы:

- 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

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.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

- Консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лабораторных занятий.
- Группировка информационных потоков и обмен информацией посредством мессенджеров.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

№ п/п	№ договора	Перечень лицензионного программного обеспечения
1.	№77-АЭФ/223-ФЗ/2017 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 03.11.2017	Microsoft Windows 8, 10
	№73-АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 06.11.2018	Microsoft Windows 8, 10
2.	№77-АЭФ/223-ФЗ/2017 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от	Microsoft Office Professional Plus

	03.11.2017 №73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018	Microsoft Office Professional Plus
3.	Дог. №344/145 от 28.06.2018	ПО для обнаружения и поиска текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат», на один год
4.	Контракт №74-АЭФ/44-ФЗ/2017 от 05.12.2017	Бессрочная лицензия специализированного математического ПО StatSoft Statistica

8.3 Перечень информационных справочных систем:

- «Консультант Плюс»,
- «Гарант».

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитории 412, 419, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, аудиосистема) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Лабораторные занятия	Аудитория 412 оснащенная микробиологическим оборудованием (бактериология), презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, аудиосистема) и соответствующим программным обеспечением (ПО), необходимым лабораторным оборудованием.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 410, (кабинет)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 412, 419.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы 437, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Зал библиотеки КубГУ оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета