

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 29 » августа 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Биохимические методы утилизации техногенных отходов  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Управление отходами и экономика замкнутого цикла  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель – формирование комплекса знаний и умений в области разработки, внедрения и применения биохимических методов утилизации и переработки техногенных отходов

Задачи:

- изучение условий образования и основных физико-химических и химических характеристик техногенных отходов; теоретических положений о механизме процессов и сущности методов утилизации и переработки техногенных отходов биохимическими методами;
- формирование умения обосновывать и применять критерии выбора технологий и технических решений по утилизации и переработке техногенных отходов биохимическими методами;
- формирование навыков проведения теоретического анализа и технологических расчетов переработки техногенных отходов биохимическими методами

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- механизм процессов и методов переработки техногенных отходов биохимическими методами;
- биохимические способы и технологии утилизации и переработки техногенных отходов;
- аппаратное оформление биотехнологических процессов

### 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	Знает технологические процессы и режимы биохимической утилизации органических отходов	Знает нормативные правовые акты Российской Федерации в сфере обращения с отходами; отраслевые и локальные стандарты, технические условия в сфере обращения с отходами; технологические процессы и режимы обращения с отходами; методы контроля и оценки соответствия технологических процессов; методы оптимизации технологических процессов; правила проектирования технологического процесса; методы проведения опытно-конструкторских и экспериментальных работ; правила оформления технической документации и делопроизводства; составление отчетов и заключений по итогам проведения эксперимента; специализированные информационные системы, программное обеспечение и базы данных; требования охраны труда по итогам проведения эксперимента; специализированные информационные системы, программное обеспечение и базы данных; требования охраны труда	Контрольная работа
ПК 2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет обосновывать и разрабатывать на основе экспериментальных исследований биохимические способы и технологии утилизации и переработки техногенных отходов;	Умеет производить оценку технологической и экономической эффективности альтернативных наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и	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
		составлять заключение по результатам проведенных исследований	форм организации труда; разрабатывать на основе экспериментальных исследований способы и технологии утилизации и переработки техногенных отходов; использовать методологию расчета и применения наилучших доступных технологий на основе экологически обоснованного и экономически оправданного выбора; вести документацию и отчетность, составлять заключение по итогам проведения эксперимента	
ПК 2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками оценки технологической эффективности внедрения биохимических способов утилизации и переработки органических отходов; анализа результатов эксперимента	Владеет навыками анализа альтернативных наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и форм организации труда в сфере обращения с отходами; проведения лабораторных исследований по переработке техногенных отходов с получением новых материалов; составления прогнозных расчетов экономической и технологической эффективности внедрения альтернативных наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и форм организации труда; разработки программ экспериментальных работ по внедрению наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и форм организации труда; реализации программ экспериментальных работ по внедрению альтернативных наилучших доступных технологий,	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			прогрессивных методов и форм организации труда; описания и анализа результатов эксперимента; составления заключения по итогам проведения эксперимента	
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает технологические процессы и режимы биохимической утилизации и переработки органических отходов	Знает нормативные правовые акты Российской Федерации, отраслевые и локальные стандарты, технические условия в сфере обращения с отходами; технологические процессы и режимы обращения с отходами; методы контроля и оценки соответствия технологических процессов; правила проектирования технологического процесса; основы стратегического менеджмента; теорию и практику управления рисками; теорию и методы системного анализа; требования охраны труда; правила оформления технической документации и делопроизводства; специализированные информационные системы, программное обеспечение и базы данных; основы консультационной деятельности	Контрольная работа
