

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 05 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Физико-химические и биохимические методы утилизации
техногенных отходов
(наименование)

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

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

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

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

Направленность: Управление техногенными отходами
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

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

Задачи: изучение условий образования и основных физико-химических и химических характеристик техногенных отходов; теоретических положений о химизме и механизме процессов и методов переработки техногенных отходов; процессов моделирования систем переработки отходов физико-химическими и биохимическими методами;

- формирование умения проводить оптимизацию систем для переработки техногенных отходов;
- формирование навыков проведения теоретического анализа и расчетов процессов переработки техногенного отхода физико-химическими и биохимическими методами; создания инновационных моделей переработки отходов;

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- процессы условий образования техногенных отходов;
- химизм и механизм процессов и методов переработки техногенных отходов физико-химическими методами;
- моделирование процессов и аппаратов для переработки техногенных отходов
- Биохимические методы переработки отходов;
- Биотехнологии в процессах утилизации и переработки отходов;
- Аппаратурное 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-1.2	ИД-1ПК-1.2	<p>знает технологические процессы и режимы обращения с отходами, химизм и механизм процессов и методов переработки техногенных отходов;</p> <p>методики расчета основных технологических параметров процессов переработки техногенных отходов;</p> <p>-приемы оптимизации способов переработки техногенных отходов</p>	<p>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.</p>	Контрольная работа
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	<p>Умеет производить анализ эффективности системы обращения с отходами; планировать деятельность по совершенствованию системы обращения с отходами</p>	<p>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 системы обращения с отходами; организовывать внедрение бизнес-планов, инвестиционных программ и программ модернизации технологических</p>	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			процессов; производить анализ экологической безопасности технологических процессов и операций	
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	владеет навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов	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	Зачет
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	знает технологические процессы и режимы обращения с отходами; методы контроля и оценки соответствия технологических процессов; методы оптимизации технологических процессов	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	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>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</p>	
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	<p>умеет разрабатывать на основе экспериментальных исследований способы и технологии утилизации и переработки техногенных отходов, проводить расчеты основных технологических параметров процесса и основного оборудования</p>	<p>Умеет производить оценку технологической и экономической эффективности альтернативных наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и 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</p>	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			отчетность, составлять заключение по итогам проведения эксперимента	
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	владеет навыками проведения расчетов основных технических и технологических параметров процессов переработки техногенных отходов	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, прогрессивных методов и форм организации труда; описания и анализа результатов эксперимента; составления заключения по итогам проведения эксперимента	Зачет

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:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	45	45	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
3-й семестр				
Классификация методов переработки техногенных отходов	2	0	2	10
Анализ условий образования крупнотоннажных техногенных отходов. Основные физико-химические характеристики отходов. Классификация методов переработки отходов				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Физико-химические основы механических и массообменных методов и процессов переработки техногенных отходов	2	0	8	11
<p>Механические и физические методы сепарации и переработки техногенных отходов: сортировка отходов, дробление, помол, гранулирование, брикетирование. Характеристика условий проведения процессов и основного оборудования. Применение физико-химических (флотация) и физических (магнитная и электросепарация) методов при сортировке отходов.</p> <p>Физико-химические основы процессов экстракции, выщелачивания, кристаллизации и растворения, сушки. Технологические расчеты. Характеристика основного оборудования.</p> <p>Механические и физические методы сепарации и переработки техногенных отходов: сортировка отходов, дробление, помол, гранулирование, брикетирование. Характеристика условий проведения процессов и основного оборудования. Применение физико-химических (флотация) и физических (магнитная и электросепарация) методов при сортировке отходов.</p> <p>Физико-химические основы процессов экстракции, выщелачивания, кристаллизации и растворения, сушки. Технологические расчеты. Характеристика основного оборудования.</p> <p>Теплообменные и химические процессы и методы переработки техногенных отходов</p> <p>Основы технологических расчетов тепловых процессов с твердыми веществами: отверждение, плавление, сушка. Примеры применения методов. Химические методы переработки отходов. Основы моделирования химических реакторов. Примеры применения методов.</p>				
Физико-химические основы термических методов утилизации и переработки техногенных отходов. Основы моделирования процессов	2	0	6	10
<p>Физико-химические основы процессов сжигания отходов.</p> <p>Обоснование выбора метода для конкретного вида отходов. Моделирование процесса сжигания. Примеры применения метода.</p> <p>Физико-химические основы процессов пиролиза отходов. Обоснование выбора метода для конкретного вида отходов. Моделирование процесса пиролиза. Примеры применения метода. Физико-химические основы процессов газификации и плазменных методов утилизации отходов.</p> <p>Обоснование выбора метода для конкретного вида</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
отходов. Моделирование процессов. Примеры применения методов.				
Методологические подходы к разработке инновационных систем переработки техногенных отходов. Примеры технологий переработки многотоннажных техногенных отходов	2	0	7	10
Принципы создания инновационного способа переработки отходов Критерии выбора метода и способа утилизации отходов, принципы разработки технических решений по переработки и утилизации техногенных отходов. Примеры создания способа переработки конкретного вида отходов.				
Теоретические основы биохимической переработки техногенных отходов	2	0	8	14
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				
Биохимические методы и технологии переработки техногенных отходов в аэробных условиях	4	0	10	12
Технологии аэробной переработки отходов и аппаратное оформление.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Компостирование органических отходов Сущность метода. Факторы, влияющие на скорость компостирования. Компостирование в естественных условиях: в буртах, траншеях. Технологические приемы компостирования. Организация площадок компостирования. Контроль за процессом. Оценка качества полученного продукта. Приемы интенсификации: аэрация, ворошение, укрытие, инокуляция культур микроорганизмов. Компостирование в биобарабанах и биотуннелях. Конструкции аппаратов. Санитарно-гигиеническая и экологическая оценка технологий компостирования. Вермикомпостирование Особенности переработки органических отходов с помощью культур дождевых червей. Вермикомпостеры. Конструктивные особенности. Контроль за процессом. Оценка качества полученного продукта. Биологическая очистка сточных вод. Факторы, влияющие на скорость и эффективность очистки. Характеристика активного ила. Контроль процесса по физико-химическим и гидробиологическим показателям. Особенности очистки сточных вод в аэротенках, биофильтрах, в биологических прудах. Конструкции аэротенков и биофильтров.</p>				
Биохимические методы и технологии анаэробной переработки отходов	2	0	4	14
<p>Сбраживание органических отходов в биореакторах 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. Переработка отходов и производство биогаза на полигонах захоронения техногенных отходов Факторы, влияющие на производство биогаза в условиях полигона.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	16	0	45	81
ИТОГО по дисциплине	16	0	45	81

