

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы»**

Институт экологии

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии рециклинга и утилизации отходов

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МСЧН для направления подготовки/специальности:

05.03.06. Экология и природопользование (магистратура)

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Зеленая экономика и устойчивое развитие предприятий

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2024 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Технологии рециклинга и утилизации отходов» является формирование знаний, умений и навыков в области обработки и утилизации опасных и коммунальных отходов, изучение технологического оборудования. В программу курса входит изучение источников образования отходов и их состава, основных видов отходов, их краткая характеристика, принципы классификации и последующей переработки, рассматриваются методы механической обработки и сортировки, термическая утилизация, в том числе прямое (слоевое) сжигание, разные виды пиролиза, газификация, особенности сжигания твердых и жидких горючих отходов. Отдельно рассматриваются методы обработки и утилизации осадков сточных вод, в зависимости от влажности, плотности, текучести и обсеменённости, также процессы подготовки осадков: уплотнение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, обеззараживание и обезвреживание.

Задачи дисциплины - формирование:

- знаний в области технологических решений, применяемых для обработки и утилизации твердых отходов.
- умений правильно классифицировать отходы, подбирать методы обработки, сортировки и утилизации
- владения навыками составления технологических схем подготовки и утилизации отходов разных классов опасности, выбора наилучшей доступной технологии утилизации отходов, расчета затрат на реализацию технологии.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Технологии рециклинга и утилизации отходов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций): ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-6.1; ПК-6.2

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-4	Способность применять нормативные правовые акты в сфере экологии и природопользования, нормы профессиональной этики	ОПК-4.1. Знание основ экологического нормирования и основ законодательства в области природопользования
		ОПК-4.2. Умение использовать и применять нормативные правовые акты в сфере экологии и природопользования
		ОПК-4.3. Способность использовать нормы профессиональной этики в своей профессиональной деятельности
ПК-1	Способность осуществлять организацию и управление деятельностью предприятия с	ПК-1.1. Знание основ и принципов управления производством, нормативно-правовые основы

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	использованием углубленных знаний в области управления природопользованием	эффективного управления природопользованием, в т.ч. управления отходами производства и потребления ПК-1.2. Умение организовать управление научно-исследовательскими, научно-производственными и экспертно-аналитическими работами на предприятии
ПК-6	Способность осуществлять координацию деятельности по организации и контролю в области обращения с отходами производства и потребления	ПК-.61. Способность осуществлять контроль деятельности в области обращения с отходами ПК-6.2. Наличие навыков организации инфраструктуры экологически безопасного обезвреживания и переработки отходов производства и потребления

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Технологии рециклинга и утилизации отходов» относится к *вариативной* части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Технологии рециклинга и утилизации отходов».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-4	Способность применять нормативные правовые акты в сфере экологии и природопользования, нормы профессиональной этики	Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды Промышленная безопасность	Стратегическая эколого-экономическая оценка Производственная практика
ПК-1	Способность решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том	Экологическое нормирование	Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании Производственная практика

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	числе геоинформационных технологий		
ПК-6	Способность разрабатывать и экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологий, для обеспечения минимального воздействия отходов на окружающую среду	Промышленная безопасность Стратегия и тактика экономики замкнутого цикла	Устойчивое развитие промышленных предприятий Производственная практика

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологии рециклинга и утилизации отходов» составляет 3 зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	27		27		
Лекции (ЛК)	9		9		
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18		
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	69		69		
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	12		12		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108		108	
	зач.ед.	3		3	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
1. ВВЕДЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ОБРАЩЕНИЯ ОТХОДОВ	Тема 1.1. Экологические особенности, источники образования отходов Современные подходы к обращению с отходами. Понятия и основные принципы ресурсосбережения. Стратегия создания отходоперерабатывающей индустрии, региональные и муниципальные системы управления отходами.	ЛК, СЗ
	Тема 1.2. Технологии переработки твердых коммунальных отходов. Общая характеристика технологий. Основные виды отходов, их краткая характеристика, принципы классификации и	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	последующей переработки. Основные понятия в области обращения с отходами. Складирование и (или) захоронение твердых коммунальных отходов.	
	Тема 1.3. Термические методы утилизации ТКО. Получение гранулированного топлива. Гидросепарация отходов. Микробиологическое разложение отход.	ЛК, СЗ
2. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ ТКО, ОБРАЩЕНИЕ С НИМИ.	Тема 2.1. Механическая переработка твердых отходов. Методы подготовки и переработки твердых отходов. Измельчение твёрдых материалов. Стадии дробления, основные закономерности. Работа, затрачиваемая на дробление. Схемы измельчения. Оборудование для измельчения.	ЛК, СЗ
	Тема 2.2. Крупное среднее и мелкое дробление. Тонкое и сверхтонкое измельчение. Классификация материалов и оборудование для ее осуществления. Основные способы классификации. Типы грохотов. Гидравлическая и воздушная классификация и оборудование для ее осуществления. Технология производства вторичного щебня в городских условиях.	СЗ
	Тема 2.3. Основные стадии производства. Результаты по разделению мелких фракций вторичного щебня. Аэрационно – вибрационный разделитель. Дозирование сыпучих материалов. Питатели. Дозаторы. Смешение твёрдых материалов.	ЛК, СЗ
3. ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ, ТКО, ОБРАЩЕНИЕ С НИМИ.	Тема 3.1. Термическая переработка отходов. Газификация отходов. Пиролиз отходов. Окислительный пиролиз с последующим сжиганием пиролизных газов; сухой пиролиз. Огневой метод переработки отходов. Сжигание твердых горючих отходов. Классификация методов сжигания. Аппараты огневого обезвреживания и переработки отходов. Осадки сточных вод.	ЛК, СЗ
	Тема 3.2. Образование осадков сточных вод. Характеристика осадков (влажность, плотность, текучесть и обсеменённость). Водоотдающая способность осадков. Процессы обработки осадков: уплотнение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, обеззараживание и обезвреживание	ЛК, СЗ

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Да
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Да
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Да

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Луканин А.В. Инженерная экология: защита литосферы от твердых промышленных и бытовых отходов. Учебное пособие. М., ИНФРА-М. 2018, -556 с.
2. Луканин А.В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 605 с. +Доп. материалы.

Дополнительная литература:

1. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие в 2 т., т.1./А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова, С.В. Лушников и др. –М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010.- 629 с.: ил.
2. Соколов Л.И. Управление отходами, -М: Инфра-Инженерия, 2018 г., ISBN: 978-5-9729-0246-0; Электронный ресурс: <https://avidreaders.ru/book/upravlenie-othodami-waste-management.html>
2. Харламова М.Д., Курбатова А. И. Твердые отходы: технологии утилизации, методы контроля, мониторинг под ред. М. Д. Харламовой, 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2023, -311 с.(электронная библиотека РУДН)

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Технологии рециклинга и утилизации отходов».

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Технологии рециклинга и утилизации отходов» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор департамента
ЭБиМКП



Луканин А.В.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

**Департамент экологической
безопасности и менеджмента
качества продукции
института экологии РУДН**



Савенкова Е.В.

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

**Доцент департамента
экологической безопасности
и менеджмента качества
продукции института
экологии РУДН**

Должность, БУП



Подпись

Харламова М.Д.

Фамилия И.О.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По учебной дисциплине

«Технологии рециклинга и утилизации отходов»

Направление 05.03.06. Экология и природопользование

Профиль Зеленая экономика и устойчивое развитие предприятий

Квалификация выпускника: магистратура

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

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства					Баллы раздела	Экзамен
			Работа на	Самостоятельно	Промежуточная	Лекция	Итоговое		
ОПК-3, ПК-2	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ОБРАЩЕНИЯ ОТХОДОВ	Тема 1.1. Экологические особенности, источники образования отходов Современные подходы к обращению с отходами. Понятия и основные принципы ресурсосбережения. Стратегия создания отходоперерабатывающей индустрии, региональные и муниципальные системы управления отходами.	1	5	5	5	5	16	2
		Тема 1.2. Технологии переработки твердых коммунальных отходов. Общая характеристика технологий. Основные виды отходов, их краткая характеристика, принципы классификации и последующей переработки. Основные понятия в области обращения с отходами. Складирование и (или) захоронение твердых коммунальных отходов.	1	5	5	5	5	10	2
		Тема 1.3. Термические методы утилизации ТКО. Получение гранулированного топлива. Гидросепарация отходов. Микробиологическое разложение отход.	1	5	5	5	5	10	2
УК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Раздел 2. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ ТКО, ОБРАЩЕНИЕ С НИМИ.	Тема 2.1. Механическая переработка твердых отходов. Методы подготовки и переработки твердых отходов. Измельчение твёрдых материалов. Стадии дробления, основные закономерности. Работа, затрачиваемая на	1	5	5	5	5	10	1

		дробление. Схемы измельчения. Оборудование для измельчения.							
		Тема 2.2. Крупное среднее и мелкое дробление. Тонкое и сверхтонкое измельчение. Классификация материалов и оборудование для ее осуществления. Основные способы классификации. Типы грохотов. Гидравлическая и воздушная классификация и оборудование для ее осуществления. Технология производства вторичного щебня в городских условиях.	3	1	5	4	1	10	1
		Тема 2.3. Основные стадии производства. Результаты по разделению мелких фракций вторичного щебня. Аэрационно – вибрационный разделитель. Дозирование сыпучих материалов. Питатели. Дозаторы. Смешение твёрдых материалов.	3	2	2	2	2	10	1
УК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2	Раздел 3. ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ ТКО, ОБРАЩЕНИЕ С НИМИ.	Тема 3.1. Термическая переработка отходов. Газификация отходов. Пиролиз отходов. Окислительный пиролиз с последующим сжиганием пиролизных газов; сухой пиролиз. Огневой метод переработки отходов. Сжигание твердых горючих отходов. Классификация методов сжигания. Аппараты огневого обезвреживания и переработки отходов. Осадки сточных вод.	3	2	2	2	3	20	5
		Тема 3.2. Образование осадков сточных вод. Характеристика осадков (влажность, плотность, текучесть и обсеменённость). Водоотдающая способность осадков. Процессы обработки осадков: уплотнение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, обеззараживание и обезвреживание							
	ИТОГО	3 раздела, 8 тем	13	25	29	28	26	86	14

БРС оценки знаний студентов

по дисциплине «Технологии рециклинга и утилизации отходов»

Вид задания	Число заданий	Кол-во баллов	Сумма баллов
1. Работа на занятии	16	1	16
2. Домашние задания	16	3	48
3. Контрольная работа	2	11	22
4. Экзамен/зачёт	1	14	14
ИТОГО			100

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F

ОБРАЗЦЫ ТЕСТОВ

1. Какой процесс не используется при переработке отходов

- выщелачивание
- растворение
- кристаллизация
- сублимационная сушка

2. Каким явлением не сопровождается кристаллизация

- полиморфизмом
- образованием кристаллогидратов
- изоморфизмом
- образованием азеотропных смесей

3. Какой метод переработки отходов не является термическим

- огневой
- газификация
- плазмолиз
- пиролиз

Компетенции: УК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-6

Критерии оценки ответов на вопросы теста:

Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 1 баллов:

Критерии оценки ответа	Баллы		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ частично соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Ответ является верным	0	0,5	1

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

1. Биотехнологическая переработка органических отходов. Отходы пригодные к биологической переработке.
2. Микробиологическая переработка органических отходов
3. Компостирование.
4. Анаэробное сбраживание и метаногенерация.
5. Промышленные метантенки, конструкции и процессы, происходящие в них.
6. Силосование. Стадии.
7. Выщелачивание (экстрагирование). Способы растворения и выщелачивания.
8. Общие положения процесса биосорбции
9. Химия бактериального окисления сульфидных минералов.
10. К

р

Компетенции: УК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-6

Критерии оценки:

Каждое домашнее задание оценивается от 0 до 3 баллов.

Критерии оценки		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Домашнее задание выполнено в срок	0	0,5
Домашнее задание включает все требуемые элементы/информацию	0	2,5

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ «ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ»

1. Какие бывают виды твердых отходов?
2. Какие предприятия образуют основное количество отходов?
3. Перечислите основные источники твердых отходов, дайте их характеристику.
4. Дайте общую характеристику промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов.
5. Для чего применяют измельчение?
6. Какие существуют способы измельчения?
7. Что такое степень измельчения?
8. Из каких составляющих складывается работа, затрачиваемая на дробление?

9. Приведите формулы Ребиндера, Кирпичёва – Кика и Ретингера. Поясните их смысл.
10. Какие существуют схемы дробления?
11. Как подразделяются измельчающие машины?
12. Какие дробилки используют для крупного дробления?
13. Какие дробилки используют для среднего и мелкого дробления?
14. Какие дробилки используют для тонкого измельчения?
15. Какие дробилки используют для сверхтонкого дробления?

**ПРИМЕРЫ экзаменационных билетов по дисциплине
«Технологии рециклинга и утилизации отходов»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Механическая переработка твердых отходов
2. Огневой метод переработки отходов.
3. Переработка отходов горнодобывающей промышленности. Переработка отходов углеобогащения. Рекультивация земель.

Составитель _____ (профессор Луканин А.В.)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Газификация и пиролиз отходов.
2. Характеристика осадков (влажность, плотность, текучесть и обсеменённость).
3. Компостирование. Компостные ряды с принудительной аэрацией. Изменение физико-химических показателей компоста в штабелях.

Составитель _____ (профессор Луканин А.В.)

Критерии оценки ответов на вопросы

Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 5 баллов: экзамен оценивается в 14 баллов

Критерии оценки ответа	Баллы		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ частично соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Ответ является верным	0	1	2
Обучающийся практически не пользуется подготовленным черновиком	0	0,5	1
Ответ показывает уверенное владение обучающего терминологическим и методологическим аппаратом дисциплины	0	0,5	1
Ответ показывает понимание обучающимся связей между предметом вопроса и другими разделами дисциплины и/или другими дисциплинами	0	0,5	1

Компетенции: УК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-6

Шкала оценок

Количество кредитов	Оценка	Неудовлетворительно		Удовлетворительно		Хорошо	Отлично	
		F(2)	FX(2+)	E(3)	D(3+)		C(4)	B(5)
4	Оценка ECTS	F(2)	FX(2+)	E(3)	D(3+)	C(4)	B(5)	A(5+)
	Максимум 100 баллов	Менее 31	31-50	51-60	61-68	60-85	86-94	95-100

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН/ФГОС.

РАЗРАБОТЧИК:

**Профессор департамента
экологической безопасности и
менеджмента качества
продукции института
экологии РУДН**

Должность, БУП



Подпись

Луканин А.В.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

**Департамент экологической
безопасности и менеджмента
качества продукции
института экологии РУДН**

Наименование БУП



Подпись

Савенкова Е.В.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

**Доцент департамента
экологической безопасности и
менеджмента качества
продукции института
экологии РУДН**

Должность, БУП



Подпись

Харламова М.Д.

Фамилия И.О.