

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«21» февраля 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.04** Переработка и утилизация отходов

Учебный план: 2023-2024 20.03.01 ИПХиЭ ТБ ОО №1-1-98.plx

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Направление подготовки:  
(специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Инженерная защита окружающей среды  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лаб. занятия				
6	УП	17	34	66	27	4	Экзамен
	РПД	17	34	66	27	4	
7	УП	17	34	30	27	3	Экзамен
	РПД	17	34	30	27	3	
Итого	УП	34	68	96	54	7	
	РПД	34	68	96	54	7	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 680

Составитель (и):

Старший преподаватель \_\_\_\_\_

Маркова Татьяна  
Ивановна

От кафедры составителя:  
Заведующий кафедрой инженерной химии и  
промышленной экологии \_\_\_\_\_

Бусыгин Николай  
Юрьевич

От выпускающей кафедры:  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Бусыгин Николай  
Юрьевич

Методический отдел: Макаренко С. В.

---

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области охраны окружающей среды и ресурсосбережения, позволяющие применить знания, умения и личные качества для минимизации воздействия твердых отходов на природную среду и человека.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть методы утилизации твердых отходов
- Рассмотреть основные процессы переработки твердых отходов
- Раскрыть принципы комплексной переработки твердых отходов
- Продемонстрировать особенности рационального выбора аппаратов, машин, технологий переработки твердых отходов
- Обучить стандартным методикам определения загрязнения окружающей среды

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Экология

Общая и неорганическая химия

Учебная практика (ознакомительная практика)

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Учебная практика (технологическая практика)

Теоретические основы инженерной защиты окружающей среды

Тепломассообменные процессы в защите окружающей среды

Экологическое право

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ПК-1: Способен планировать и документально оформлять мероприятия по эксплуатации средств и систем защиты окружающей среды в организации

**Знать:** основные средства и системы защиты окружающей среды в организации, технологические процессы и режимы производства продукции в организации, малоотходные технологии и оценивать возможность их использования в организации.

**Уметь:** оценить вред, наносимый окружающей среде при утилизации отходов, выбирать технологические приемы и средства для формирования процессов переработки и утилизации отходов.

**Владеть:** навыками исследования и оценки эффективности технологий утилизации промышленных отходов, осуществлением экологического анализа проектов внедрения новой природоохранной техники и технологий с учетом наилучших доступных технологий в области охраны окружающей среды.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля	
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)				
Раздел 1. Измельчение и классификация отходов по крупности	6					Л	
Тема 1. Введение в дисциплину. Утилизация отходов. Российские нормативно-правовые документы по работе с ТКО. Методы утилизации ТКО. Сбор, сортировка отходов.		1		8			
Тема 2. Измельчение твердых отходов. Методы измельчения, выбор метода. Циклы измельчения. Открытый и замкнутый циклы. Способы измельчения. Расчет среднего характерного размера частиц. Конструкции измельчителей. Дробилки, мельницы. Лабораторная работа № 1. Изучение работы ударно-дисковой и шаровой мельниц. Лабораторная работа № 2. Определение плотности твердых отходов.		2	8	8			
Тема 3. Классификация твердых отходов. Способы многократной классификации. Грохочение. Конструкции грохотов. Гидравлическая классификация и воздушная сепарация, конструкции аппаратов. Лабораторная работа № 3. Изучение процесса грохочения твердых отходов.		2	6	8	ИЛ		
Раздел 2. Подготовительные процессы переработки отходов.							
Тема 4. Смешение твердых отходов. Виды смешения. Конструкции смесите-лей: барабанных, с вращающимися лопастными рабочими органами, гравитационных. Лабораторная работа № 4. Изучение процесса смешения твердых отходов.		2	6	8			Л,Т
Тема 5. Гранулирование твердых отходов. Конструкции грануляторов: барабанных, тарельчатых, вальцовых. Прессы для уплотнения отходов.		2		6	ИЛ		
Тема 6. Транспортирование отходов.		1		7	ИЛ		
Раздел 3. Обогащение отходов							
Тема 7. Обогащение отходов. Методы обогащения. Гравитационные методы Обогащение в тяжелых средах. Магнитное обогащение. Электромагнитный сепаратор. Магнитные барабанные сепараторы для мокрого и сухого обогащения. Лабораторная работа № 5. Электромагнитное обогащение твердых отходов.		2	8	5			Л,Т
Тема 8. Электрическое обогащение. Схемы электростатического сепаратора и сепаратора с коронирующей системой.	1		5	ИЛ			

