

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.03.01**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Технологии переработки и утилизации отходов 1**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	4	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	<b>4</b>
Лабораторные	6	<b>6</b>
Практические	6	<b>6</b>
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0.25	<b>0.25</b>
Контактная работа	16.25	<b>16.25</b>
Самостоятельная работа	88	<b>88</b>
Контроль	3.75	<b>3.75</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, к.п.н., Кравцова М.В.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Преподаватель, Гущина Т.П.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2026г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

---

(протокол заседания № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – повышение уровня профессиональной компетенции студентов посредством освоения студентами теоретических и практических основ в области обращения с отходами и технологий их переработки и утилизации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Проблемы устойчивого развития», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Технологии переработки и утилизации отходов 2», «Химия и технология неорганических веществ», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Экологическая экспертиза».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ПК-2 – Способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	ПК-2.1. Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации о химико-технологическом процессе и анализе состояния природных сред	Знать: - типы и способы использования информационных технологий при проектировании процессов утилизации отходов
		Уметь: - обрабатывать и коррелировать экспериментальные данные
		Владеть: - навыками работы с компьютерными программами, обеспечивающих автоматизацию процессов и обработку получаемой информации, методами калибровки анализа, методами математической статистики для обработки результатов анализа и оценки точности результатов
ПК-3 – Способен изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	ПК-3.1. Проводит поиск и анализ научно-технической информации в области использования ресурсосберегающих технологий в химической технологии, нефтехимии и	Знать: - основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований

Формируемые и контролируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
	биотехнологии	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками и приемами подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований</li> </ul>
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Анализ нормативно-правовой базы в области обращения с отходами. Современные подходы к переработке и утилизации отходов	Лек № 1	Нормативно-правовая база в области обращения с отходами	4	1	-	посредством «онлайн-консультации»	
	Ср № 1	Изучение теоретического материала по теме: Проведение инструктажа по технике безопасности выполнения лабораторных работ. Экспериментальные методы определения степени опасности отходов	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1
	Пр № 1	Расчеты показателей степени опасности компонента отхода	4	3	10	-	Отчет по практическому занятию № 1
	Ср № 2	Изучение теоретического материала по теме: Механическая переработка твердых отходов	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1
	Лаб № 1	Исследование процесса дробления полимерных материалов расчетным методом	4	2	10	-	Отчет по лабораторному занятию № 1
	Лек № 2	Физико-химические методы переработки отходов	4	1	-	посредством «онлайн-консультации»	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср № 3	Методика выполнения измерений массовой доли влаги в твердых и жидких отходах производства и потребления, почвах, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом	4	4		-	Промежуточный тест № 1
	Ср № 4	Изучение теоретического материала по теме: Кондиционирование осадков промышленных сточных вод, обработка органическими флокулянтами	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1
	Ср № 5	Изучение теоретического материала по теме: Определение дозы коагулянта	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1
	Ср № 6	Изучение теоретического материала по теме: Термические способы переработки отходов. Беспламенные термические способы утилизации отходов. Сжигание отходов	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср № 7	Изучение теоретического материала по теме: Получение активных углей из промышленных отходов и изучение их характеристик	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1
	Пр № 2	Образование загрязняющих веществ при работе мусоросжигательных заводов	4	3	10	-	Отчет по практическому занятию № 2
	Ср № 8	Изучение теоретического материала по теме: Пиролиз отходов	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1
	Лек № 3	Образование нефтешламов и их воздействие на окружающую среду. Классификация нефтеотходов. Утилизация нефтешламов	4	2	-	посредством «онлайн-консультации»	
	Ср № 9	Изучение теоретического материала по теме: Определение механических примесей в нефтепродуктах	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1
	Ср № 10	Изучение теоретического материала по теме: Определение содержания воды в нефтях и нефтепродуктах	4	4	-	-	Промежуточный тест № 1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср № 11	Промежуточный тест 1	4	1	10	-	Промежуточный тест № 1
	Ср № 12	Изучение теоретического материала по теме: Биологические способы переработки отходов	4	4	-	-	Промежуточный тест № 2
	Ср № 13	Изучение теоретического материала по теме: Биологический способ обезвреживания нефтешламов	4	4	-	-	Промежуточный тест № 2
	Лаб № 2	Расчет нормативов образования отходов и лимитов на их размещение	4	2	10	-	Отчет по лабораторному занятию № 2
	Лаб № 3	Полигоны для захоронения отходов. Расчет полигона твердых бытовых отходов. Проектирование полигона в компас 3D	4	2	10	-	Отчет по лабораторному занятию № 3
	Ср № 14	Изучение теоретического материала по теме: Расчет образования фильтрата и инфильтрата с тела полигона ТКО при разных плотностях захоронения	4	4	-	-	Промежуточный тест № 2