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Классификация методов переработки отходов.
2	Массообменные процессы переработки техногенных отходов. Технологические расчеты.
3	Теплообменные процессы и методы переработки техногенных отходов.
4	Химические методы переработки отходов. Основы моделирования химических реакторов
5	Физико-химические основы процессов сжигания отходов.
6	Физико-химические основы процессов пиролиза отходов.
7	Физико-химические основы процессов газификации и плазменных методов утилизации отходов
8	Методологические подходы к разработке инновационных систем переработки техногенных отходов. Методы и способы переработки полимерных отходов
9	Методы и способы утилизации электронных отходов
10	Методы и способы переработки и утилизации осадков сточных вод биологических очистных сооружений
11	Утилизация нефтесодержащих отходов физико-химическими методами
12	Обоснование выбора биотехнологии Критерии и принципы выбора биохимического метода переработки отходов. Экономические показатели биохимических методов переработки отходов.
13	Расчет конструкции биотуннеля По исходным данным о составе и свойствах перерабатываемых отходов рассчитать размеры биотуннеля, необходимое количество кислорода, скорость газообмена, количество воды.
14	Расчет конструкции биогазовой установки По исходным данным о составе и свойствах перерабатываемых отходов рассчитать размеры биогазовой установки, необходимое количество кислорода, скорость газообмена, количество воды.
15	Проектирование площадки компостирования органических отходов На основании имеющихся исходных данных по количеству и качеству поступающих на переработку отходов, рассчитать требуемую площадь с учетом размещения необходимого оборудования, производственных зданий, санитарно-защитной зоны, разработать принципиальную технологическую схему компостирования.
16	Расчет технологических и технических параметров оборудования для биохимической переработки твердых отходов В соответствии с техническим заданием выбрать технологию биохимической переработки отходов, написать биохимические реакции, выбрать оборудование, рассчитать его производительность, определить основные технические параметры оборудования
17	Пассивные и активные методы дегазации полигонов ТБО Критерии выбора технологий дегазации. Комплексная оценка эффективности получения и использования биогаза на полигоне ТБО

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления связей с ранее освоенным материалом.

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

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

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Соколов Л. И. Управление отходами : учебное пособие / Л. И. Соколов. - Москва Вологда: Инфра-Инженерия, 2018.	1
2	Т. 1. - Москва: , БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. - (Прикладная экобиотехнология : учебное пособие для вузов : в 2 т.; Т. 1).	2
3	Т. 2. - Москва: , БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. - (Прикладная экобиотехнология : учебное пособие для вузов : в 2 т.; Т. 2).	2
4	Управление техногенными отходами : учебное пособие / В. Н. Коротаев [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	20
5	Управление техногенными отходами : учебное пособие / В. Н. Коротаев [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	20
2. Дополнительная литература		

2.1. Учебные и научные издания		
1	Управление отходами. Механобиологическая переработка твёрдых бытовых отходов. Компостирование и вермикомпостирование органических отходов : монография / Я. И. Вайсман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
2	Управление отходами. Сточные воды и биогаз полигонов захоронения твёрдых бытовых отходов : монография / Я. И. Вайсман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
2.2. Периодические издания		
1	Экология и промышленность России : общественный научно-технический журнал. - Москва: , Калвис , , 1996 - . 2019, т. 23, № 10.	1
2	Экология промышленного производства : межотраслевой научно-практический журнал по отечественным и зарубежным материалам / Всероссийский научно-исследовательский институт межотраслевой информации - федеральный информационно-аналитический центр оборонной промышленности. - Москва: ВИМИ, 1993 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Зайцева Т. А. Микробиология и биотехнология : лабораторный практикум / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	15
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ю.М.Поташиков УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ	https://mospolytech.ru/storage/files/kaf/titpo/Utilizatsiya_othodov_proizvodstva_i_potrebleniya._Uchebnoe_posobie.pdf	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	А.Г.Ветошкин ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ ОТ ОТХОДОВ	https://mospolytech.ru/storage/files/kaf/titpo/Zaschita_litosfery_ot_othodov._Uchebnoe_posobie.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	компьютер, видеопроектор	2
Практическое занятие	компьютер, видеопроектор	2

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Физико-химические и биохимические методы переработки
техногенных отходов»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 20.04.01 .Техносферная безопасность

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Управление техногенными отходами

Квалификация выпускника: Магистр

Выпускающая кафедра: Охрана окружающей среды

Форма обучения: Очная

Курс: 2 **Семестр: 3**

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации :

Диф. зачет - 3 семестр

Пермь 2020

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 2 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 по дисциплине (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 лабораторным 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		Диф. Зачет
Усвоенные знания						
З.1 знать основные физико-химические и химические характеристики многотоннажных техногенных отходов и воздействие техногенных отходов и технологий их утилизации на объекты окружающей среды		ТО1		КР1		ТВ
З.2 знать механизм процессов и методов переработки техногенных отходов	С1	ТО2		КР1		ТВ
З.3. знать методики расчета основных технологических		ТО3		КР2		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь определять зоны повышенного загрязнения при образовании техногенных отходов и их утилизации			ИЗ	КР1		ПЗ
У.2 уметь оптимизировать методы и способы переработки техногенных отходов физико-химическими и биохимическими методами			ИЗ	КР2		ПЗ

У.3. уметь разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств			ИЗ	КР2		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками проведения теоретического анализа процессов переработки техногенного отхода; владеть навыками моделирования систем для переработки техногенных отходов			ИЗ			КЗ
В.2 владеть навыками расчетов основных технологических параметров процессов переработки техногенных отходов			ИЗ			КЗ
В.3 владеть навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов			ИЗ			КЗ

С - собеседование по теме; *ТО* - коллоквиум (теоретический опрос); *ИЗ* - кейс-задача (индивидуальное задание); *Т/КР* - рубежное тестирование (контрольная работа); *ТВ* - теоретический вопрос; *ПЗ* - практическое задание; *КЗ* - комплексное задание диф. зачета.

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

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

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности 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 бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

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

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

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме 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 индивидуальных заданий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы теории управления проектами», вторая КР - по модулю 2 «Практика управления проектами».

Типовые задания первой КР:

1. Классификация твердых отходов. Классификация методов переработки и утилизации твердых отходов.
2. Основы моделирования массообменных процессов и технологического расчета массообменных аппаратов.
3. Термические методы переработки отходов. Физико-химические основы сжигания отходов. Выбор температурного режима.

Типовые задания второй КР:

1. Конструктивные особенности технологического оборудования для аэробной переработки отходов.
2. Конструктивные особенности биогазовых установок для переработки отходов

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)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная

сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

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 твердых отходов. Классификация методов переработки и утилизации твердых отходов.
2. Методы классификации и сортировки (грохочение, воздушная сепарация, гидравлическая классификация, применение методов инфракрасного излучения для разделения отходов). Основное технологическое оборудование. Принцип действия.
3. Физико-химические методы переработки отходов: экстрагирование, выщелачивание, химическое обогащение, методы извлечения из отходов ценных компонентов. Приведите примеры применения методов.
4. Технологии аэробной переработки отходов и аппаратное оформление.
5. Биологическая очистка сточных вод. Факторы, влияющие на скорость и эффективность очистки. Характеристика активного ила.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Основы моделирования массообменных процессов переработки техногенных отходов. Технологические расчеты сушилки.
2. Расчет и моделирование химических реакторов для переработки отходов

3. Моделирование и расчет аэротенков.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Дайте характеристику отходов потребления полимерной промышленности и рассмотрите основные методы переработки и утилизации полимерных отходов. На примере многотоннажных отходов одного из полимеров (полипропилен, поликарбонат, полиэтилентерефталат, изделия на основе синтетических каучуков) разработайте технологическую модель их переработки и утилизации с получением товарных продуктов.
2. На примере одного из отходов электронной промышленности разработайте технологическую модель его переработки с получением товарных продуктов. Рассмотрите конструктивные особенности основного технологического оборудования. Обоснуйте экологическую и экономическую эффективность представленной технологической модели.
3. На примере твердых коммунальных отходов разработайте технологическую модель их переработки с использованием биохимических методов

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.