Раздел 4. Размещение отходов						
Тема 9. Хранение и захоронение отходов. Методы обезвреживания и лик-видации отходов. Объекты размещения отходов. Складирование от-ходов на поверхности земли. Свалки, полигоны, шламохранилища. Фиксация отходов.		2		6	ИЛ	Т,Л
Тема 10. Полигоны твердых бытовых отходов. Схема разреза полигона. Обработка токсичных промышленных отходов на специализированных и комплексных полигонах. Геосинтетические материалы в строительстве полигонов. Нормирование химического загрязнения почв. ПДКп Лабораторная работа № 6 . Идентификация полимерных отходов по физико-химическим свойствам.		2	6	5	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	66		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Раздел 5. Технологии утилизации отходов.						
Тема 11. Термические методы утилизации отходов. Сжигание специально подготовленных отходов. Пиролиз твердых бытовых отходов (ТБО) с получением пирокарбона. Плазменная переработка отходов пластика и алюминия. Лабораторная работа № 7. Изучение процесса термического обезвреживания твердых отходов.		3	6	4	ИЛ	Л,О
Тема 12. Биохимические методы. Аэробное и анаэробное компостирование ТБО. Утилизация отходов в нефтепереработке и нефтехимии. Био- химическая переработка нефтесодержащих отходов.		3		6		
Раздел 6. Технологии утилизации отходов легкой промышленности.						
Тема 13. Утилизация отходов кожевенного производства. Отходы кожевенно-обувного производства и отходы потребления. Виды отходов. Основные пути решения экологических проблем при утилизации кожевенных отходов, применяемые в мировой практике. Технология получения белкового гидролизата, изготовления клея из сырьевой мездры, производство кормовой добавки. Лабораторная работа № 8. Переработка кожевенной стружки хромового дубления в белковый гидролизат	7	2	8	5	ИЛ	Л
Тема 14. Текстильные отходы. Характеристика и способы переработки текстильных отходов. Последовательность операций при первичной обработке текстильных отходов. Нетрадиционные пути использования текстильных отходов. Органосинтетические плиты с использованием коротковолокнистых отходов. Лабораторная работа № 9. Утилизация шлама вискозного производства.		2	6	6	ГД	

Раздел 7. Технологии утилизации отходов химической промышленности.					
Тема 15. Переработка отходов пластмасс. Основные направления утилизации отходов пластмасс. Экструзия (шприцевание), схема экструдера. Литье под давлением, схема литьевой машины. Технология регенерации пластмассовых отходов. Технология производства вторичной полиэтиленовой пленки. Лабораторная работа № 10. Утилизация твердых отходов в качестве сорбентов. Лабораторная работа № 11. Обезвоживание осадков сточных вод	4	8	4	ИЛ	Л
Тема 16. Переработка отходов эластомеров. Общие сведения. Классификация отходов эластомеров. Способы переработки и использования изношенных шин: использование целых покрышек и кусков покрышек, получение резиновой крошки, пиролиз резиновых отходов, производство регенерата, использование изношенных шин в качестве топлива. Экологические проблемы переработки покрышек. Заключение. Лабораторная работа № 12. Переработка твердых отходов в вязущие материалы.	3	6	5	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	30		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		107	145		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	перечисляет классы отходов, описывает пути их возникновения, характеризует их опасность для окружающей среды обосновывает влияние состава, свойств твердых отходов на выбор технологии переработки и оборудования приводит результаты исследования эффективности методов утилизации отходов предприятий различных отраслей промышленности	Вопросы для собеседования, Тестирование, Практико-ориентированное задание