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср № 15	Изучение теоретического материала по теме: Расчет загрязняющих веществ, выделяющихся с биогазом, на полигонах с ТКО	4	10	-	-	Промежуточный тест № 2
	Ср № 16	Изучение теоретического материала по теме: Отходы производства и потребления неорганических материалов и минеральных кислот	4	4	-	-	Промежуточный тест № 2
	Ср № 17	Изучение теоретического материала по теме: Химические отходы не химических производств	4	4	-	-	Промежуточный тест № 2
	Ср № 18	Изучение теоретического материала по теме: Отходы производства и потребления органических материалов. Синтез и производство полимеров	4	4	-	-	Промежуточный тест № 2
	Ср № 19	Изучение теоретического материала по теме: Переработка древесных отходов	4	8	-	-	Промежуточный тест № 2
	Ср № 20	Изучение теоретического материала по теме: Технологии переработки и утилизации отходов	4	4	-	-	Промежуточный тест № 2

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
	Ср № 21	Промежуточный тест 2	4	1	-		Промежуточный тест № 2
	ПА	Промежуточная аттестация	4	0.25	-	-	
	Контроль	Итоговый тест	4	3.75	40	-	Зачет
<b>Итого:</b>				<b>108</b>	<b>100</b>		

## 5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения, включающая лекции и практические занятия, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Лабораторное занятие с решением прикладных задач, проводится обсуждение результатов деятельности.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по дисциплине «Технологии переработки и утилизации отходов 1», используя лекционный материал и материал библиотечного фонда по данной тематике;
- акцентировать внимание на нормативно-правовой базе в области охраны окружающей среды; особенностях природно-ресурсного законодательства в РФ; законодательной и нормативно-правовой базе производственного экологического контроля; технологиях переработки и утилизации отходов.

Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:

1. Изучение теоретического материала по изучаемой теме, изложенного в учебно-методическом пособии.

2. Вопросы для самостоятельной работы студентов:

2.1. История возникновения отходов и характеристика современной экологической обстановки.

2.2. Классификация отходов и их состав.

2.3. Свойства и накопление отходов.

2.4. Зарубежный опыт рационального использования вторичных материальных ресурсов.

2.5. Возможности и пределы утилизации отходов.

2.6. Транспортировка промышленных отходов.

3. Подготовка к аудиторным занятиям (лабораторным занятиям и промежуточной аттестации).

4. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.

5. Подготовка отчетов по лабораторным занятиям:

6.1. Предоставление отчета в тетради в соответствии с вариантом и требованиями к содержанию отчета.

6.2. При сдаче отчета студент должен ответить на вопросы преподавателя по теме лабораторного занятия в устной форме.

6.3. Форма отчета по лабораторной работе

Название лабораторного занятия и вариант

---

Цель и задачи

---

Теоретическая часть

---

Реактивы, материалы, оборудование, посуда

---

Ход работы

---

---

Результаты и выводы по работе

---

---

Ответы на контрольные вопросы

---

---

6.4 Форма отчета по практическому занятию  
Название практического занятия и вариант

---

---

Цель и задачи

---

---

Теоретическая часть

---

---

Ход работы (расчеты)

---

---

Результаты и выводы по работе

---

---

Ответы на контрольные вопросы

---

---

**Темы письменных работ**

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-2, ПК -3	Отчеты по лабораторным занятиям № 1-3. Отчеты по практическим занятиям № 1-2. Вопросы к экзамену 1-52. Промежуточный тест 1-2. Итоговый тест.

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1 Отчет по лабораторному занятию

(наименование оценочного средства)

#### Типовой пример задания

**Лабораторное занятие № 1. Исследование процесса дробления полимерных материалов расчетным методом.**

**Цель работы:** изучить процессы дробления с получением продукта грубого помола при измельчении полимерных отходов.

#### **1. Методика расчета параметров валковых дробилок**

Основными параметрами, характеризующими работу валковых дробилок, являются угол захвата  $\alpha$ , частота вращения валков, их производительность и потребляемая ими мощность.

Для захвата материала валками должно соблюдаться условие:  $\alpha < 2\varphi$ , где  $\varphi$  – коэффициент трения материала о валок.

Предельную частоту вращения валков  $n$  (в об/мин) определяют по формуле 2:

$$n = 616 \cdot \frac{\varphi}{\rho \cdot d_n \cdot D}, \quad (2)$$

где  $n$  – частота вращения валков,

$\varphi$  – коэффициент трения;

$\rho$  – объемная масса измельчаемого материала, кг/м<sup>3</sup>;

$D$  – диаметр валков, м.

Предельную окружную скорость вращения валков  $w$  (в м/с) определяют по формуле 3:

$$w = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad (3)$$

Обычно  $w = 2,5 \dots 5$  м/с.

Производительность вальцово-валковой дробилки  $Q$  (в кг/ч) определяется формулой 4:

$$Q = 60 \cdot \pi \cdot D \cdot b \cdot n \cdot l \cdot \rho \cdot \psi, \quad (4)$$

где  $b$  – ширина зазора между валками, м;

$l$  – длина валка, м;

$\psi$  – коэффициент, учитывающий неравномерность питания валков;  $\psi = 0,5 \dots 0,7$ .

Если валки вращаются с различной частотой, то их производительность определяется по средней частоте вращения.

Мощность  $N$  (в кВт), потребляемая вальцово-валковой дробилкой определяется по формуле 5:

$$N = 0,017 \cdot D \cdot l \cdot n (120 \cdot d_n + D^2), \quad (5)$$

где значения  $D$ ,  $l$  и  $d_n$  даны в м;

$n$  – в об/мин.

Размер поступающих на измельчение частиц должен быть в 20...25 раз меньше диаметра гладких валков и в 10...12 раз меньше диаметра рифленых валков; для дробилок с зубчатыми валками отношение  $D/d_n = 2...5$ .

## 2. Методика расчета параметров молотковых дробилок

Окружную скорость вращения молотков (в м/с) определяется по формуле 6:

$$w = \frac{P \cdot \tau}{m}, \quad (6)$$

где  $P$  – сила удара, Н;

$\tau$  – продолжительность удара, с;

$m$  – масса измельчаемого тела, кг.

Производительность молотковой дробилки (в т/ч) определяют по формуле 7:

$$Q = \frac{k \cdot D^2 \cdot L \cdot n^2}{3600 \cdot (i - 1)}, \quad (7)$$

где  $D$  – диаметр ротора, м;

$L$  – длина ротора, м;

$n$  – число оборотов ротора в минуту;

$i$  – степень измельчения;

$k$  – опытный коэффициент, величина которого зависит от конструкции дробилки и твердости измельчаемого материала (обычно  $k = 4,0...6,2$ ).

или по упрощенной формуле 8:

$$Q = 35 \cdot D \cdot L \cdot \rho, \quad (8)$$

где  $\rho$  – объемная масса измельчаемого материала, кг/м<sup>3</sup>.

Мощность  $N$  (в кВт), потребляемая молотковой дробилкой, может быть приближенно определена по эмпирической формуле 9:

$$N = (0,1 \dots 0,15) \cdot i \cdot Q, \quad (8)$$

или по формуле

$$N = 0,15 \cdot D^2 \cdot L \cdot n, \quad (9)$$

где  $n$  – частота вращения ротора, об/мин.

### Задания для самостоятельного выполнения

**Задача 1.** Определить частоту и скорость вращения валков валковой дробилки для измельчения полимерных отходов, если диаметр валков  $D$  м, объемная масса измельчаемого материала  $\rho$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент трения его о валок  $\phi$  и размер зерен материала  $d_n$  мм. Исходные данные для задачи 1 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для задачи 1

№ вар.	D, м	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\phi$	$d_n$ , мм	№ вар.	D, м	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\phi$	$d_n$ , мм
1	0,25	900	0,28	3,5	16	0,31	830	0,32	3,1
2	0,24	800	0,27	3,0	17	0,20	980	0,31	3,0
3	0,26	950	0,26	4,0	18	0,21	820	0,30	4,0
4	0,23	850	0,25	3,1	19	0,32	990	0,29	3,9
5	0,27	910	0,29	3,9	20	0,22	810	0,28	3,8
6	0,22	890	0,30	3,2	21	0,33	800	0,27	3,7
7	0,28	920	0,31	3,8	22	0,23	900	0,26	3,6
8	0,21	880	0,32	3,3	23	0,34	840	0,25	3,5
9	0,29	930	0,25	3,7	24	0,24	860	0,26	3,4
10	0,20	870	0,26	3,4	25	0,35	850	0,27	3,2
11	0,30	940	0,27	3,6	26	0,25	950	0,28	3,1
12	0,35	860	0,28	3,5	27	0,36	940	0,29	3,0
13	0,34	960	0,29	3,4	28	0,26	930	0,31	3,5
14	0,33	840	0,30	3,3	29	0,37	920	0,32	3,0
15	0,32	970	0,31	3,2	30	0,27	910	0,28	4,0

**Задача 2.** Определить производительность валковой дробилки полимерных отходов, если окружная скорость вращения валков  $w$  м/с, частота вращения  $n$  об/мин, ширина зазора между валками  $b$  мм, длина валков  $l$  м, объемная масса измельченного материала  $\rho$  кг/м<sup>3</sup>. Исходные данные для задачи 2 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные для задачи 2

№ вар.	$w$ , м/с	$n$ , об/мин	$b$ , мм	$l$ , м	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	№ вар.	$w$ , м/с	$n$ , об/мин	$b$ , мм	$l$ , м	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
1	7	200	30	0,7	700	16	4,5	245	26	0,75	640
2	6	210	29	0,65	800	17	3,5	195	25	0,7	790
3	5	220	28	0,75	900	18	2,5	185	26	0,65	890
4	4	230	27	0,66	600	19	7,1	175	27	0,66	990
5	3	240	26	0,74	750	20	6,1	165	28	0,67	690
6	2	250	25	0,67	850	21	5,1	155	29	0,68	770
7	8	190	35	0,73	950	22	4,1	173	30	0,69	870
8	9	180	34	0,68	650	23	3,1	183	31	0,7	970
9	10	170	33	0,72	710	24	2,1	193	32	0,69	670
10	5,5	160	32	0,69	810	25	8,1	203	33	0,68	700
11	6,5	150	3	0,71	910	26	9,1	213	34	0,67	800
12	7,5	205	30	0,7	610	27	7,0	223	35	0,66	900
13	8,5	215	29	0,71	740	28	5,5	233	30	0,65	600
14	9,5	225	28	0,72	840	29	2,5	243	25	0,75	710
15	7,5	235	27	0,73	940	30	6,5	153	35	0,74	690

**Задача 3.** Имеется молотковая дробилка марки СМ-18 для измельчения полимерных отходов. Диаметр ее ротора  $D$  мм, длина  $L$  мм, ширина отверстий колосниковой решетки  $z$  мм, число оборотов ротора  $n$  об/мин. Мощность электродвигателя дробилки  $N_t$  кВт. Проверить, пригодна ли эта дробилка для измельчения  $Q_t$  т/ч отходов средней твердости, крупность кусков которого  $d_n$  мм. Диаметр кусков дробленого отхода должен составлять  $d_k$  мм. Исходные данные для задачи 3 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные для задачи 3

№ вар.	$D$ , мм	$L$ , мм	$z$ , мм	$n$ , об/мин	$N_t$ , кВт	$d_n$ , мм	$d_k$ , мм	$Q_t$ , т/ч
1	800	400	13	950	20	100	10	25
2	790	395	12	800	20	110	11	25
3	780	390	11	920	20	90	9	25
4	770	385	10	840	20	80	8	25
5	760	380	9	890	20	70	7	25
6	750	375	8	850	19	60	6	24
7	740	370	7	900	19	50	5	24
8	730	365	14	920	19	120	12	24
9	720	360	15	810	19	130	13	24
10	710	355	16	850	19	140	14	24
11	700	350	17	880	18	150	15	23
12	705	352	15	890	18	140	14	23
13	715	357	11	890	18	90	9	23

14	725	362	9	870	18	80	8	23
15	735	367	10	860	18	70	7	23
16	745	372	10	880	17	130	13	22
17	755	377	8	900	17	60	6	22
18	765	382	8	910	17	50	5	22
19	785	387	15	890	17	120	12	22
20	795	392	14	920	17	110	11	22
21	810	405	13	600	16	100	10	21
22	820	410	17	610	16	150	15	21
23	830	415	9	630	16	60	6	21
24	840	420	15	640	16	140	14	21
25	850	425	10	620	16	70	7	21
26	860	430	15	650	15	130	13	20
27	870	435	10	670	15	80	8	20
28	880	440	14	690	15	120	12	20
29	890	445	12	710	15	90	9	20
30	900	450	12	700	16	100	10	20

**Задача 4.** Определить производительность и мощность молотковой дробилки, которая используется для измельчения полимерных отходов, если диаметр ее ротора  $D$  м, длина  $L$  м, частота вращения ротора  $n$  об/мин, степень измельчения  $i$ . Исходные данные для задачи 4 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные для задачи 4

№ вар.	$D, м$	$L, м$	$n, об/мин$	$i$	№ вар.	$D, м$	$L, м$	$n, об/мин$	$i$
1	1	0,6	950	8	16	0,9	0,5	800	8
2	1,2	0,8	910	9	17	0,8	0,4	840	9
3	1,1	0,7	940	10	18	0,7	0,3	820	10
4	1,4	1,0	920	7	19	0,6	0,2	810	7
5	1,3	0,9	930	6	20	1,1	0,7	830	6
6	1,5	1,1	960	5	21	1,4	1,0	790	5
7	0,9	0,5	980	4	22	1,3	0,9	750	4
8	0,8	0,4	970	8	23	1,5	1,1	780	8
9	0,7	0,3	990	9	24	0,9	0,5	740	9
10	0,6	0,2	950	10	25	1	0,6	770	10
11	1	0,6	890	7	26	1,2	0,8	730	7
12	1,2	0,8	850	6	27	1,1	0,7	760	6
13	1,1	0,7	880	5	28	1,4	1,0	720	5
14	1,4	1,0	860	4	29	1,3	0,9	750	4
15	1,3	0,9	870	10	30	1,5	1,1	710	10

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятий измельчение, степень измельчения материала.
2. Расскажите принцип работы валковой дробилки.
3. Объясните принцип работы роторной дробилки.
4. Раскройте принцип работы молотковой дробилки.