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет анализировать эффективность биохимических способов утилизации и переработки органических отходов	Умеет производить анализ эффективности системы обращения с отходами; планировать деятельность по совершенствованию системы обращения с отходами; производить анализ деятельности организации с целью включения в технологические цепочки	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			системы обращения с отходами; организовывать внедрение бизнес-планов, инвестиционных программ и программ модернизации технологических процессов; производить анализ экологической безопасности технологических процессов и операций	
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками анализа и оценки эффективности биохимических методов утилизации и переработки техногенных отходов; навыками обоснования и внедрения наилучших доступных биотехнологий и методами контроля технологических процессов;	Владеет навыками планирования программ модернизации технологических процессов и внедрения наилучших доступных технологий; обеспечения внедрения, контроля соблюдения и прогрессивности норм времени и расхода материалов; проведения индивидуальных и групповых консультаций, опросов, анкетирования работников; проверки экономической эффективности и результатов модернизации технологических процессов; анализа и оценки эффективности методов контроля технологических процессов; документирования выполнения работ и составления отчета по результатам внедрения программ модернизации технологических процессов	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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	
3-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
Введение в биотехнологию	2	0	2	6
Понятие биотехнологии. Особенности биотехнологических процессов. Контроль и оценка эффективности биотехнологий. Критерии и принципы выбора биохимического метода переработки отходов. Теоретические основы аэробных процессов деструкции органических веществ Условия протекания. Основные физиологические группы микроорганизмов, участвующие в аэробном превращении веществ. Механизмы аэробного окисления различных классов органических веществ, присутствующих в отходах. Факторы, влияющие на скорость окисления. Оценка эффективности процесса. Теоретические основы анаэробных процессов деструкции органических веществ Условия протекания. Основные физиологические группы микроорганизмов, участвующие в анаэробном превращении веществ. Механизмы анаэробного окисления различных классов органических веществ, присутствующих в отходах. Факторы, влияющие на скорость окисления. Оценка эффективности процесса. Энергетика метаболических процессов Дыхание (цикл Кребса, дыхательная цепь). Фотосинтез и его связь с первичным источником энергии. Брожение и типы брожения. Конечные продукты метаболизма. Классификация биохимических методов переработки техногенных отходов и рекультивации загрязненных почв				
Теоретические основы аэробных процессов деструкции органических веществ	2	0	2	8
Условия протекания. Основные физиологические группы микроорганизмов, участвующие в аэробном превращении веществ. Механизмы аэробного окисления различных классов органических веществ, присутствующих в отходах. Факторы, влияющие на скорость окисления. Оценка эффективности процесса.				
Теоретические основы анаэробных процессов деструкции органических веществ	2	0	2	8
Условия протекания. Основные физиологические группы микроорганизмов, участвующие в анаэробном превращении веществ. Механизмы анаэробного окисления различных классов органических веществ, присутствующих в отходах. Факторы, влияющие на скорость окисления. Оценка эффективности процесса.				
Компостирование органических отходов	4	0	6	12
Сущность метода. Факторы, влияющие на скорость				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
компостирования. Компостирование в естественных условиях: в буртах, траншеях. Технологические приемы компостирования. Организация площадок компостирования. Требования, предъявляемые к площадкам компостирования. Контроль за процессом. Оценка качества полученного продукта. Нормативные требования к компостам. Приемы интенсификации: аэрация, ворошение, укрытие, инокуляция культур микроорганизмов. Компостирование в биобарабанах. Конструктивные особенности биобарабанов. Компостирование в биотуннелях. Конструкции биотуннелей. Эффективность процесса. Санитарно-гигиеническая оценка различных технологий компостирования.				
Вермикомпостирование	2	0	4	12
Особенности переработки органических отходов с помощью культур дождевых червей. Вермикомпостеры. Конструктивные особенности. Контроль за процессом. Оценка качества полученного продукта.				
Сбраживание органических отходов в биореакторах	4	0	4	10
Сущность метода. Продукты переработки. Контроль процесса. Оценка качества конечного продукта и направления его использования. Метантенки: конструктивные особенности. Биогазовые установки. Особенности конструкции и перспективы использования. Приемы интенсификации: оптимальные параметры, инокуляция культур микроорганизмов.				
Производство биогаза на полигонах захоронения техногенных отходов	2	0	4	8
Факторы, влияющие на производство биогаза в условиях полигона. Активная и пассивная дегазация полигонов ТКО. Биопустерные технологии.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	24	64
ИТОГО по дисциплине	18	0	24	64

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Обоснование выбора биотехнологии Критерии и принципы выбора биохимического метода переработки отходов. Эколого-экономические показатели биохимических методов переработки отходов.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Расчет конструкции биотуннеля По исходным данным о составе и свойствах перерабатываемых отходов рассчитать размеры биотуннеля
3	Расчет конструкции биогазовой установки По исходным данным о составе и свойствах перерабатываемых отходов рассчитать размеры биогазовой установки
4	Принципиальная технологическая схема процесса компостирования. На основании имеющихся исходных данных по количеству и качеству поступающих на переработку отходов рассчитать требуемую площадь и разработать принципиальную технологическую схему компостирования.
5	Обоснование выбора биотехнологического метода утилизации органических отходов. В соответствии с техническим заданием выбрать технологию биохимической переработки отходов, написать биохимические реакции
6	Пассивные и активные методы дегазации полигонов ТКО Критерии выбора технологий дегазации. Комплексная оценка эффективности получения и использования биогаза на полигоне ТКО.
7	Метаногенез. Составить схему анаэробной деструкции органических веществ в процессе метаногенеза.

## 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Прикладная экобиотехнология. Т. 1. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. 629 с. 51,35 усл. печ. л.	16
2	Прикладная экобиотехнология. Т. 2. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. 485 с. 39,65 усл. печ. л.	16
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Компостирование твердых органических отходов производства и потребления. Вермикомпостирование / Вайсман Я. И., Коротаев В. Н., Петров В. Ю., Рудакова Л. В., Куликова Ю. В., Жилинская Я. А., Слюсарь Н. Н., Зайцева Т. А., Карелин М. В. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010. 556 с.	6
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Инженерно-экологический справочник. Т. 1. Москва : Инфра-Инженерия, 2019. 1094 с.	1
2	Инженерно-экологический справочник. Т. 2. Москва : Инфра-Инженерия, 2019. 958 с.	1
3	Инженерно-экологический справочник. Т. 3. Москва : Инфра-Инженерия, 2019. 1042 с.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Власов О. А. Технологии переработки отходов : учебник. Москва Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. 301 с.	1
2	Зайцева Т. А., Рудакова Л. В., Белик Е. С. Биохимические методы переработки техногенных отходов. Биологическая очистка сточных вод в аэротенках. Пермь : ПНИПУ, 2015. 225 с. 14,125 усл. печ. л.	5
3	Управление отходами. Механобиологическая переработка твёрдых бытовых отходов. Компостирование и вермикомпостирование органических отходов : монография / Вайсман Я. И., Коротаев В. Н., Рудакова Л. В., Петров В. Ю. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 224 с. 18,22 усл. печ. л.	5

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Биохимические методы переработки техногенных отходов Биологическая очистка сточных вод в аэротенках... электронная книга Учебное пособие Авторы: Заи?цева Т. А., Рудакова Л. В., Белик Е. С. Пермь : ПНИПУ, 2015	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160932">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160932</a>	локальная сеть; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/ipr70738">https://elib.pstu.ru/Record/ipr70738</a>	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)
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	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютер	1
Практическое занятие	Проектор	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Биохимические методы утилизации техногенных отходов»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 20.04.01.Техносферная безопасность

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Управление отходами и экономика  
замкнутого цикла

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Выпускающая кафедра:** Охрана окружающей среды

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 3

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачет - 3 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине 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.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические 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 (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и зачета. 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	
	С	ТО	ИЗ	Т/КР		Зачет
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> Знает технологические процессы и режимы биохимической утилизации органических отходов		ТО1		КР1		ТВ
<b>З.2.</b> Знает технологические процессы и режимы биохимической утилизации и переработки органических отходов	С1	ТО2		КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Умеет обосновывать и разрабатывать на основе экспериментальных исследований биохимические способы и технологии утилизации и переработки техногенных отходов; составлять заключение по результатам проведенных исследований			ИЗ			ПЗ
<b>У.2</b> Умеет анализировать эффективность биохимических способов утилизации и переработки органических отходов				КР3		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками оценки технологической эффективности внедрения биохимических способов утилизации и переработки органических отходов; анализа результатов эксперимента			ИЗ			КЗ
<b>В.2</b> Владеет навыками анализа и оценки эффективности биохимических методов утилизации и переработки техногенных отходов; навыками обоснования и внедрения наилучших			ИЗ			КЗ

доступных биотехнологий технологических процессов;	и методами контроля						
---	---------------------	--	--	--	--	--	--

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. 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 обучаемого 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 бланочного 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 собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по выполнению практических работ и рубежных контрольных



работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Введение в биотехнологию», вторая КР – по модулю 2 «Теоретические основы аэробных и анаэробных процессов деструкции органических веществ», третья КР – по модулю 3 «Технологии биохимической утилизации техногенных отходов».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Понятие биотехнологии. Особенности биотехнологических процессов.
2. Контроль и оценка эффективности биотехнологий. Критерии и принципы выбора биохимического метода переработки отходов.
3. Условия протекания аэробных и анаэробных процессов деструкции органических веществ.
4. Ферменты, их классификация и роль в процессах деструкции органических веществ.
5. Брожение и типы брожения. Конечные продукты метаболизма.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Теоретические основы аэробных процессов деструкции органических веществ. Условия протекания.
2. Основные физиологические группы, участвующие в аэробном превращении веществ. Механизмы аэробного окисления различных классов органических веществ.
3. Теоретические основы анаэробных процессов деструкции органических веществ. Условия протекания.
4. Основные физиологические группы, участвующие в анаэробном превращении веществ. Механизмы анаэробного окисления различных классов органических веществ.
5. Сравнительный анализ аэробного и анаэробного процессов деструкции органических веществ.

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Классификация биохимических методов переработки техногенных отходов и рекультивации загрязненных почв.
2. Компостирование в естественных условиях: в буртах, траншеях. Технологические приемы компостирования.
3. Контроль за процессом компостирования. Оценка качества полученного продукта. Нормативные требования к компостам.
4. Особенности переработки органических отходов с помощью культур дождевых червей. Вермикомпостеры. Конструктивные особенности.
5. Биогазовые установки. Особенности конструкции и перспективы использования. Приемы интенсификации: оптимальные параметры, инокуляция культур микроорганизмов.

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

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) 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.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Классификация биохимических методов переработки и утилизации органических отходов.
2. Основные критерии выбора биохимического метода утилизации органических отходов.
3. Отличительные особенности биохимических способов утилизации техногенных отходов.
4. Ферменты, классификация и их роль в процессах деструкции органических веществ.

5. Основные физиологические группы микроорганизмов, участвующие в аэробном превращении веществ. Механизмы аэробного окисления различных классов органических веществ, присутствующих в отходах.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Оценить по предложенным данным эффективность компостирования органических отходов и предложить приемы интенсификации процесса.

2. Оценить качество компоста на основе отходов по представленным данным и обосновать направления его использования.

3. Обосновать приемы интенсификации анаэробного сбраживания органических отходов.

4. Составить схему метаногенеза.

5. Составить принципиальную технологическую схему процесса биоремедиации нефтезагрязненных почв.

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. По исходным данным о составе и свойствах перерабатываемых отходов рассчитать размеры биотуннеля.

2. Разработать принципиальную технологическую схему процесса компостирования на основании имеющихся исходных данных по количеству и качеству поступающих на переработку отходов.

3. Предложить варианты переработки органических отходов заданного состава биохимическим способом.

4. Предложить критерии выбора способа биохимической переработки отходов.

5. Предложить способ биохимической утилизации органических отходов с учетом компонентного состава, объемов накопления и возможности реализации готового продукта.

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

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета 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 зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех*

*компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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

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

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.