

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И.о. директора института агробиотехнологий

Дата подписания: 11.11.2025 13:42:55

Уникальный идентификатор документа:

fcd01ecb1fd76890c51f245ad12c5f716ce638



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Агробиотехнологии

Кафедра микробиологии и иммунологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о.директора института
агробиотехнологий

Шитикова А.В.

“30”

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Направленность Агропромышленная биотехнология

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики

ст. преп. Д.В. Снегирев
«08» июня 2025 г.

к.б.н., доцент О. В. Селицкая
«08» июня 2025 г.

Рецензент

д.б.н. профессор Л.В. Мосина
«09» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, протокол № 7 от 06 июня 2025 г

Программа обсуждена на заседании кафедры микробиологии и иммунологии, протокол № 7 от 16 июня 2025 г.

Заведующий кафедрой
Микробиологии и иммунологии

д.б.н., доцент А. В. Козлов
«16» июня 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института Агробиотехнологии

д.с.-х.н., профессор А.В. Шитикова
«20» июня 2025 г.

И.о. заведующего
выпускающей кафедрой
Биотехнологии

д.с.-х.н., профессор Е.А. Вертикова
«16» июня 2025 г.

Директор ЦНБ

Берберов П.А.
«20» июня 2025 г.

Берберов П.А.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	7
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	8
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	16
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	23
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	26
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	26
6.2 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
6.3 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	38
6.3.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ	38
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	39
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	39
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	39
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	40
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	40
8.1 БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ.....	40
9 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МИКРОБНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»	41
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	44
10.1. ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ	45
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	45
12 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	46

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» для подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленность – Агропромышленная биотехнология

Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» является формирование у студентов профессиональных компетенций (индикаторы) ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5, в области защиты окружающей среды, позволяющие применить знания, умения и личные качества для успешного решения в своей профессиональной деятельности задач охраны окружающей среды, ресурсосбережения на основе использования биологических систем.

Задачи дисциплины:

- ✓ изучение экобиотехнологических методов очистки сточных вод, загрязнённого воздуха и почвы; - изучение методов биоутилизации твёрдых и жидких органических отходов;
- ✓ формирование навыков выбора оптимальных методов для решения практических задач в области экобиотехнологии;
- ✓ развитие умений проводить типовые расчёты основных параметров технологических процессов и оборудования для очистки сточных вод.

Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Микробная биотехнология окружающей среды» включена в профессиональный модуль по направленности (профилю) Агропромышленная биотехнология, формируемая участниками образовательных отношений - Б1.В.01, перечень ФГОС ВО. Реализация в дисциплине «Микробная биотехнология окружающей среды» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО осуществляется в соответствии с Учебным планом по направлению 19.03.01 Биотехнология направленность – Агропромышленная биотехнология

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: (индикаторы) ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5

Краткое содержание дисциплины:

Объем дисциплины Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 60,25 оставляет контактная работа обучающегося с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 30 часов практические занятия, 47,75 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. включая 9 часов подготовки к зачету). Дисциплина Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» читается студентам 4 курса бакалавриата института Агробиотехнологии РГАУ-

МСХА им. К.А. Тимирязева. Это оправданно, так как студенты уже имеют необходимую для освоения нового материала теоретическую базу. Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, темы:

Тема 1. Масштабы и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.
Тема 2. Миграция и трансформация веществ-загрязнителей в природных экосистемах.
Темы 3. Возможности экобиотехнологии для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы.
Тема 4. Теоретические основы экобиотехнологических процессов.
Тема 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и о потения.
Тема 6. Удаление соединений азота и фосфора из сточных вод.
Тема 7. Анаэробная биологическая очистка воды.
Тема 8. Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха.
Тема 9. Биоремедиации загрязнённой почвы. Процессы биodeградации и биотрансформации ксенобиотиков.
Тема 10. Компостирование органических отходов.
Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов.

Общая трудоемкость дисциплины: составляет 108 ч. (3 зач. ед.).

Промежуточный контроль: проводится в форме зачета

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» является формирование у студентов профессиональных компетенций (индикаторы) ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5, в области защиты окружающей среды, позволяющие применить знания, умения и личные качества для успешного решения в своей профессиональной деятельности задач охраны окружающей среды, ресурсосбережения на основе использования биологических систем.

Задачи дисциплины:

- ✓ изучение экобиотехнологических методов очистки сточных вод, загрязнённого воздуха и почвы; - изучение методов биоутилизации твёрдых и жидких органических отходов;
- ✓ формирование навыков выбора оптимальных методов для решения практических задач в области экобиотехнологии;
- ✓ развитие умений проводить типовые расчёты основных параметров технологических процессов и оборудования для очистки сточных вод.

Дисциплина Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» призвана дать знания о метаболизме: анаэробном и аэробном окислении; процессах биосинтеза и биотрансформации; принципах биоэнергетики; путях и механизмах преобразования энергии в живых системах; биосинтезе и организации биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот; вторичных метаболитах микроорганизмов. О строении и составе генома прокариот и эукариот; рекомбинации генов; молекулярном инструментарии генной инженерии; изменчивости микроорганизмов; основах селекции микроорганизмов.

Преподавание дисциплины «Микробная биотехнология окружающей среды» позволяет на конкретных примерах продемонстрировать студентам значимость интеграции биологических дисциплин, эффективность и перспективность данного подхода. В ходе изучения биотехнологии студентам постоянно приходится возвращаться к пройденному ранее материалу. Накопленные студентами знания рассматриваются под новым углом зрения, что позволяет, с одной стороны, закреплять пройденное, а с другой – способствует формированию научного творчества, так как свидетельствует о том, что в науке нет неизменных догм и застывших форм. Живая природа изменчива и неповторима, и для того, чтобы ее познать, необходимо динамическое развитие воззрений, методов и подходов исследователя.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Микробная биотехнология окружающей среды» включена в профессиональный модуль по направленности (профилю) Агропромышленная биотехнология, формируемая участниками образовательных отношений - Б1.В.01, перечень ФГОС ВО. Реализация в дисциплине «Микробная биотехнология окружающей среды» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО осуществляется в соответствии с Учебным планом по направлению 19.03.01 Биотехнология направленность – Агропромышленная биотехнология

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Микробная биотехнология окружающей среды» являются: «Микробиология с основами иммунологии», «Практические основы технологии микробиологических производств», «Сельскохозяйственная микробиология».

В ходе изучения дисциплины «Основы микробной биотехнологии» студентам постоянно приходится возвращаться к пройденному ранее материалу. Накопленные студентами знания рассматриваются под новым углом зрения, что позволяет, с одной стороны, закреплять пройденное, а с другой – способствует формированию научного творчества, так как свидетельствует о том, что в науке нет неизменных догм и застывших форм. Почти все занятия проводятся в интерактивной форме (работа в малых группах, групповое обсуждение).

Особенностью дисциплины Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» является изучение теоретических основ современной микробной биотехнологии и приобретение практических навыков работы в микробиологической и биотехнологической лаборатории.

Дисциплина Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» реализуется на русском языке с применением ЭО и ДОТ.

В обучении с применением ЭО и ДОТ используются следующие организационные формы учебной деятельности:

- лекция;
- консультация;
- лабораторная работа;
- самостоятельная внеаудиторная работа

Сопровождение предметных дистанционных курсов может осуществляться в следующих режимах:

- тестирование on-line;
- консультации on-line;
- предоставление методических материалов;
- сопровождение off-line (проверка тестов, контрольных работ, различные виды текущего контроля и промежуточной аттестации).

Рабочая программа дисциплины Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизиче-

ского развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью опросов, тестовых заданий, коллоквиумов, оценки самостоятельной работы студентов и сроков сдачи выполненных работ, а также на контрольной неделе.

Аттестация студентов проводится в форме зачета по дисциплине.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. /всего*	в т.ч. по семестрам
		8
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	60,25	60,25
Аудиторная работа	60,25	60,25
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	30	30
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	30/4	30
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	47,75	47,75
<i>Репродуктивная самостоятельная работа. Формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе ре-</i>	31,75	31,75

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. /всего*	в т.ч. по се- местрам
		8
<i>комендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки)</i>		
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетен- ций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен участвовать в проведении научных исследований в области биотехнологии с применением цифровых средств и технологий	ПКос-1.5	Современные проблемы культивирования микроорганизмов биологические особенности и ресурсосберегающие технологии культивирования микроорганизмов в условиях in vitro; работать с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.	Разрабатывать современные экологически безопасные и рентабельные технологии культивирования микроорганизмов в условиях in vitro; работать с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.	Навыками применения современных методов исследования в области микробиологии, биотехнологии; навыками работы с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.
			Способен применять современные информационные технологии и специализированные программы для проведения биоинформационного анализа данных			
2.	ПКос-2	Способен разрабатывать и применять микробиологические технологии в практике производства и переработки сельскохозяйственной продукции и в биотехнологиях, направленных на снижение загрязнения окружающей	ПКос-2.1	Особенности микробного метаболизма и роль микроорганизмов в превращении веществ и энергии в биосфере	Пользоваться лабораторным оборудованием	Методами исследования в области экобиотехнологий
			Знает приемы биологизации земледелия, требования безопасности к отходам животноводства и технологиям их обработки, хранения и использования			
			ПКос-2.2	Особенности био-	Анализировать и опи-	Навыками проведе-

		среды	Знает теоретические основы микробиологии и роль микробиоты в поддержании экологического равновесия в биосфере, основы природоохранных биотехнологий	логических систем разных уровней организации; способы анализа научно-исследовательской информации и принципы составления отчётной документации	сывать биологические системы разных уровней организации; осуществлять выбор специальных методик проведения научно-исследовательских работ с биологическими объектами	ния научно - исследовательских работ с биологическими объектами разных уровней организации; составления научно-технических отчётов, обзоров и пояснительных записок
			ПКос-2.3	Микробиологические процессы и методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной микробиологической информации при перера-	Работать с нормативной документацией, касающейся микробиологические технологии в практике производства и переработки сельскохозяйственной продукции, на практике применять знания и	Микробиологическими технологиями по выделению штаммов микроорганизмов и осуществлению контроля за их чистотой; методами количественного учета микроорганизмов, мето-

			Разрабатывает и применяет приемы биологизации агротехнологий	ботке сельскохозяйственной продукции	навыки, приобретенные в области биобезопасности; планировать и организовывать научно-исследовательскую работу по микробиологии, используя методы математического планирования эксперимента и статистической обработки данных; составлять отчеты и вести документацию; применять полученные в области микробиологии знания для решения учебных задач; пользоваться современными методами изучения микроорганизмов и микробиологических процессов	дами работы с условно-патогенными и патогенными штаммами; идентификации микроорганизмов в лабораторных и производственных условиях при переработке сельскохозяйственной продукции;
			ПКос-2.4			
			Разрабатывает и применяет экологически безопасные технологии обработки, хранения, утилизации органических отходов промышленного	Биологические особенности функционирования маркерных биосистем различного уровня организации	подбирать индикаторные организмы для реализации типовых научно-исследовательских задач мониторинга и оценки экологического	Методами применения живых организмов различного уровня организации в качестве маркерных биологических систем изменения эко-

			животноводства и птицеводства		состояния природных сред, методику проведения биотестирования природных и техногенных сред	логического состояния природных сред
			ПКос-2.5			
			Разрабатывает приемы рекультивации загрязненных восстановление деградированных и почв земель сельскохозяйственного назначения в соответствии с нормативными правовыми актами, регламентирующими проведение рекультивации	Приемы рекультивации загрязненных восстановление деградированных и почв земель сельскохозяйственного назначения в соответствии с нормативными правовыми актами, регламентирующими проведение рекультивации	Разрабатывать приемы рекультивации загрязненных восстановление деградированных и почв земель сельскохозяйственного назначения в соответствии с нормативными правовыми актами, регламентирующими проведение рекультивации	Приемами рекультивации загрязненных восстановление деградированных и почв земель сельскохозяйственного назначения в соответствии с нормативными правовыми актами, регламентирующими проведение рекультивации

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	час. /всего*	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ /всего*	ПКР	
Тема 1. Масштабы и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.	4,75	1	2		1,75
Тема 2. Миграция и трансформация веществ-загрязнителей в природных экосистемах.	7		4		3
Темы 3. Возможности эколобиотехнологии для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы.	6	2			3
Тема 4. Теоретические основы экобиотехнологических процессов.	6	1	2		3
Тема 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и орошения.	6	1	2		3
Тема 6. Удаление соединений азота и фосфора из сточных вод.	7		4		3
Тема 7. Анаэробная биологическая очистка воды.	7	2	2		3
Тема 8. Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха.	6	1	2		3
Тема 9. Биоремедиация загрязнённой почвы. Процессы биодegradации и биотрансформации ксенобиотиков.	11	2	6		3
Тема 10. Компостирование органических отходов.	9/4	2	4/4		3
Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов.	7	2	2		3

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	час. /всего*	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ /всего*	ПКР	
<i>Подготовка к зачету</i>					9
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			0,25	
Всего за 3 семестр	108	30	30/4	0,25	47,75
Итого по дисциплине	108	30	30/4	0,25	47,75

* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)

Тема 1. Масштабы и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.

Масштабы антропогенного загрязнения почв, воды и воздуха, образования отходов. Источники загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.

Тема 2. Миграция и трансформация веществ-загрязнителей в природных экосистемах.

Миграция веществ, загрязняющих окружающую среду. Атмосферный перенос. Водная миграция. Миграция в почвенных средах. Биогенный перенос.

Темы 3. Возможности экобиотехнологии для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы.

Общая характеристика задач, решаемых с использованием экобиотехнологии: очистка сточных вод и восстановление водных экосистем, биоремедиация почвы, удаление загрязнений из воздушных потоков, утилизация органических отходов.

Тема 4. Теоретические основы экобиотехнологических процессов.

Термодинамика биологических процессов. Стехиометрические уравнения.

Кинетика биохимических процессов. Влияние внешних факторов на кинетику ферментативных реакций.

Тема 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и орошения.

Биологический состав активного ила и биоплёнки. Очистка сточных вод в аэротенках: технологические схемы очистки, конструкции аэротенков, системы аэрации в аэротенках, расчёт аэротенков. Очистка сточных вод в биологических фильтрах: биофильтры с объёмной загрузкой, биофильтры с плоской загрузкой, погружные биофильтры, расчёт биофильтров.

12

Тема 6. Удаление соединений азота и фосфора из сточных вод.

Процесс нитрификации: химизм процесса, нитрифицирующие бактерии, нитрификация с использованием активного ила и биоплёнки. Процесс денит-

рификации: химизм процесса, денитрифицирующие бактерии, денитрификация с использованием активного ила и биоплёнки. Удаление соединений фосфора: потребление фосфора биомассой, осаждение фосфатов.

Тема 7. Анаэробная биологическая очистка воды.

Использование анаэробных процессов в биологической очистке сточных вод. Химия и микробиология анаэробной очистки сточной воды. Реакторы, используемые для анаэробной очистки сточных вод.

Тема 8. Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха.

Процессы очистки воздуха с использованием биофильтров: конструкции биофильтров, типы насадок, область применения биофильтров, преимущества и недостатки биофильтров. Процессы очистки воздуха с использованием биоскрубберов: конструкции биоскрубберов, область применения биоскрубберов, преимущества и недостатки биоскрубберов.

Тема 9. Биоремедиация загрязнённой почвы. Процессы биodeградации и биотрансформации ксенобиотиков.

Микробиологическая трансформация ксенобиотиков: окисление, восстановление, деградация, конъюгация, дегалогенирование.

Микроорганизмы-деструкторы. Технологии биоремедиации почвенных экосистем: биостимулирование и биоаугментация.

Тема 10. Компостирование органических отходов.

Характеристика органических отходов, утилизируемых компостированием. Химизм процесса компостирования. Микроорганизмы, участвующие в процессе компостирования. Факторы, влияющие на скорость аэробного разложения органических отходов.

Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов.

Характеристика органических отходов, утилизируемых анаэробным сбраживанием. Химизм и микробиология анаэробного сбраживания. Факторы, влияющие на скорость анаэробного разложения органических отходов.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций и практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практическая подготовка*
1.	Тема 1. Мас-	Лекция 1. Масштабы	ПКос-1.5;	Провер-	1

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практическая подготовка*
	штабы и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.	и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.	Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	ка конспекта лекций в рабочей тетради	
		ПЗ № 1. Оценка предотвращённого экологического ущерба при внедрении технологий очистки и утилизации вредных выбросов и отходов	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Слайд-презентация, групповая дискуссия	2
2	Тема 2 Миграция и трансформация веществ-загрязнителей в природных экосистемах.	ПЗ № 2. Особенности миграции органических загрязнителей, тяжёлых металлов и радионуклидов (Микробиологический посев субстратов, загрязнённых ксенобиотиками)	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Контроль выполнения задания в рабочей тетради	4
	Тема 3 Возможности экобиотехнологии для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы.	Лекция 3. Возможности «Микробная биотехнология окружающей среды» для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы.	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Проверка конспекта лекций в рабочей тетради	2
	Тема 4 Теоретические основы экобиотехнологических процессов.	Лекция 4. Теоретические основы экобиотехнологических процессов.	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4;	Проверка конспекта лекций в рабочей	1

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практическая подготовка*
			Пкос-2.5	тетради	
		ПЗ №4. Взаимосвязь химической структуры органических веществ и их биохимического окисления	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Слайд-презентация, групповая дискуссия Контроль выполнения задания в рабочей тетради	2
	Тема 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и о потения.	Лекция 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и о потения.	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Проверка конспекта лекций в рабочей тетради	1
		ПЗ №5. Методы расчета сооружений аэробной биологической очистки сточных вод	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Слайд-презентация, групповая дискуссия Контроль выполнения задания в рабочей тетради	2

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практическая подготовка*
	Тема 6. Удаление соединений азота и фосфора из сточных вод.	ПЗ №6. Методы расчета процессов нитрификации и денитрификации	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Контроль выполнения задания в рабочей тетради	4
	Тема 7. Анаэробная биологическая очистка воды.	Лекция 7. Анаэробная биологическая очистка воды	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Проверка конспекта лекций в рабочей тетради	2
		ПЗ № 7. Биохимические и физиологические характеристики метаногенных сообществ микроорганизмов	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Контроль выполнения задания в рабочей тетради	2
	Тема 8 Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха.	Лекция 8. Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха.	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Проверка конспекта лекций в рабочей тетради	1
		ПЗ 8. Определение массообменных характеристик биоскрубберов	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Слайд-презентация, групповая дискуссия Контроль выполнения задания	2

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практическая подготовка*
				в рабочей тетради	
	Тема 9. Биоремедиации загрязнённой почвы. Процессы биodeградации и биотрансформации ксенобиотиков.	Лекция 9. Биоремедиации загрязнённой почвы. Процессы биodeградации и биотрансформации ксенобиотиков.	ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5	Проверка конспекта лекций в рабочей тетради	2
		ПЗ 9. Разработка, производство и применение бакпрепаратов для восстановления почвенных экосистем	ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5	Слайд-презентация, групповая дискуссия Контроль выполнения задания в рабочей тетради	6
	Тема 10. Компостирование органических отходов.	Лекция 10. Компостирование органических отходов.	ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5	Проверка конспекта лекций в рабочей тетради	2
		ПЗ №10. Методы интенсификации компостирования органических отходов	ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5	Слайд-презентация, групповая дискуссия Контроль выполнения	4/4

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практическая подготовка*
				задания в рабочей тетради	
	Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов	Лекция 11. Анаэробная переработка органических отходов	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Проверка конспекта лекций в рабочей тетради	2
		ПЗ 11. Расчет метантенков	ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5	Слайд-презентация, групповая дискуссия Контроль выполнения задания в рабочей тетради	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ и название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1. Масштабы и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; Пкос-2.1; Пкос-2.2; Пкос-2.3; Пкос-2.4; Пкос-2.5

№ п/п	№ и название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	загрязнителей и отходов.	
2	Тема 2. Миграция и трансформация веществ-загрязнителей в природных экосистемах.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
3	Темы 3. Возможности «Микробная биотехнология окружающей среды» для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
4	Тема 4. Теоретические основы экобиотехнологических процессов.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
5	Тема 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и о потения.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
6	Тема 6. Удаление соединений азота и фосфора из сточных вод.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
7	Тема 7. Анаэробная биологическая очистка воды.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
8	Тема 8. Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
9	Тема 9. Биоремедиации загрязнённой почвы. Процессы биодеградации и биотрансформации ксенобиотиков.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
10	Тема 10. Компостирование органических отходов.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5
11	Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Тема 1. Масштабы и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.	Л Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР Изучение материала по теме лекции
2	Тема 2. Миграция и трансформация веществ-загрязнителей в природных экосистемах.	Л Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР Изучение материала по теме лекции
3	Темы 3. Возможности экобиотехнологии для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы.	Л Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР Изучение материала по теме лекции

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
4	Тема 4. Теоретические основы экобиотехнологических процессов.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции
5	Тема 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и о потения.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции
6	Тема 6. Удаление соединений азота и фосфора из сточных вод.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
7	Тема 7. Анаэробная биологическая очистка воды.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции
8	Тема 8. Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
9	Тема 9. Биоремедиации загрязнённой почвы. Процессы биodeградации и биотрансформации ксенобиотиков.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
10	Тема 10. Компостирование органических отходов.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
11	Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов.		навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции.
		Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
11	Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов.	ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Тестовые задания по дисциплине

1. Активный ил, применяемый при очистке стоков биотехнологических производств – это:

- а) сорбент;
- б) смесь сорбентов;
- в) смесь микроорганизмов, полученных генно-инженерными методами;
- г) природный комплекс микроорганизмов+.

2. Иммобилизация клеток продуцентов целесообразна в случае, если целевой продукт:

- а) растворим в воде;
- б) нерастворим в воде;
- в) локализован внутри клетки;
- г) растворим в спирте.

3. Экономическое преимущество биотехнологического производства, основанного на иммобилизованных биообъектах, перед традиционным обусловлено:

- а) меньшими затратами труда;
- б) более дешевым сырьем;
- в) многократным использованием биообъекта;
- г) ускорением производственного процесса.

4. Существенное изменение структуры вещества под действием организмов

- а) биоремедиация
- б) конъюгация
- в) трансформация+
- г) минерализация

5. Трансформация нетоксичного или малотоксичного ксенобиотика в токсичное соединение

- а) детоксикация
- б) изомеризация
- в) токсификация
- г) обезвреживание

6. Способность различных соединений подвергаться биотрансформации

- а) биодоступность
- б) окисление
- в) детоксикация
- г) ремедиация

7. В анаэробных условиях конечными продуктами деградации многих ксенобитиков являются

- а) метан и углекислый газ+
- б) алканы и углекислый газ
- в) водород и углекислый газ
- г) кислород и этан

8. Масса, образуемого активного ила небольшая, низкие энергозатраты на перемешивание, образуется энергоноситель в виде биогаза в процессе

- а) анаэробной очистки сточных вод
- б) аэробной очистки сточных вод
- в) очистки сточных вод в биопрудах
- г) применения альгобактериального сообщества

9. Единственная группа прокариотов, которые осуществляют оксигенный фотосинтез, усваивающие ряд газообразных соединений: CO₂ - в процессе фотосинтеза, O₂ - в процессе дыхания, N₂ - в процессе азотфиксации, H₂S – при аноксигенном фотосинтезе

- а) цианобактерии
- б) диатомеи
- в) зеленые водоросли
- г) высшие растения

10. Водоросли, обитатели холодных вод с наличием Si и Fe, наиболее интенсивно растущие весной и осенью, развивающиеся в очистных сооружениях с большой опорной поверхностью

- а) красные
- б) диатомовые
- в) зеленые
- г) бурые

11. Базовый элемент биосферы, способный адсорбировать, нейтрализовать и минерализовать загрязнения, выполняя важную роль в самоочищении экосистем от органических отходов и остатков

- а) почва
- б) вода
- в) атмосфера
- г) микробоценоз

12. В экосистемах редуцентами являются

- а) растения
- б) бактерии и грибы+
- в) вирусы
- г) животные

13. Из водорослей нашли применение в качестве очистителей сточных вод в биопрудах

- а) Chlorella, Scenedesmus +
- б) Gelidium, Phyllophora
- в) Laminaria
- г) Pleurococcus

14. Очистные сооружения с дополнительным освещением для культивирования альгобактериального ила

- а) симбиотенки
- б) септики
- в) аэротенки
- г) окситенки

15. Для очистки сточных вод с помощью растений используют

- а) поля фильтрации, биоплато
- б) иловые карты, иловые площадки
- в) аэротенки, метантенки
- г) окситенки, биотенки

16. Специально подготовленные и спланированные земельные участки, предназначенные для очистки сточных вод с одновременным использованием для выращивания технических культур растений

- а) поля орошения
- б) поля фильтрации
- в) иловые площадки
- г) биопруды

17. Способность организмов развиваться в среде с тем или иным содержанием органических веществ, при той или иной степени загрязнения называется

- а) токсичностью
- б) сапробностью
- в) буферностью
- г) фактором роста

18. Наиболее целесообразным видом биоремедиации участков со старыми нефтяными загрязнениями является

- а) внесение новых штаммов-деструкторов
- б) стимулирование аборигенной микробиоты с применением удобрений+
- в) засыпка песком
- г) внесение фитофаговых грибов

19. Благоприятными условиями для биodeградации нефтепродуктов в окружающей среде являются

- а) аэробные условия, температура 20-35°C+
- б) анаэробные условия, температура 20-35°C
- в) анаэробные условия, температура 5-15°C
- г) аэробные условия, температура 5-15°C

20. Наиболее трудно утилизируемыми фракциями нефти для микроорганизмов являются

- а) смолы и асфальтены
- б) предельные углеводороды
- в) непредельные углеводороды
- г) циклические углеводороды

21. В процессе биоремедиации разлива нефти предпочтительнее внесение

- а) монокультур микроорганизмов
- б) смешанных культур микроорганизмов
- в) биоиндикаторных микроорганизмов
- г) другое

22. В процессе окисления загрязнений сточных вод основная роль принадлежит

- а) бактериям

- б) водорослям
- в) грибам
- г) простейшим

23. Деструкторами полимерных соединений, синтетических тканей и пластиков на первых этапах являются

- а) грибы
- б) бактерии
- в) растения
- г) водоросли

24. Биодеструкцию большинства технических полимеров инициируют процессы

- а) термического и фотоокисления+
- б) колонизации микроорганизмами
- в) бактериальной ферментации
- г) миколитического расщепления

25. Основой трудноутилизуемых для бактерий ПАУ являются

- а) бензольные кольца
- б) фенольные группы
- в) метильные остатки
- г) кетогруппы

26. Наиболее стойкими галогенсодержащими ксенобиотиками являются

- а) фторсодержащие+
- б) хлорсодержащие
- в) бромсодержащие
- г) йодсодержащие

27. К экстенсивным аэробным процессам биохимической очистки сточных вод относятся

- а) очистка с применением активного ила
- б) очистка с применением биопленки
- в) аэрируемые отстойники
- г) поля орошения, поля фильтрации, биопруды

28. Сооружение для биологической очистки сточных вод, представляющее собой открытую систему проточных резервуаров с активной аэрацией

- а) аэротенк
- б) метантенк
- в) септитенк
- г) биопруд

29. Система анаэробной очистки стоков

- а) аэротенк, окситенк
- б) метантенк, септитенк

в) экструдер, ферментер

г) биопруд, иловая карта

30. Горизонтальный отстойник закрытого типа, в котором образовавшийся на дне осадок твердых частиц перегнивает и разлагается анаэробными микроорганизмами без дополнительного перемешивания и нагревания

а) аэротенк

б) метантенк

в) септитенк+

г) биопруд

31. Сооружение для анаэробного сбраживания осадка сточных вод, а также высококонцентрированных сточных вод при повышенных температурах

а) аэротенк

б) метантенк+

в) септитенк

г) биопруд

32. Очистные системы, сочетающие в себе применение активного ила и биопленки

а) биотенки+

б) метантенки

в) аэротенки

г) симбиотенки

33. Активный ил представляет собой

а) хлопья, состоящие из частично активных, частично отмирающих организмов, твердых частиц неорганической природы

б) совокупность обитателей бентоса

в) донные осадки водоемов

г) другое

34. Основной процесс, происходящий при анаэробной очистке сточных вод

а) метаногенез+

б) окисление

в) азотфиксация

г) оксигенез

35. Развитие цианобактерий, водорослей, брюхоресничных инфузорий, характерно для

а) биопленок аэробных сооружений очистки +

б) аэротенков

в) метантенков

г) септиков

36. Формирование биоценоза обрастаний начинается с адсорбции или осаждения твердых частиц и колонизации клеток

- а) бактерий, способных образовывать слизистую капсулу+
- б) свободно передвигающихся бактерий
- в) инфузорий
- г) водорослей

37. Состав организмов разнообразнее

- а) в биологической пленке+
- б) в активном иле азротенка
- в) в активном иле метантенка
- г) септике

38. Молекула лигнина состоит из продуктов полимеризации, где основным мономером является

- а) конифериловый спирт+
- б) целлюлоза
- в) клетчатка
- г) целлобиоза

39. Биодоступность целлюлозосодержащего субстрата повышают

- а) механическим измельчением и действием кислот и щелочей при повышенной температуре
- б) обработкой фенольными соединениями и танинами
- в) десульфуризацией
- г) дегалогенированием

40. В результате деятельности сульфатовосстанавливающих бактерий из сточных вод осаждаются

- а) сульфиды тяжелых металлов+
- б) сульфаты тяжелых металлов
- в) сульфиты тяжелых металлов
- г) серосодержащие пептиды

41. Бактериальным выщелачиванием называют

- а) растворение металлов из руд бактериальным окислением сульфидных минералов
- б) перевод металла из растворимого состояния в нерастворимое под действием бактерий
- в) способ очистки сточных вод от тяжелых металлов
- г) получение щелочей с помощью бактерий

42. Искусственное разведение дождевых червей

- а) вермикультура+
- б) гумификация
- в) силосование
- г) ремедиация

43. Технологиями вермикомпостирования достигается

- а) трансформация растительных остатков в биогумус
- б) производство биodeградируемых полимеров
- в) получение биогаза
- г) очистка сточных вод

44. Инокуляция бобовых растений препаратами, содержащими *Rhizobium*

- а) способствует азотфиксации
- б) производится для обеспечения фунгицидного действия
- в) угнетает рост сорняков
- г) защищает корни от нематод

45. Инокуляция корней растений микоризными грибами

- а) способствует доставке растениям фосфатов
- б) способствует азотфиксации
- в) стимулирует рост актиномицетов
- г) является белковой подкормкой

46. Микроорганизм, применяемый в качестве инсектопатогена, синтезирующий экзоферменты (лецитиназы, хитиназы, протеазы), δ -эндотоксин белковой природы

- а) *Bacillus thuringiensis*
- б) *Bacillus subtilis*
- в) *Pseudomonas putida*
- г) *Escherichia coli*

47. Препарат против колорадского жука, полученный на основе энтомопатогенного дейтеромицета

- а) боверин
- б) нитрагин
- в) азотбактерин
- г) ризоплан

48. Положительное влияние бактерий *Pseudomonas*, стимулирующих рост растений, заключается в

- а) синтезе различных метаболитов, полезных для растений +
- б) фиксации атмосферного азота
- в) формировании микоризы
- г) формировании симбиоза

49. Сухой препарат азотфиксаторов, приготовленный на основе клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* и предназначенный для повышения урожайности бобовых

- а) боверин
- б) нитрагин
- в) азотобактерин
- г) ризоплан

50. Для биологической очистки воздуха применяют

- а) биофильтры, биоскрубберы, биореакторы с омываемым слоем
- б) озонаторы, ультрафиолетовые лампы, фильтры с активным углем
- в) сепараторы, фильтр-прессы
- г) аэротенки, септики

Правильные ответы. 1 г 11 а 21 б 31 б 41 а 2 а 12 б 22 а 32 а 42 а 3 в 13 а 23 а 33 а 43 а 4 в 14 а 24 а 34 а 44 а 5 в 15 а 25 а 35 а 45 а 6 а 16 а 26 а 36 а 46 а 7 а 17 б 27 г 37 а 47 а 8 а 18 б 28 а 38 а 48 а 9 а 19 а 29 б 39 а 49 а 10 б 20 а 30 в 40 а 50 а

Вопросы к устным опросам по темам

Тема 1. Масштабы и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.

1. Масштабы антропогенного загрязнения почв, воды и воздуха, образования отходов.
2. Источники загрязнения окружающей среды.
3. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.

Тема 2. Миграция и трансформация веществ-загрязнителей в природных экосистемах.

1. Миграция веществ, загрязняющих окружающую среду.
2. Атмосферный перенос.
3. Водная миграция.
4. Миграция в почвенных средах.
5. Биогенный перенос.

Темы 3. Возможности экобиотехнологии для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы.

1. Общая характеристика задач, решаемых с использованием экобиотехнологии: очистка сточных вод и восстановление водных экосистем, биоремедиация почвы, удаление загрязнений из воздушных потоков, утилизация органических отходов.

Тема 4. Теоретические основы экобиотехнологических процессов.

2. Термодинамика биологических процессов.
3. Стехиометрические уравнения.
4. Кинетика биохимических процессов.
5. Влияние внешних факторов на кинетику ферментативных реакций.

Тема 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и орошения.

1. Биологический состав активного ила и биоплёнки.
2. Очистка сточных вод в аэротенках: технологические схемы очистки, конструкции аэротенков, системы аэрации в аэротенках, расчёт аэротенков.
3. Очистка сточных вод в биологических фильтрах: биофильтры с объёмной загрузкой, биофильтры с плоской загрузкой, погружные биофильтры, расчёт биофильтров.

Тема 6. Удаление соединений азота и фосфора из сточных вод.

1. Процесс нитрификации: химизм процесса, нитрифицирующие бактерии, нитрификация с использованием активного ила и биоплёнки.
2. Процесс денитрификации: химизм процесса, денитрифицирующие бактерии, денитрификация с использованием активного ила и биоплёнки.
3. Удаление соединений фосфора: потребление фосфора биомассой, осаждение фосфатов.

Тема 7. Анаэробная биологическая очистка воды.

1. Использование анаэробных процессов в биологической очистке сточных вод.
2. Химия и микробиология анаэробной очистки сточной воды.
3. Реакторы, используемые для анаэробной очистки сточных вод.

Тема 8. Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха.

1. Процессы очистки воздуха с использованием биофильтров: конструкции биофильтров, типы насадок, область применения биофильтров, преимущества и недостатки биофильтров.
2. Процессы очистки воздуха с использованием биоскрубберов: конструкции биоскрубберов, область применения биоскрубберов, преимущества и недостатки биоскрубберов.

Тема 9. Биоремедиация загрязнённой почвы. Процессы биodeградации и биотрансформации ксенобиотиков.

1. Микробиологическая трансформация ксенобиотиков: окисление, восстановление, деградация, конъюгация, дегалогенирование.
2. Микроорганизмы-деструкторы.
3. Технологии биоремедиации почвенных экосистем: биостимулирование и биоаугментация.

Тема 10. Компостирование органических отходов.

1. Характеристика органических отходов, утилизируемых компостированием.
2. Химизм процесса компостирования.
3. Микроорганизмы, участвующие в процессе компостирования.
4. Факторы, влияющие на скорость аэробного разложения органических отходов.

Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов.

1. Характеристика органических отходов, утилизируемых анаэробным сбраживанием.
2. Химизм и микробиология анаэробного сбраживания.
3. Факторы, влияющие на скорость анаэробного разложения органических отходов.

6.2 Перечень вопросов к зачету по дисциплине

1. Экосистемы сооружений биологической очистки сточных вод: сооружения биологической очистки сточных вод, активный ил аэробной очистки сточных вод, биопленки аэробных сооружений и биообрастания.
2. Экосистемы болот.
3. Принципы и подходы для очистки газо-воздушных выбросов. Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов.
4. Трансгенные микроорганизмы – эффективные биодеструкторы ксенобиотиков.
5. Процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки
6. Биоремедиация окружающей среды: биodeградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремедиация атмосферы
7. Биопрепараты, используемые при биоремедиации окружающей среды: характеристика биопрепаратов МИКРОЗИМ (ТМ); характеристика биопрепарата «ЭКОПАДИН».
8. Биоудоборения: характеристика, принципы получения и применения
9. Биогербициды: принципы получения и применения
10. Количественный биомониторинг техногенного загрязнения окружающей среды.
11. Оценка экологической результативности, основные этапы.
12. Критерии проектирования биотехнологических процессов очистки. Активный ил – составляющие и химизм действия.
13. Антропогенные факторы загрязнения.
14. Роль микроорганизмов в изменении подвижности и концентрировании металлов в природных средах.
15. Микробиологическая трансформация металлов
16. Необходимость возникновения биотехнологии как науки и ее место в системе наук о жизни на Земле.
17. Микроорганизмы как важнейшие компоненты биосферы.
18. Основные биополимеры прокариот: белки, полисахариды, липиды. Участие биополимеров в межклеточных регуляциях.
19. Традиционные виды сырья и перспективные для биотехнологии субстраты. Принципы действия и конструкции биореакторов: лабораторные, пилотные и промышленные биореакторы.
20. Способы культивирования: периодическое, непрерывное, поверхностное, глубинное, твердофазное. Технология биосинтеза аминокислот, антибиотиков.
21. Общие принципы получения продуктов биотехнологии с использованием микроорганизмов.

22. Переработка отходов и побочных продуктов предприятий с использованием микроорганизмов.
23. Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений.
24. Сточные воды. Санитарно-биологическая оценка качества воды.
25. Основные физиологически и структурные группы почвенных микроорганизмов.
26. Предмет и задачи природоохранных биотехнологий. Связь с другими фундаментальными науками и прикладными отраслями.
27. Преимущества биотехнологических процессов и перспективы развития основных направлений природоохранных биотехнологий.
28. Характеристика объектов биотехнологии.
29. Имобилизованные биообъекты, свойства имобилизованных биосистем преимущества их использования в биотехнологии
30. Использование генетической и клеточной инженерии в природоохранной биотехнологии
31. Основные пути загрязнения газовой воздушной среды производств и методы их очистки
32. Установки для микробиологической очистки газовой воздушной среды и их эффективность.
33. Основные показатели загрязнённости сточных вод. Цель, нормативы очистки сточных вод, основные группы организмов и их роль в процессах очистки сточных вод.
34. Сравнительная характеристика методов очистки сточных вод. Классификация методов биологической очистки сточных вод.
35. Характеристика аэробных процессов очистки сточных вод.
36. Анаэробные процессы очистки сточных вод.
37. Характеристика и состав микробиоты активного ила и биопленки.
38. Способы утилизации активного ила.
39. Биометаногенез. Типы и устройство метанотенков.
40. Разработка экологически безопасных технологий утилизации промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов.
41. Экологическая роль биodeградации твёрдых органических отходов
42. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов и ее природоохранная роль
18. Получение экологически чистой энергии.
43. Биотехнология получения этанола как топлива
44. Производство жидкого биотоплива (бутанол, биодизель)
45. Биотехнология получения биогаза
46. Биотехнология получения водорода – топлива будущего
47. Эколого-биотехнологические альтернативы в лесном хозяйстве. Перспективы использования генетических методов в развитии лесного хозяйства.

48. Биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений.
49. Принципы и виды компостирования
50. Основные принципы микробной трансформации ксенобиотиков. Новейшие методы деградации ксенобиотиков.
51. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов: биоремедиация *in situ*, биоремедиация *ex situ*.
52. Альтернативные пути развития сельскохозяйственного производства на основе биотехнологии
53. Молекулярно-генетические методы для получения препаратов сельскохозяйственного назначения
54. Препараты нового поколения для доставки средств защиты культурных растений и удобрений
55. Биометаллургические технологии
56. Технологии получения экологически безопасных биопластиков, биodeградируемых пленок и оболочек
57. Полигидроксикарбоксилаты – характеристика, субстраты и способы получения, штаммы-продуценты
58. Упаковка, поддающаяся биохимическому распаду
59. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.
60. Сравнение методов ремедиации.

6.3 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1 Оценочные средства текущего контроля успеваемости

Оценка знаний студентов проводится по следующим критериям:

Студенту зачет по дисциплине Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» ставится, если:

1. Знания студента отличаются глубиной и содержательностью, им дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы, так и на дополнительные:

- студент логично и последовательно раскрывает вопросы, предложенные в билете;
- студент излагает ответы уверенно, осмысленно и ясно;
- глубокие и обобщенные знания основных понятий психологии, форм и методов организации процесса исследования в психологии.

Студенту зачет по дисциплине Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» не ставится, если:

1. Знания студента не отличаются глубиной и содержательностью, им не дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы, так и на дополнительные:

- студент излагает ответы неуверенно, материал неосмыслен;
- обнаружено незнание или непонимание студентом контрольных вопросов;
- допускаются существенные ошибки при изложении ответов на вопросы, которые студент не может исправить самостоятельно.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

- 1 Васин, С. Г. Управление качеством. Всеобщий подход : учебник для среднего профессионального образования / С. Г. Васин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 334 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16793-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/531713>
- 2 Управление качеством : учебник для вузов / А. Г. Зекунов [и др.] ; под редакцией А. Г. Зекунова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 460 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11517-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/531534>
- 3 Горбашко, Е. А. Управление качеством : учебник для вузов / Е. А. Горбашко. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 427 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17580-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/533378>
- 4 Маюрникова, Л. А. ХАССП на предприятиях общественного питания / Л. А. Маюрникова, Г. А. Губаненко, А. А. Кокшаров. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 196 с. — ISBN 978-5-507-46103-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/297662>

7.2 Дополнительная литература

1. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 381 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13546-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/497604>
2. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов / О. Н. Чечина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 266 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13660-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494460>
3. Антипова, Л. В. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции: учебное пособие для вузов / Л. В. Антипова,

О. П. Дворянинова ; под научной редакцией Л. В. Антиповой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 204 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12435-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493603>

4. Чечина, О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. Н. Чечина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 266 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14275-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494504>

5. Организация биотехнологического производства: учебное пособие для вузов / А. А. Красноштанова [и др.] ; под редакцией А. А. Красноштановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 170 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13029-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496541>

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. При проведении практических работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории, указания преподавателей и лаборантов кафедры.
2. Рабочая тетрадь для лабораторных занятий по дисциплине Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды». М.: Центр оперативной полиграфии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016.
3. СП 1.3.2322-08 Безопасность работы с микроорганизмами 3 - 4 групп патогенности (опасности)
4. ОПОП ВО 19.03.01 Биотехнология
5. Учебный план по направлению 19.03.01 Биотехнология

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система Лань, <http://e.lanbook.com/> Доступ не ограничен.
2. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru Доступ не ограничен
3. Электронная библиотека РГБ <https://search.rsl.ru/ru> Доступ не ограничен.
4. Белорусская цифровая библиотека <https://library.by/> Доступ не ограничен.
5. Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева <http://elib.timacad.ru> Доступ не ограничен.

8.1 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Яндекс (<http://www.yandex.ru>)
2. Rambler (<http://www.rambler.ru>)
3. АПОРТ (<http://www.aport.ru>)
4. Mail.ru (<https://mail.ru>)

5. Google (<http://www.google.com>)
6. AltaVista (<http://www.altavista.com>)
7. Полнотекстовая база данных ГОСТов (<http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>)
8. Электронный банк книг (<http://bankknig.com>)
9. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)
10. Либрусек (http://lib.rus.ec/g/sci_religion)

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Микробная биотехнология окружающей среды»

Для лекционного курса необходима компьютерная техника с мультимедийным обеспечением.

Для проведения практикума по дисциплине «Микробная биотехнология окружающей среды» необходима лаборатория, оснащенная газо- и водопроводом, вентиляцией, УФ-лампами для стерилизации помещений, ламинарами и микробиологическими боксами, стерилизационной техникой (автоклавы, стерилизационные шкафы), термостатами, анаэробостатами, световыми микроскопами, хроматографами, рН-метрами, шейкерами, водяными банями, тест-системами для идентификации микроорганизмов, лабораторной посудой, посудомоечной машиной, дистиллятором, холодильниками для хранения коллекции микроорганизмов и образцов и необходимыми реактивами для приготовления питательных сред, набором красителей, компьютерная техника с мультимедийным обеспечением. Кроме этого, необходима коллекция культур микроорганизмов и компьютерная техника с мультимедийным обеспечением.

Таблица 7

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (9 учебного корпуса, №228, 229, 231 аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Корп. № 9, ауд. 228	1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/16, Инв. № 553890/17, Инв. № 553890/18, Инв. № 553890/19). 2. Микроскоп «Аквелон» 15 шт. (Инв. № 558457/29, Инв. № 558457/30, Инв. № 558457/31, Инв. № 558457/32, Инв. № 558457/33, Инв. № 558457/34, Инв. № 558457/35, Инв. № 558457/36, Инв. № 558457/37, Инв. № 558457/38, Инв. № 558457/39, Инв. № 558457/40, Инв. № 558457/41, Инв. № 558457/42, Инв. №

	558457/43). 3. Термостат биологический BD 115 2 шт. (Инв. № 558444/4, Инв. № 558444/5). 4. Весы технические электронные SPU 401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/3). 5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (558453/1). 6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626/2). 7. Ламинарный бокс ВЛ-22-600 1 шт. (Инв. № 558459/1). 8. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/4). 9. Стулья 13 шт. 10. Столы 15 шт.
Корп. № 9, ауд. 229	1. Микроскоп ЛОМО 10 шт. (Инв. № 553890/5, Инв. № 553890/6, Инв. № 553890/7, Инв. № 553890/8, Инв. № 553890/9, Инв. № 553890/10, Инв. № 553890/11, Инв. № 553890/12, Инв. № 553890/13, Инв. № 553890/14, Инв. № 553890/15). 2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/15, Инв. № 558457/16, Инв. № 558457/17, Инв. № 558457/18, Инв. № 558457/19, Инв. № 558457/20, Инв. № 558457/21, Инв. № 558457/22, Инв. № 558457/23, Инв. № 558457/24, Инв. № 558457/25, Инв. № 558457/26, Инв. № 558457/27, Инв. № 558457/28). 3. Термостат биологический BD 115 3 шт. (Инв. № 558444/1, Инв. № 558444/2, Инв. № 558444/3). 4. Весы технические электронные SPU 401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/2). 5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/2). 6. Инфракрасная горелка Bacteria safe 1 шт. (Инв. № 558456). 7. Прибор вакуумного фильтрования для анализа воды (вакуумная станция) ПВФ 35/ЗБ 1 шт. (Инв. № 558454). 8. Ламинарный бокс ВЛ-22-1200 1 шт. (Инв. № 558451/2). 9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/2-3).

	10. Стулья 13 шт.
Корп. № 9, ауд. 231	1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/1, Инв. № 553890/2, Инв. № 553890/3, Инв. № 553890/4). 2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/1, Инв. № 558457/2, Инв. № 558457/3, Инв. № 558457/4, Инв. № 558457/5, Инв. № 558457/6, Инв. № 558457/7, Инв. № 558457/8, Инв. № 558457/9, Инв. № 558457/10, Инв. № 558457/11, Инв. № Инв. № Инв. № 558457/12, Инв. № 558457/13, Инв. № 558457/14). 3. Термостат биологический BD 115 1 шт. (Инв. № 558444/4). 4. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/1). 5. Весы технические электронные SPU401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/1). 6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626). 7. Шкаф вандалоустойчивый 1 шт. 8. Мультимедийный проектор 1 шт. 9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/1). 10. Стулья 13 шт. 11. Столы – 17 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Читальный зал периодических изданий (каб. № 132)	Компьютеры – 1 шт. Столы – 28 шт. Периодические издания в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Компьютерный читальный зал (каб. № 133)	Компьютеры – 17 шт. Столы – 28 шт. Учебная литература в открытом доступе
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Компьютерный читальный зал (каб. № 144)	Компьютеры – 20 шт. Столы – 39 шт. Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Справочно – библиографический отдел (каб. № 138)	Компьютеры – 2 шт. Столы – 13 шт. Справочные и библиографические издания в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Холл 2	Столы – 8 шт. Wi-fi

этажа (зал традиционных каталогов)	
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению механики и энергетики (27 уч. корпус) Читальный зал (каб. № 202)	Компьютеры – 4 шт. Столы – 12 шт. Справочные и библиографические издания, учебная литература в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению природообустройство (28 уч. корпус) Учебный читальный зал (каб. № 223)	Компьютеры – 3 шт. Столы – 15 шт. Справочные и библиографические издания, периодика в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению природообустройство (29 уч. корпус) Научный читальный зал (каб. № 123)	Компьютеры – 13 шт. Столы – 45 шт. Справочные и библиографические издания, периодика в открытом доступе Wi-fi
Общежитие №8. Комната для самоподготовки	Телевизор, доска, большой стол на 12 человек, стулья

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Необходимо регулярно посещать лекционные занятия, внимательно слушать лектора, обязательно записывать основные положения, так как лекций немного, материал дается в сжатой форме, но на лекциях всегда приводятся самые современные данные по изучаемой дисциплине, которых может не быть в учебниках.

Изучение дисциплины «Микробная биотехнология окружающей среды» имеет ряд особенностей, связанных прежде всего с тем, что в данной дисциплине анализируют санитарно-показательные микроорганизмы, которые являются условными патогенами. При работе с такими микроорганизмами требуется повышенное внимание и осторожность. Лабораторные работы и практические занятия проводятся в специально оборудованных для работы с микроорганизмами учебных лабораториях. Студент должен посещать занятия в белом халате, знать технику безопасности и правила работы в микробиологической лаборатории. Каждый студент должен иметь свое рабочее место, оснащенное микроскопом и необходимым оборудованием для приготовления препаратов. Рабочее место студент должен содержать в чистоте и порядке. Работа в микробиологической лаборатории требует особого внимания и аккуратности. Учащийся самостоятельно выполняет лабораторную работу, полученные результаты заносит в рабочую тетрадь и за 10 мин. до окончания занятия защищает работу у преподавателя.

Самостоятельная работа студента, направленная на углубление и закреп-

ление знаний студента, должна заключаться в подготовке к каждому занятию путем изучения соответствующих разделов учебников и практикума, необходимо также запоминать латинские названия микроорганизмов.

Самостоятельная работа студентов предполагает пользование учебно-методическими материалами, рекомендованными как список основной, дополнительной литературы и электронных ресурсов

10.1. Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан отработать их в течение двух недель после пропуска по договоренности с преподавателем и лаборантом, предоставляющим студенту культуры микроорганизмов, реактивы и материалы для отработки. После отработки результаты предъявляются дежурному преподавателю, который проводит защиту отработанного занятия студентом. Занятие считается отработанным, если в Рабочей тетради студента стоит подпись преподавателя, дата отработки, а в Журнале по отработке занятий сделана соответствующая запись студентом, отрабатывающим занятие, имеются подписи проверившего отработанное преподавателя и лаборанта кафедры. При невозможности отработать занятие в учебной лаборатории преподаватель может требовать у студента конспект по пропущенной теме.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Необходимо неукоснительно требовать от студентов соблюдения правил техники безопасности при работе с микроорганизмами. При проведении лабораторного практикума необходимо делить группу студентов на подгруппы, чтобы число студентов на преподавателя не превышало 10-12 чел. В противном случае обеспечить безопасность студентов и качество выполняемой ими работы весьма затруднительно. При проведении микробиологических посевов подгруппа делится на бригады по 2-3 человека. Защита лабораторной работы подразумевает представление преподавателю оформленной рабочей тетради, приготовленных препаратов и способность учащегося ответить на вопросы по теме работы. Для планомерного освоения дисциплины целесообразно каждое занятие задавать для самостоятельного изучения конкретные разделы по учебнику и практикуму в соответствии с изучаемой темой. Желательно использовать подходящие для высшей школы элементы суггестопедической учебной системы и при возможности - модель «погружения в предмет», что несомненно, облегчит учащимся запоминание большого объема информации.

Устные опросы проводятся с использованием принципов интерактивного обучения.

12 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-педагогический состав знакомится с психологофизиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Согласно требованиям, установленным Минобрнауки России к порядку реализации образовательной деятельности в отношении инвалидов и лиц с ОВЗ, необходимо иметь в виду, что:

1. инвалиды и лица с ОВЗ по зрению имеют право присутствовать на занятиях вместе с ассистентом, оказывающим обучающемуся необходимую помощь;
2. инвалиды и лица с ОВЗ по слуху имеют право на использование звукоусиливающей аппаратуры.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не являющимися инвалидами, если это не создает трудностей для инвалидов и иных обучающихся при промежуточной аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с экзаменатором);
- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении промежуточной аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях.

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность прохождения испытания промежуточной аттестации (зачета.) обучающимся инвалидом может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи испытания, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

В зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся с ОВЗ Университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении аттестации:

а. для слепых:

- задания и иные материалы для прохождения промежуточной аттестации оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;
- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б. для слабовидящих:

- задания и иные материалы для сдачи зачета оформляются увеличенным шрифтом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

с. для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

по их желанию испытания проводятся в письменной форме;

d. для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей)

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по их желанию испытания проводятся в устной форме.

О необходимости обеспечения специальных условий для проведения аттестации обучающийся должен сообщить письменно не позднее, чем за 10 дней до начала аттестации. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии ука-

занных документов в организации). При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Программу разработали

ст. преп. Д.В. Снегирев
«08» «июня» мая 2025 г.

к.б.н., доцент О. В. Селицкая
«08» июня 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

Б1.В.01.07 «Микробная биотехнология окружающей среды» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология направленность: Агропромышленная биотехнология (квалификация выпускника – бакалавр)

Мосиной Людмилой Владимировной профессором кафедры экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К. А. Тимирязева (РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева), доктор биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Микробная биотехнология окружающей среды» - ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленность – Агропромышленная биотехнология разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре микробиологии и иммунологии (разработчик Снегирев Д.В. старший преподаватель кафедры микробиологии и иммунологии, Козлов А.В. д.б.н доцент заведующий кафедрой микробиологии и иммунологии).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Микробная биотехнология окружающей среды» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 Биотехнология.

2. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

3. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к профессиональному модулю по направленности (профилю) Агропромышленная биотехнология - Б1.В.01.

Представленные в Программе *цели* дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 19.03.01 Биотехнология. В соответствии с Программой за дисциплиной «Микробная биотехнология окружающей среды» закреплены следующие компетенции: ПКос-1.5; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-2.5

4. Дисциплина «Микробная биотехнология окружающей среды» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. *Результаты обучения*, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, владеть* соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Микробная биотехнология окружающей среды» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Микробная биотехнология окружающей среды» взаимосвя-

зана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 Биотехнология и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области микробиологии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Микробная биотехнология окружающей среды» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 Биотехнология.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и участие в тестировании и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета в 8 семестре, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.01.07 ФГОС направления 19.03.01 Биотехнология.

13. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 5 наименования, и соответствует требованиям ФГОС направления 19.04.01 Биотехнология.

15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Микробная биотехнология окружающей среды» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Микробная биотехнология окружающей среды».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Микробная биотехнология окружающей среды» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленность – Агропромышленная биотехнология (квалифика-

ция выпускника – бакалавр), разработанная ст. преп. кафедры микробиологии и иммунологии, Снегиревым Д.В. и Козловым А.В. д.б.н доцентом, заведующим кафедрой микробиологии и иммунологии соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Мосина Людмила Владимировна д.б.н., профессор кафедры экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К. А. Тимирязева (РГАУ–МСХА им К. А. Тимирязева «09» июня 2025 г.