5. Приведите классификацию основного оборудования для измельчения твердых отходов.

**Критерии оценки:**

10 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все поставленные ему вопросы.

9 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все наводящие вопросы преподавателя.

8 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок ответил не на все поставленных преподавателем вопросов.

7 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил только на один вопрос.

6 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Не ответил ни на один вопрос.

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил не на все вопросы.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил более 2 ошибок. Ответил на все вопросы.

3 балла – студент выполнил работу менее чем на 50%. Ответил на все вопросы.

2 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.

1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.

0 баллов – студент не выполнил работу.

**7.2.2 Отчет по практическому занятию**

*(наименование оценочного средства)*

**Типовой пример задания**

**Практическое занятие № 1. Расчеты показателей степени опасности компонента отхода.**

**Цель работы: определить показатели степени опасности компонента отхода.**

1. Определение класса опасности промышленных отходов на основе ПДК химических веществ в почве.

Расчет индекса опасности ( $K_i$ ) ведут по формуле 1:

$$K_i = \frac{ПДК_i}{(S + C_v)_i}, \quad (1)$$

где ПДК<sub>i</sub> – предельно допустимая концентрация токсичного химического вещества, содержащегося в отходе, в почве, мг/кг;

S – коэффициент, отражающий растворимость его в воде, безразмерный и равный растворимости данного химического вещества в граммах на 100 г воды при 25 °С, деленной на 100. Значение величины S находится в интервале от 0 до 1. При растворимости больше 100 г в 100 г воды коэффициент принимается равным 1;

C<sub>v</sub> – содержание данного компонента в общей массе отхода, массовая доля; i – порядковый номер данного компонента.

Величину  $K_i$  округляют до 1-го знака после запятой.

В случае, когда опасность отхода определяется по катиону или аниону токсичного компонента отхода, используется растворимость компонента отхода в пересчете на катион (анион).

2. Определение класса опасности при отсутствии ПДК в почве/

Расчет индекса опасности ( $K_i$ ) ведут для каждого компонента отхода по формуле (2), используя величину  $ЛД_{50}$  для данного компонента.

$ЛД_{50}$  – средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг. При наличии в справочнике нескольких значений  $ЛД_{50}$  для расчета принимают минимальное значение.

$$K_i = \frac{\lg(ЛД_{50})}{S + 0,1F + C_b}, \quad (2)$$

где  $F$  – безразмерный коэффициент летучести данного компонента, равный отношению давления насыщенного пара индивидуального компонента в мм рт.ст. при температуре 25 °С к 760 мм рт.ст. Значение величины  $F$  находится в интервале от 0 до 1.

$S$  – летучесть определяют только для веществ, имеющих температуру кипения при 760 мм рт.ст. не выше 80 °С. Остальные обозначения те же, что в формуле (1).

3. Определение класса опасности при отсутствии ПДК химических веществ в почве и  $ЛД_{50}$ .

При отсутствии ПДК в почве и  $ЛД_{50}$  для некоторых компонентов отходов, но при наличии величин классов опасности в воздухе рабочей зоны в уравнение (2) подставляют условные величины  $ЛД_{50}$ , ориентировочно определяемые по показателю класса опасности в воздухе рабочей зоны с помощью вспомогательной таблицы 3.

4. Определение суммарного индекса опасности.

Рассчитав  $K_i$  для отдельных компонентов отхода, выбирают несколько (не более трех) ведущих компонентов отхода, имеющих наименьшее значение  $K_i$ , причем  $K_1 < K_2 < K_3$ .

Затем по формуле (3) ведут расчет индекса опасности отхода  $K_{\Sigma}$ :

- по трем ведущим компонентам при условии  $2K_1 \geq K_3$ ;
- по двум ведущим компонентам при условии  $2K_1 \geq K_2$ , но  $2K_1 < K_3$ .

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \cdot \sum_{i=1}^n K_i, \quad (3)$$

где  $n$  – количество ведущих компонентов отхода ( $n \leq 3$ ).

После расчета  $K_{\Sigma}$  определяют класс опасности отхода по таблице 1 при расчете на основе ПДК в почве (п.1) или по таблице 2 при расчете на основе  $ЛД_{50}$  (пп. 2 и 3).

Таблица 1 – Классификация опасности химических веществ на основе их ПДК в почве

Расчетная величина $K_{\Sigma}$ по ПДК в почве	Класс опасности	Степень опасности
Менее 2	1	Чрезвычайно опасные
От 2 до 16	2	Высокоопасные
От 16,1 до 30	3	Умеренно опасные
Выше 30	4	Малоопасные

Таблица 2 – Классификация опасности химических веществ по  $ЛД_{50}$

Расчетная величина $K_{\Sigma}$ по ПДК в почве	Класс опасности	Степень опасности
Менее 1,3	1	Чрезвычайно опасные
От 1,3 до 3,3	2	Высокоопасные
От 3,4 до 10	3	Умеренно опасные
Выше 10	4	Малоопасные

Таблица 3 – Классы опасности в воздухе рабочей зоны и соответствующие им условные величины  $ЛД_{50}$

Класс опасности в воздухе рабочей зоны	Эквивалент ЛД <sub>50</sub> , мг/кг
1	15
2	150
3	5000
4	Более 5000

### Контрольные задачи

**Задача 1.** Отход отработанного активированного угля содержит одно из органических веществ: а) хлороформ; б) четыреххлористый углерод; в) бензол; г) перхлорэтилен; д) толуол. Уголь подвергли обезвреживанию, при этом содержание органического загрязняющего вещества снизилось до 0,1%. Опасность отхода определяется наличием в нем органического вещества.

Справочные данные для загрязняющих веществ приведены в таблице 4.

Рассчитать класс опасности отхода отработанного угля до и после обезвреживания. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 5.

**Задача 2.** Шлам от мойки машин и механизмов содержит: а) низкокипящие нефтепродукты; б) промышленные масла. Класс опасности в воздухе рабочей зоны нефти – 3-й; ЛД<sub>50</sub> для промышленных масел равна 12000 мг/кг. Определить класс опасности шлама, загрязненного а) нефтепродуктами; б) промышленными маслами.

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 5.

**Задача 3.** Определить класс опасности отхода производства фторосолей, если в его состав входят сера, натрия сульфат и натрия фторид. Значение ПДК в почве для серы 160 мг/кг, для сульфат-иона – ПДК в почве серной кислоты 160 мг/кг, для фторида натрия – ПДК в почве для растворимой формы фтора 10 мг/кг. Растворимость в воде сульфата натрия в пересчете на сульфат-ион – 35,8 г на 100 г воды, фторида натрия в пересчете на фторид-ион – 1,95 г в 100 г воды, сера в воде практически не растворима.

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 5.

**Задача 4.** Шлам содержит одно из токсичных веществ: а) меди нитрат; б) кобальта сульфат; в) никеля нитрат; г) мышьяка оксид (3). Справочные данные для загрязняющих веществ приведены в таблице 5.

Рассчитать класс опасности шлама.

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 5.

Таблица 4 – Физико-токсикологические параметры токсичных компонентов отходов

Загрязняющее вещество	ЛД <sub>50</sub> , мг/кг	Растворимость, г в 100 г воды	Летучесть атм.сф.	Класс опасности в ВРЗ	ПДК в почве, мг/кг
Хлороформ	100	0,82	0,21	2	-
Углерод четыреххлористый	5760	0,08	0,16	2	-
Бензол	4600	0,08	0,1	2	0,3
Перхлорэтилен	>5000	0,015	0,013	3	-
Толуол	-	0,063	0,04	3	0,3
Меди нитрат	940	134*	0	2	3,0 (Cu)
Кобальта сульфат	-	13,8*	0	-	6,0 (Co)
Никеля нитрат	1620	77*	0	1	4,0 (Ni)
Мышьяка оксид (III)	13,8	2,8*	0	1	2,0 (As)
Нитраты	-	∞	0	-	130
Сульфаты	-	∞	0	-	160

					(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
--	--	--	--	--	-----------------------------------

Примечание: цифры, помеченные \*, указывают растворимость в пересчете на токсичный компонент-металл.

Таблица 5 – Исходные данные

№ вар.	№ ЗАДАЧИ													
	1				2		3			4				
	Уголь отработанный активированный				Нефтешлам		Отход производства фторсолей			Шлам, содержащий цветные металлы				
Содержание токсичных компонентов в отходе, %														
	Хлорофор м	CCl <sub>4</sub>	Бензол	Перхлорэт илен	Толуол	Нефтепро дукты	Индустриа льные масла	Сера	Сульфат- ион	Фторид- ион	Медь	Кобальт	Никель	Мышьяк
1	25					50		34	0,47	0,14	8,5			
2		25					48	30	0,68	2,3		1,9		
3			25			46		25	3,4	4,5			3,2	
4				25			44	30	3,4	4,5				7,6
5					25	42		25	13,5	2,3	1,7			
6	20						40	30	10,1	4,5		5,7		
7		20				37		40	10,1	9,0			4,8	
8			20				35	30	13,5	4,5				11,4
9				20		33		25	16,9	6,8	3,4			
10					20		32	30	6,8	4,5		13,7		
11	15					30		15	13,5	4,5			1,6	
12		15					28	20	6,8	4,5				15,1
13			15			26		40	13,5	4,5	10,2			
14				15			24	40	20,3	2,3		7,6		
15					15	22		30	29,7	0,45			8,0	
16	35						20	45	10,7	9				3,8
17		35				18		20	10,1	6,8	6,8			
18			35				16	30	3,4	2,3		3,8		
19				35		14		20	20,3	9			9,6	
20					35		12	15	10,1	9				18,9
21	10					10		20	13,1	4,5	5,1			
22		10					8	10	23,7	2,3		17,5		
23			10			6		20	3,4	9			0,96	
24				10			4	15	13,5	9				6,1
25					10	2		30	20,3	2,3	9,5			

### Контрольные вопросы

1. Общие сведения об отходах. Основные понятия и определения в сфере управления отходами
2. Что такое класс опасности отходов? Приведите классификацию и примеры.
3. Виды твердых коммунальных отходов.
4. Основные методы переработки твердых коммунальных отходов.

## 5. Что такое норматив образования отходов?

### Критерии оценки:

10 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все поставленные ему вопросы.

9 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все наводящие вопросы преподавателя.

8 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок ответил не на все поставленных преподавателем вопросов.

7 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил только на один вопрос.

6 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Не ответил ни на один вопрос.

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил не на все вопросы.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил более 2 ошибок. Ответил на все вопросы.

3 балла – студент выполнил работу менее чем на 50%. Ответил на все вопросы.

2 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.

1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.

0 баллов – студент не выполнил работу.

### 7.2.3 Промежуточные тесты

*(наименование оценочного средства)*

#### Типовой пример задания

Промежуточные тесты по теме 1:

##### Задание №1

Что является главными недостатками в биоразложении органических отходов?

- 1) энергозатраты на аэрацию
- 2) утилизацией значительного количества образующегося ила
- 3) дымовые газы
- 4) нет правильного ответа

##### Задание №2

Что занимает последнее место в системе комплексного управления ТБО?

- 1) Сжигание
- 2) Прессование
- 3) Компостирование
- 4) Захоронение

##### Задание №3

Какие отходы не хранят на полигонах?

- 1) Радиоактивные отходы
- 2) Отходы лакокрасочных производств
- 3) Отработанные коагулянты
- 4) нет правильного ответа

### Критерии оценки:

Промежуточный тест состоит из 100 вопросов (1 вопрос – 0,1 балла). Максимальное количество баллов – 10.

### **7.2.3 Итоговый тест**

*(наименование оценочного средства)*

---

#### **Типовой пример задания**

1) Что делают с промышленными отходами 1-2 класса опасности при отсутствии возможности обезвреживания?

1. Размещают на полигонах
2. Сжигают
3. Ничего не делают
4. Хранят на производстве

2) Как располагаются полигоны относительно водозаборов питьевой воды?

1. Непосредственно в месте водозабора
2. Выше водозабора
3. Ниже водозабора
4. Нет правильного ответа

3) На какой глубине должны находиться грунтовые воды относительно расположения отходов?

1. на глубине не менее двух метров
2. не имеет значения
3. не более 1 метра
4. нет правильного ответа

#### **Критерии оценки:**

Промежуточный тест состоит из 40 вопросов (1 вопрос – 1 балл). Максимальное количество баллов – 40.

### 7.3.Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 4

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Определение «отходы», особенности формирования и содержания ФККО.
2	Основная нормативно-правовая база в области обращения с отходами.
3	Прикладные аспекты применения природоохранного законодательства в области обращения с отходами.
4	Характеристика уровней нормативно-правовой базы природоохранного законодательства.
5	Общая характеристика отходов. Классификация отходов и их состав.
6	Системы обращения с отходами: определения, примеры.
7	Зарубежный опыт рационального использования вторичных материальных ресурсов. Возможности и пределы утилизации отходов.
8	Современное состояние проблемы образования отходов и их воздействия на окружающую среду.
9	Классы опасности отходов. Первичные показатели опасности компонента отхода.
10	Основы создания малоотходных производств и использование экологически чистых технологий.
11	Этапы разработки паспорт опасности на отходы I-IV класса опасности.
12	Экспериментальные методы определения степени опасности отходов.
13	Определение класса опасности отхода расчётными методами.
14	Особенности хранения отходов по классам опасности.
15	Региональные особенности обращения с отходами в Самарской области и в г.о. Тольятти.
16	Экологические риски при размещении отходов на полигоне.
17	Вторично используемые материалы и условия их регенерирования.
18	Завод по переработке отходов. Перспективы развития системы обращения с отходами в г.о. Тольятти.
19	Особенности сортировочных линий для ТКО.
20	Основные виды технологических процессов переработки отходов.
21	Механические способы переработки отходов.
22	Измельчение и разделение отходов по крупности.
23	Агрегирование отходов.
24	Физические методы сепарации отходов.
25	Гидродинамические процессы, используемые при переработке отходов.
26	Теплообменные процессы, используемые при переработке отходов.
27	Диффузионные процессы, используемые при переработке отходов.