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Качество исполнения всех элементов практико-ориентированного и тестового задания полностью соответствует всем	

	требованиям.	
4 (хорошо)	<p>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Индивидуальное практико-ориентированное и тестовое задание выполнены верно, но ограничиваются только основными подходами к решению.</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Практико-ориентированное и тестовое задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления заданий. Практико-ориентированное и тестовое задание не выполнено.</p>	

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

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Измельчение твердых отходов. Способы измельчения. Показатели измельчения.
2	Конструкции измельчителей. Выбор измельчителя.
3	Устройство и принцип действия щековой (конусной, роторной, валковой, молотковой, центробежной) дробилки.
4	Устройство и принцип действия дезинтегратора. Области применения.
5	Помол. Устройство и принцип действия шаровой (барabanной, валковой) мельницы
6	Циклы измельчения. Открытый и замкнутый циклы.
7	Классификация и сортировка материалов. Процесс грохочения. Эффективность грохочения и производительность грохота
8	Многократное грохочение. Достоинства и недостатки способов грохочения.
9	Устройство и принцип действия вибрационного грохота.
10	Гидравлическая классификация и воздушная сепарация. Схемы аппаратов.
11	Смешение твердых материалов. Назначение процесса. Устройство смесителей.
12	Критерии и способы оценки качества смешивания сыпучих материалов
13	Способы оценки качества смешивания материалов.
14	Гранулирование твердых отходов. Назначение процесса. Конструкции грануляторов.
15	Устройство и принцип действия тарельчатого гранулятора.
16	Транспортировка промышленных отходов.
17	Обогащение отходов. Магнитное обогащение. Выбор типа магнитного сепаратора.
18	Конструкции магнитных сепараторов. Схема электромагнитной сепарации.

19	Электрическое обогащение отходов. Классификация электрических сепараторов.
20	Схема электростатического сепаратора.
21	Складирование отходов на поверхности земли.
22	Требования к современным полигонам.
23	Критерии приема токсичных ПО на полигоны ТКО.
24	Фиксация отходов.
25	Рекультивации несанкционированных свалок.
26	Проектирование полигона.
27	Полигоны ТКО. Схема разреза полигона.
28	Обработка токсичных промышленных отходов на специализированных и комплексных полигонах.
29	Методы захоронения отходов на полигоне
30	Сооружения в составе полигона.
Семестр 7	
31	Термические методы утилизации отходов.
32	Продукты сжигания и возможности их использования.
33	Слоевое сжигание исходных (неподготовленных) отходов в мусоросжигательных котлоагрегатах (МСК).
34	Сжигание специально подготовленных отходов. Получение гранулированного топлива «Refuse Derind Full» ( RDFтопливо).
35	Высокотемпературный пиролиз. Достоинства и недостатки. Технологическая схема.
36	Низкотемпературный пиролиз. Этапы проведения процесса. Достоинства и недостатки.
37	Пиролиз некомпостируемых бытовых отходов (НБО) с получением пирокарбона. Технологическая схема.
38	Плазменная переработка бытовых отходов. Принципиальная технологическая схема.
39	Плазменная переработка отходов пластика и алюминия.
40	Схема переработки отходов «Тетра-Пак».
41	Утилизация отходов в нефтепереработке нефтехимии.
42	Биохимические методы утилизации отходов.
43	Аэробное компостирование ТКО во вращающемся биотермическом барабане. Технологическая схема процесса.
44	Анаэробное компостирование ТКО. Технологическая схема процесса.
45	Получение и утилизация биогаза, образующегося при разложении органических отходов.
46	Получение и утилизация биогаза, образующегося при разложении органических отходов.
47	Классификация отходов кожевенных производств.
48	Основные направления утилизации дубленых отходов. Технология получения белкового гидролизата.
49	Основные направления утилизации недубленых отходов.
50	Проблема переработки хромированных отходов кожевенного производства.
51	Отходы текстильной промышленности. Характеристика и способы переработки текстильных отходов.
52	Нетрадиционные пути использования текстильных отходов. Органо-синтетические плиты с использованием коротковолокнистых отходов.
53	Последовательность операций при первичной обработке текстильных отходов.
54	Основные направления утилизации отходов пластмасс. Схемы переработки отходов
55	Основные способы переработки отходов пластмасс в изделия. Литье под давлением.
56	Мероприятия по сокращению отходов пластмасс.
57	Производства вторичной полиэтиленовой пленки. Технологическая схема процесса.
58	Классификация резиновых отходов и способов их переработки.
59	Основные направления переработки отходов эластомеров. Экструзия. Устройство экструдера.
60	Основные пути переработке шин. Электромеханическое измельчение, термодеструкция. Достоинства и недостатки.
61	Способы измельчения отходов эластомеров. Утилизация резиновой крошки.
62	Принципиальные технологические схемы получения регенерата.



## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Утилизация отходов – это

- a) переработка отходов с целью использования их полезных свойств или свойств их компонентов;
- b) захоронение отходов на санитарных полигонах;
- c) обработка отходов с целью уменьшения их токсичности;
- d) использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов.

Открытый цикл схемы измельчения –

- a) применяется при тонком измельчении;
- b) конечный продукт неравномерен по размерам частиц;
- c) имеет повышенные энерго-затраты по сравнению с закрытым циклом;
- d) материал обрабатывается несколько раз.

Линии переработки отходов текстильного производства включают:

- a) ленточный конвейер;
- b) электромагнитный сепаратор;
- c) гидроциклон;
- d) дробилку.

Компостирование представляет собой технологию переработки твердых отходов, и применяется

- a) при утилизации только пищевых отходов;
- b) при отдельной переработке пищевых и промышленных отходов;
- c) при переработке любых промышленных отходов;
- d) для переработки отходов имеющих органическое происхождение.

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Производственные отходы термопластов предназначены для повторного применения по прямому назначению. Предложите измельчитель. Представьте схему аппарата.

Определите степень измельчения (i) твердого материала, если диаметр куска в процессе дробления изменился от 500 мм до 100 мм. Предложите измельчающее оборудование. Представьте схему аппарата.

Определите температурный режим проведения пиролиза для утилизации твердых отходов, при котором выход газообразных продуктов минимален.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

К экзамену допускаются студенты, полностью выполнившие и защитившие лабораторные работы.

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- время на подготовку по билету составляет 30 минут;
- время на выполнение тестовых заданий – 30 минут

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Ветошкин, А. Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 1. Системное обращение с отходами	Москва: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78237.html">http://www.iprbookshop.ru/78237.html</a>
Левина В. И., Чулкова Э. Н.	Технологии переработки твердых отходов. Лабораторный практикум	СПб.: СПбГУПТД	2016	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3400">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3400</a>

Ветошкин, А. Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78238.html">http://www.iprbookshop.ru/78238.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Панов В. П., Бусыгин Н. Ю.	Инженерная защита окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2014	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049</a>
Левина В. И.	Переработка и утилизация отходов. Контрольные работы	СПб.: СПбГУПТД	2019	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019133">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019133</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/catalog>  
 Официальный интернет-портал правовой информации (федеральная государственная информационная система) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru>  
 Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional  
 Microsoft Windows

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Спектрофотометр. Фурье инфракрасный ФСМ 1201
2. Спектрофотометр СФ-2000
3. Спектрофотометр СФ-26
4. Спектрофотометр СФ-46
5. Фотокалориметр. КФК-2

Для успешного освоения обучающимися материалов технологий переработки твердых отходов кафедра располагает лабораторными установками для изучения работы ударно-дисковой и шаровой мельниц, изучения процесса грохочения твердых отходов, смешения твердых отходов, термического обезвреживания отходов, электромагнитного обогащения твердых отходов, определения плотности твердых отходов, обезвоживания осадков сточных вод, определения состава текстильных отходов, утилизации шлама вискозного производства, переработки коже-венной стружки хромового дубления в белковый гидролизат, утилизации твердых отходов в качестве сорбентов, переработки твердых отходов в вяжущие материалы и идентификации полимерных отходов по физико-химическим свойствам.

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска