

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 26 » ноября 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Основы микробиологии и биотехнологии
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 20.03.02 Природообустройство и водопользование
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Природообустройство и природоохранная деятельность
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины «Основы микробиологии и биотехнологии» – формирование комплекса знаний и умений в области общей микробиологии и биотехнологии.

Задачи дисциплины:

изучение основ микробиологии и биотехнологии: современных представлений о систематике микроорганизмов, особенностей строения микробной клетки и ее метаболизма, условий обитания различных групп микроорганизмов; классификации биотехнологических методов очистки сточных вод, почв и грунтов, утилизации промышленных и коммунальных отходов, приемов интенсификации биотехнологических методов защиты биосферы;

- формирование умения анализировать основные биотехнологические методы и приемы очистки сточных вод, почв и грунтов, утилизации промышленных и коммунальных отходов, осуществлять выбор биотехнологического метода защиты природных сред;

формирование навыков работы с культурами микроорганизмов в лабораторных условиях, постановки и проведения экспериментальных исследований по оценке эффективности биотехнологических методов очистки газовых выбросов, сточных вод, почв и грунтов, утилизации промышленных и коммунальных отходов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

? Бактериальная клетка: строение, метаболизм;

? Микроорганизмы: систематика, характеристика, роль в биосфере;

? Биотехнологические методы очистки сточных вод, нефтезагрязненных почв и грунтов, коммунальных и промышленных отходов

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	<p>Знает: современные представления о систематике микроорганизмов, их роли и использовании в технологиях водоотведения и очистки сточных вод; особенности строения микробной клетки и ее метаболизм; условия обитания различных групп микроорганизмов и применение культур микроорганизмов в биотехнологических процессах; возможности использования микроорганизмов в качестве биоиндикаторов для задач экологического мониторинга и контроля; нормативно-правовое обеспечение эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения; профессиональные компьютерные программы для контроля работы и оценки эффективности систем биологической очистки сточных вод</p>	<p>Знает отечественные и зарубежные достижения науки и техники в области водоотведения, очистки сточных вод; технологии очистки сточных вод; нормативно-правовое обеспечение водоснабжения и водоотведения; профессиональные компьютерные программные средства, необходимые для обеспечения работы и эффективности очистных сооружений</p>	Контрольная работа
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	<p>Умеет: применять теоретические знания о морфологии и физиологии микроорганизмов для обоснования выбора биотехнологических методов очистки сточных вод, почв и грунтов, утилизации промышленных и коммунальных отходов; проводить эксперимент по микробиологии и основам биотехнологии и давать оценку полученным</p>	<p>Умеет определять основное и вспомогательное техническое и технологическое оборудование, рассчитывать технологические параметры предлагать технологические решения по повышению эффективности работы систем водоочистки</p>	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		экспериментальным данным		
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками: применения культур микроорганизмов в биотехнологических процессах защиты окружающей среды; разработке программы проведения микробиологических исследований в объектах окружающей среды для обеспечения экологической безопасности деятельности промышленных предприятий, повышения эффективности работы систем водоотведения, очистки сточных вод	Владеет навыками обосновывать параметры, методы и технологические решения повышения эффективности работы систем водоотведения, очистки сточных вод посредством использования специальных знаний и экспертных источников информации	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает: нормативные и методические требования в области водопользования, порядок учета и использования данных экологического мониторинга и контроля, классификацию и основы биотехнологических методов очистки сточных вод, почв и грунтов, утилизации промышленных и коммунальных отходов; основные микробиологические показатели для оценки эффективности биотехнологических методов; критерии выбора биотехнологического метода защиты биосферы	Знает нормативные и методические требования в области охраны окружающей среды, природообустройства и водопользования, технологические процессы и режимы производства на промышленных предприятиях; порядок учета данных экологического мониторинга и контроля	Реферат
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет применять знания о механизме самоочищения природных вод, роли микроорганизмов в процессе, классификации	Умеет проводить мониторинг и учет показателей окружающей среды, природообустройства и водопользования в	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		и теоретических основ биологической очистки сточных вод в естественных и искусственных условиях при эксплуатации сооружений биологической очистки сточных вод в аэробных и анаэробных условиях; составлять характеристику активного ила и биопленки; оптимизировать параметры процесса очистки сточных вод с участием микроорганизмов активного ила и биопленки	соответствии с требованиями нормативно-правовых актов	
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками разработки систем экологического мониторинга и контроля с использованием микроорганизмов в качестве биоиндикаторов, фиксации полученных данных, их обобщения и оценки эффективности внедрения технических и технологических решений в природообустройстве, водопользовании и охране окружающей среды.	Владеет навыками фиксировать данные экологического мониторинга и контроля и производить на основе полученных данных оценку в области природообустройства, водопользования и охраны окружающей среды	Контрольная работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Морфология и систематика микроорганизмов. Строение бактериальной клетки	4	0	14	6
Введение, положение микроорганизмов в природе: предмет и задачи микробиологии; место в системе биологических наук; исторические этапы развития современной микробиологии; общие признаки и разнообразие мира микроорганизмов; три царства живой природы и их отличительные особенности; классификация микроорганизмов; способы изучения микроорганизмов; роль микроорганизмов в окружающей среде; использование микроорганизмов в науке и технике; патогенные микроорганизмы, бактериологическая опасность. Морфология и химический состав бактериальной клетки - основного объекта биотехнологии: размеры, формы, подвижность, размножение, спорообразование и отличительные особенности эукариотной и прокариотной клеток; строение и функции ДНК, РНК бактериальных клеток; органеллы клеток; химический состав микробных клеток; экстремальные условия существования микроорганизмов; адаптация микроорганизмов к экстремальным условиям существования. Поступление питательных веществ в клетку: современные представления о пассивном и активном переносе веществ в клетку; модель Шоу и ее критика; строение клеточной мембраны; основные питательные вещества клетки; роль белков в процессе клеточного переноса и метаболизма клетки. Рост и культивирование микроорганизмов: кривая роста; культивирование в ферментерах и хемостатах; чистые и смешанные культуры; условия культивирования; лимитирующие факторы среды (абиотические и биотические), ограничивающие рост и развитие культур микроорганизмов; типы реакторов для культивирования микроорганизмов				
Энергетика метаболических процессов	4	0	0	12
Обмен веществ бактериальной клетки: понятие об обмене веществ; ферментативный катализ и его значение в жизнедеятельности микрофлоры (механизм действия, классификация); типы питания, усвоение зольных элементов, дополнительные факторы роста; современная классификация ферментов; выделение ферментов и их использование в биотехнологических процессах; перспективы использования клеточных ферментов. Энергетический обмен: энергетика метаболических процессов; механизм извлечения энергии клеткой; переносчики энергии, фотосинтез; окислительное				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
фосфорилирование; цикл трикарбоновых кислот; биологическое окисление; дыхание (цикл Кребса, дыхательная цепь); аэробное и анаэробное дыхание; брожение и типы брожения; фотосинтез; механизм и стадии фотосинтеза; хемосинтез; роль фото- и хемосинтеза в круговороте веществ; характеристика основных представителей фото- и хемосинтетиков.				
Инженерные основы биотехнологии	4	0	0	18
Аппаратурное оформление биотехнологического процесса: знакомство с конструкцией, типы и назначение реакторов, используемых в биотехнологических процессах; подбор оборудования для биотехнологического процесса; реакторы идеального смешения; реакторы идеального вытеснения. Технологические основы микробиологических процессов: прикладная генная и клеточная инженерия; биотехнологические производства, типовые схемы промышленных процессов получения важнейших продуктов биотехнологии Основные этапы и операции процессов. Условия работы и особенности промышленных реакторов. Асептические требования ведения процессов. Агенты, используемые в производствах уксусной кислоты, ферментов, дрожжей, пива, вина. Контроль и управление процессом. Надежность биотехнологических схем и проблемы охраны окружающей среды. Типовые технологические схемы производства антибиотиков, витаминов, ферментов, спиртов. Понятие о материальном балансе биотехнологического производства				
Экобиотехнологии	4	0	22	18
Биологическая очистка сточных вод: Сущность метода. Факторы, влияющие на скорость очистки. Характеристика активного ила. Контроль за процессом по физико-химическим и гидробиологическим показателям. Эффективность процесса. Особенности очистки сточных вод в аэротенках, биофильтрах, в биологических прудах. Конструкции аэротенков и биофильтров. Роль микроорганизмов в процессах естественного самоочищения в природных и искусственных экосистемах. Почвенные методы очистки сточных вод. Очистка сточных вод на гидробиотанических площадках и биоплато, в окислительных каналах. Компостирование органических отходов: Сущность метода. Факторы, влияющие на скорость компостирования. Компостирование в естественных условиях: в буртах, траншеях. Технологические приемы компостирования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Контроль процесса. Оценка качества полученного продукта. Компостирование в биобарабанах. Конструктивные особенности биобарабанов. Компостирование в биотуннелях. Конструкции биотуннелей. Приемы интенсификации процесса компостирования: аэрация, увлажнение, внесение бактериальных препаратов, использование ферментов. Вермикомпостирование. Условия вермикомпостирования. Технологии вермикомпостирования. Биоремедиация нефтезагрязненных почв: Сущность метода. Способы биоремедиации: технологические площадки, биореакторы. Продукты переработки. Контроль процесса. Приемы интенсификации: оптимальные параметры, инокуляция культур микроорганизмов, биосорбенты. Классификация методов биоремедиации. Граничные условия применения методов биоремедиации. Оценка эффективности процесса по микробиологическим показателям. Использование биосорбентов в процессе биоремедиации нефтезагрязненных почв.				
ИТОГО по 5-му семестру	16	0	36	54
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Техника лабораторного анализа. Техника безопасности при работе в микробиологической лаборатории. Ведение лабораторных записей. Светопольная микроскопия. Устройство и настройки микроскопа.
2	Морфология и физиология представителей различных систематических групп микроорганизмов для биотехнологических методов очистки. Микроскопия. Приготовление препаратов живых и инактивированных микроорганизмов (раздавленная капля, висючая капля). Прижизненное окрашивание. Окраска по Граму.
3	Культивирование микроорганизмов в лабораторных условиях. Правила работы с культурами микроорганизмов. Плотные и жидкие питательные среды. Стерилизация сред и посуды. Техника «посева» микрофлоры на питательные среды разными способами. Выращивание микрофлоры.
4	Экспериментальные исследования по биологической очистке модельной воды. Оценка полученных данных. Изучение индикаторных организмов различной степени загрязненности (зоны сапробности). Бактерии, микроскопические грибы и водоросли, простейшие организмы. Изменение зон сапробности в процессе очистки.
5	Применение культур микроорганизмов в биотехнологическом процессе. Отбор проб из лабораторных установок по биологической очистке. Гидробиологические исследования активного ила. Изучение индикаторных форм гидробионтов при хорошей и неудовлетворительной работе сооружений биологической очистки.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Определение основных микробиологических показателей активного ила. Определение концентрации активного ила по объему и весу. Определение илового индекса. Определение биохимического потребления кислорода (БПК).
7	Анализ и оценка эффективности процесса биоремедиации нефтезагрязненных почв. Выделение углеводородокисляющих микроорганизмов из нефтезагрязненных почв. Отбор проб из лабораторной установки и оценка эффективности очистки по микробиологическим показателям.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		

1	Вайсман Я. И. Микробиология и основы биотехнологии : учебное пособие / Я. И. Вайсман, Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	73
2	Липунов И. Н. Основы микробиологии и биотехнологии : учебное пособие для вузов / И.Н. Липунов, И.Г. Первова, А.Ф. Никифоров. - Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2008.	15
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Луканин А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А. В. Луканин. - Москва: ИНФРА-М, 2017.	4
2	Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учебник для вузов / А. И. Нетрусов. - Москва: Академия, 2015.	5
3	Нетрусов А. И. Микробиология : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. - Москва: Академия, 2012.	6
4	Федоренко Б. Н. Промышленная биоинженерия. Технологическое оборудование биотехнологических производств: Инженерное сопровождение биотехнологических производств / Б. Н. Федоренко. - Санкт-Петербург: Профессия, 2016.	4
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Зайцева Т. А. Микробиология и биотехнология : лабораторный практикум / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	15
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Т. 1. - Москва: , БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - (Прикладная экобиотехнология : учебное пособие : в 2 т.; Т. 1).	16
2	Т. 2. - Москва: , БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - (Прикладная экобиотехнология : учебное пособие : в 2 т.; Т. 2).	16

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Микробиология и биотехнология: лабораторный практикум / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова; Пермский государственный технический университет. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.- 76 с. [Электронный ресурс]	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks154657rary.ru	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедийная аудитория: компьютер/ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	Автоклав	1
Практическое занятие	Климатостаты	2
Практическое занятие	Микроскопы с программным обеспечением	2
Практическое занятие	Термостат	1
Практическое занятие	Ферментер с программным обеспечением	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Основы микробиологии и биотехнологии»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Промышленная экология и рациональное
природопользование

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Охрана окружающей среды

Форма обучения: Очная

Курс: 4

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 5 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Основы микробиологии и биотехнологии» является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по самостоятельным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	Т	ТО/ПЗ	ИЗ	Т/КР	Экзамен
Усвоенные знания					
3.1 Современные представления о систематике микроорганизмов; особенности строения микробной клетки и ее метаболизм; условия обитания различных групп микроорганизмов и применение культур микроорганизмов в биотехнологических процессах	ТТ1	ТО		КР1	ТВ
3.2 Классификацию и основы биотехнологических методов очистки сточных вод, почв и	ТТ2	ТО		КР2	ТВ

<p>грунтов, утилизации промышленных и коммунальных отходов;</p> <p>основные микробиологические показатели для оценки эффективности биотехнологических методов;</p> <p>критерии выбора биотехнологического метода защиты биосферы</p>					
<p>3.3 Механизмы самоочищения природных вод и роль микроорганизмов в процессе;</p> <p>классификацию и теоретические основы биологической очистки сточных вод в естественных и искусственных условиях;</p> <p>технологии аэробной и анаэробной очистки сточных вод;</p> <p>характеристику активного или биопленки;</p> <p>параметры процесса очистки сточных вод с участием микроорганизмов активного или биопленки</p>	ТТ2	ТО		КР2	ТВ
Освоенные умения					
<p>У.1 Применять теоретические знания о морфологии и физиологии микроорганизмов для обоснования выбора биотехнологических методов очистки сточных вод, почв и грунтов, утилизации промышленных и коммунальных отходов;</p> <p>проводить эксперимент по микробиологии и основам биотехнологии и давать оценку полученным экспериментальным данным</p>		ПЗ		КР1	ПЗ
<p>У.2 Обосновывать приемы интенсификации биотехнологических методов защиты биосферы с учетом специфики производства;</p>		ПЗ		КР2	ПЗ

использовать приемы культивирования микроорганизмов различных групп микроорганизмов					
У.3 Давать оценку состояния природных сред, испытывающих воздействие различных видов отходов, по микробиологическим показателям; обосновывать возможность применения биотехнологических методов утилизации отходов		ПЗ		КР2	ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 Применения культур микроорганизмов в биотехнологических процессах защиты окружающей среды; разработке программы проведения микробиологических исследований в объектах окружающей среды для обеспечения экологической безопасности деятельности промышленных предприятий			ИЗ	КР3	КЗ
В.2 Обоснования применения культур микроорганизмов в биотехнологических процессах; определения основных микробиологических показателей			ИЗ	КР3	КЗ
В.3 Обоснования и разработки биотехнологических методов утилизации обезвреживания отходов производства и потребления			ИЗ	КР3	КЗ

ТТ – текущее тестирование; Т- тестирование; ИЗ –индивидуальное задание; КР – контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание..

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является итоговая аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и промежуточного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В

соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме тестирования (ТТ). Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении итоговой аттестации.

Перечень типовых тестов при проведении текущего контроля:

ТТ 1 Диапазон температур 0-20 °С считается оптимальным для:

- а) термофилов
- б) облигатных термофилов
- в) психрофилов
- г) мезофилов

ТТ2 Энзимология – это наука, занимающаяся изучением:

- а) микроорганизмов
- б) ферментации
- в) питания микроорганизмов
- г) теоретических основ производства вина

ТТ3 Совокупность физических, химических и физиологических процессов превращения веществ и энергии в живых организмах называется:

- а) антагонизм
- б) метаболизм
- в) амфиболизм
- г) окисление

ТТ4 Кислород при дыхании:

- а) является акцептором водорода, в результате чего образуется вода
- б) соединяется с углеродом и выделяется в виде диоксида углерода
- в) входит в состав синтезируемых органических веществ
- г) не участвует в биохимических реакциях

ТТ5 Сумма микробиологических процессов восстановления нитратов до нитритов и далее до газообразных оксидов и молекулярного азота называется:

- а) нитрификация
- б) денитрификация
- в) азотфиксация
- г) синтез белков

ТТ6 Искусственное связывание ферментов или клеток с нерастворимым носителем таким образом, что фермент сохраняет свои каталитические свойства, а клетка может обмениваться с раствором молекулами субстрата и продукта называется:

- а) стабилизация
- б) ферментация
- в) иммобилизация
- г) отверждение

ТТ7 $\text{АН}_2\text{О} + \text{ВСО}_2 + \text{солнечная энергия} = \text{Сорганические вещества} + \text{DО}_2$.

Данная реакция описывает:

- а) брожение
- б) дыхание
- в) фотосинтез
- г) обмен веществ

ТТ8 Аппарат для переработки отходов в анаэробных условиях:

- а) биофильтр
- б) метантенк
- в) биотуннель
- г) аэротенк

2.2. Рубежный контроль

Промежуточный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты индивидуальных заданий и контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита индивидуальных заданий

Всего запланировано 25 индивидуальных заданий. Индивидуальное задание выполняется в виде реферата. Типовые темы индивидуальных заданий:

1. Новые штаммы, полученные трансгенным путем, используемые в биотехнологии.
2. Иммуобилизованные культуры. Способы внедрения, выделения. Применение.
3. Оптимизация процесса биологической очистки сточных вод.
4. Биологическая очистка сточных вод, ее виды, аппараты.
5. Активный ил, структура биоценоза, свойства, получение, применение.
6. Активный ил и его роль в деструкции органических веществ при очистке сточных вод.
7. Технологии биологической очистки сточных вод в аэротенках.
8. Технологии биологической очистки сточных вод в биофильтрах.
9. Технологии биологической очистки сточных вод в биологических прудах.
10. Самоочищение водного объекта и его роль. Роль микроорганизмов в процессе естественного самоочищения.
11. Почвенная микрофлора, ее роль в плодородии и почвообразовательном процессе.
12. Критерии оценки плодородия почв по микробиологическим показателям.
13. Рекультивация почв, технологии. Использование микроорганизмов в процессе рекультивации.
14. Биоремедиация нефтезагрязненных почв, технологии, приемы интенсификации.
15. Новые штаммы, используемые для очистки нефтезагрязненных почв.
16. Новые штаммы-деструкторы различных ксенобиотических веществ.
17. Космическая микробиология и инженерия.
18. Современные методы биологической утилизации ТКО.
19. Биодegradация органических веществ на полигонах ТКО.
20. Оценка санитарно-гигиенического состояния полигона ТКО.
21. Роль микроорганизмов в формировании эмиссии загрязняющих веществ на полигонах ТКО: фильтрационные воды, биогаз.
22. Биологическая рекультивация полигонов ТБО после прекращения приема отходов

23. Использование различных отходов для получения биогаза: технология, микрофлора, аппаратное оформление процесса и его оптимизация.

24. Биотехнологические способы извлечения редких металлов из сточных вод и твердых промышленных и коммунальных отходов.

25. Роль микроорганизмов в формировании кислых шахтных вод.

Защита индивидуальных заданий проводится индивидуально с каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 7 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Общая микробиология», вторая КР – по модулю «Обмен веществ. Энергетический обмен», третья КР – по модулю 3 «Основы биотехнологии».

Типовые задания первой КР:

1. Проведите сравнительный анализ строения прокариотной и эукариотной клетки.
2. Культивирование микроорганизмов. Кривая роста и характеристика всех фаз.
3. Типы жгутикования микроорганизмов.

Типовые задания второй КР:

1. Современная классификация ферментов.
2. Сущность процесса питания.
3. Роль кислорода в метаболизме клетки.

Типовые задания третьей КР:

1. Обосновать по предложенным данным возможность биологической очистки сточных вод и спрогнозировать эффективность очистки.
2. Предложить приемы интенсификации процесса биоремедиации нефтезагрязненных почв.
3. Основные параметры процесса компостирования органических веществ.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача индивидуального задания и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) и комплексные задания (КЗ) для проверки усвоенных умений и для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Классификация микроорганизмов. Способы изучения микроорганизмов. Роль микроорганизмов в окружающей среде.
2. Размеры, формы, подвижность, размножение, спорообразование и отличительные особенности эукариотной и прокариотной клеток.
3. Современные представления о пассивном и активном переносе веществ в клетку. Модель Шоу и ее критика. Строение клеточной мембраны.
4. Лимитирующие факторы среды (абиотические и биотические), ограничивающие рост и развитие культур микроорганизмов.
5. Культивирование в ферментерах и хемостатах. Чистые и смешанные культуры. Условия культивирования.
6. Понятие об обмене веществ. Ферментативный катализ и его значение в жизнедеятельности микрофлоры (механизм действия, классификация).

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Провести оценку эффективности очистки сточных вод в аэротенке по заданным показателям.
2. Предложить приемы интенсификации процесса биоремедиации нефтезагрязненных почв.
3. Составить технологическую схему компостирования органических отходов с использованием биотуннелей.

Типовые практические задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить раздел технологического регламента процесса биоремедиации нефтезагрязненных почв: оценка воздействия технологии на окружающую среду.
2. Предложить программу производственного контроля технологии очистки сточных вод в биофильтре.
3. Обосновать условия культивирования метаногенных бактерий.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и промежуточного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам итоговой аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании оценки на экзамене используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.