28	Термические способы переработки отходов.
29	Беспламенные термические способы утилизации отходов.
30	Плазменный способ утилизации отходов.
31	Сжигание отходов. Промышленные установки для сжигания отходов.
32	Полигоны для захоронения отходов
33	Основные этапы расчёта полигона для захоронения отходов.
34	Промышленные отходы. Основные технологические процессы их утилизации.
35	Твёрдые коммунальные отходы и их утилизация.
36	Основные технологические процессы утилизации резинотехнических отходов.
37	Основные технологические процессы переработки строительных материалов.
38	Биокompостирование: определение, особенности технологии.
39	Газификация: описание технологического процесса
40	Особенности использования газа с низкой теплотворной способностью, производимого при воздушной газификации биомассы.
41	Пиролиз: определения, виды, применение.
42	Особенности биохимических методов переработки отходов.
43	Особенности получения твердого топлива из ТКО на базе ООО «Повтор».
44	Использование анаэробной ферментации (сбраживании).
45	Виды компостирования, их использование.
46	Технологии быстрого пиролиза: определение, описание.
47	Методы агрегирования, особенности использования.
48	Окислительный пиролиз: определение, описание технологического процесса.
49	Сухой пиролиз: определение, описание технологического процесса.
50	Полигоны: виды, особенности организации полигонов ТКО.
51	Биомасса: определение, использование.
52	Показатели бионефти, полученной в процессе быстрого пиролиза.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«зачтено»	Студент набрал от 55 до 100 баллов
4	Зачет (по накопительному рейтингу)	«не зачтено»	Студент набрал менее 55 баллов



## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Мелконян Р.Г., Панихин Г.И.	Утилизация опасных отходов: технология использования и утилизации опасных отходов	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
2	Ветошкин А.Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. В 2-х частях. Ч. 2. Переработка и утилизация промышленных отходов	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
3	Широков Ю.А.	Экологическая безопасность на предприятии	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
4	Абакумов Ю.Ф., Демьянов Е.Д., Зуйков С.С., Козлов А.В., Ступников В.П., Мельников Э.Л.	Утилизация отходов производства	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
5	Ветошкин А.Г.	Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления	учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
6	Гальперин, М. В.	Экологические основы природопользования	учебник	2022	ЭБС "ZNANIUM.CO M

## 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Руденко Е.Ю.	Современные проблемы экологии, энерго- и ресурсосбережения в биотехнологии	лабораторный практикум	2018	ЭБС «Лань»
2	Баранов Д.А.	Процессы и аппараты химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– **Рециклинг отходов.** Специализированное информационно-аналитическое издание в области переработки отходов. Журнал публикует материалы, посвященные проблемам сбора, транспортировки, переработки, утилизации и захоронения отходов. Доступен полнотекстовый архив с 2006 по 2009 год и аннотированное содержание всех номеров журнала с 2010 года: <http://www.wasterecycling.ru/>

– **Твердые бытовые отходы.** На страницах журнала освещаются вопросы организации сбора, сортировки и транспортировки отходов, применения современных технологий и оборудования для переработки, опыт российских и зарубежных предприятий. **Входит в систему РИНЦ.** Доступны полные тексты статей с 2005 по 2007 год и аннотированное содержание номеров журнала с 2008 года (с доступом к полным текстам отдельных публикаций). **Для просмотра статей необходимо пройти регистрацию:** <http://www.solidwaste.ru/magazine/archive/2005.html>

– **American Journal of Engineering and Applied Sciences.** Рецензируемый журнал - публикует результаты исследований в области инженерных наук (прикладная физика и прикладная математика, автоматизация и управление, химическая технология, компьютерная техника, информатику, инженерные данные и разработка программного обеспечения, экологическая инженерия, электротехника, промышленная инженерия, информационные технологии и информатика, материаловедение, измерение и метрология, машиностроение, медицинская физика, энергетика, обработка сигналов и телекоммуникации: <http://thescipub.com/journals/ajeas>

– **Philosophical Transactions.** Журнал предоставляет свободный доступ к научным публикациям по следующим темам: инженерные, физические, математические науки: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/>

– **Journal of Engineering and Applied Sciences (Medwell Journals).** Журнал представляет статьи с результатами научных исследований в области инженерных наук (математика, электротехника, машиностроение, энергетика, автомобилестроение, биохимическая инженерия, строительная инженерия и т.д.): <http://www.medwelljournals.com/archive.php?jid=1816-949x>

– **DOAJ.** Ресурс, который обеспечивает доступ к полнотекстовым электронным журналам предназначен для поиска по названию статьи (журнала) или по теме. DOAJ ставит целью всестороннее освещение научной периодики, находящейся в открытом доступе и использующей определенные меры, гарантирующие достойное качество их содержания: <https://doaj.org/>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия, бессрочный

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры