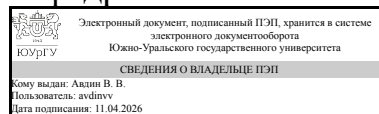


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



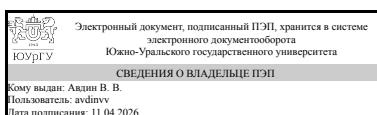
В. В. Авдин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.03.01 Инновационные технологии переработки отходов
для направления 05.04.06 Экология и природопользование
уровень Магистратура
магистерская программа Экологическая безопасность
форма обучения очная
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

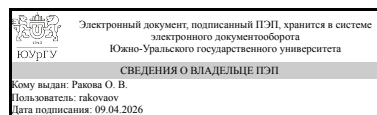
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 897

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.



В. В. Авдин

Разработчик программы,
к.хим.н., доцент



О. В. Ракова

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: Формирование у обучающихся комплексных знаний и практических навыков в области современных, экономически эффективных и экологически безопасных технологий переработки различных видов отходов, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, извлечение вторичных ресурсов и создание замкнутых циклов производства. Задачи дисциплины: 1. Ознакомление с теоретическими основами: Изучение сущности понятия "отходы", их классификации и основных характеристик. Анализ причин образования отходов, их масштабов и экологических последствий. Изучение законодательной и нормативной базы в области управления отходами и их переработки. Понимание принципов устойчивого развития и циркулярной экономики применительно к проблеме отходов. 2. Изучение инновационных методов и технологий: Разбор современных физико-химических, биологических и термических методов переработки отходов (например, пиролиз, газификация, анаэробное сбраживание, компостирование, сепарация, сорбция и т.д.). Изучение технологий получения вторичных материалов и энергии из отходов (например, производство RDF-топлива, биогаза, вторичных полимеров, строительных материалов). Анализ перспективных и новых направлений в переработке отходов (например, нанотехнологии, биотехнологии, использование искусственного интеллекта для оптимизации процессов). Рассмотрение специфических технологий для различных видов отходов: твердых коммунальных отходов (ТКО), промышленных отходов, строительных отходов, электронных отходов, медицинских отходов и др. 3. Формирование проблемно-ориентированного мышления: Анализ актуальных проблем в сфере обращения с отходами на местном, региональном и глобальном уровнях. Разработка предложений по решению конкретных задач по снижению образования отходов и повышению эффективности их переработки. Изучение примеров успешной реализации инновационных проектов в области переработки отходов. Развитие навыков критического анализа существующих технологий и поиска путей их совершенствования.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина направлена на получение студентами знаний о технологиях переработки отходов производства и потребления. В рамках дисциплины рассматриваются прогрессивные российские и зарубежные способы обращения с отходами.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать мероприятия по защите окружающей среды, ресурсосбережения, комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изыскание способов утилизации отходов производства, осуществлять выбор системы экологической безопасности производства на основе алгоритмов	Знает: инновационные технологии переработки отходов Умеет: разрабатывать мероприятия по защите окружающей среды с использованием инновационных технологий и подходов к обращению с отходами Имеет практический опыт: выбор системы

технологических процессов.	экологической безопасности на основе современных технологий и инноваций в области обращения с отходами
----------------------------	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Качество окружающей среды и здоровье населения, Математическое моделирование специальных технологий водоподготовки, Современные методы водоподготовки, Организация системы обращения с отходами на предприятии, Производственная практика (технологическая) (2 семестр)	Инновационные технологии переработки отходов сельскохозяйственного производства

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Современные методы водоподготовки	Знает: физико-химические основы и технологии очистки природных вод, специальные методы водоподготовки; Умеет: подбирать сооружения водоподготовки; Имеет практический опыт: проектирования систем водоподготовки;
Качество окружающей среды и здоровье населения	Знает: мероприятия по защите окружающей среды, ресурсосбережения, комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изыскание способов утилизации отходов производства Умеет: осуществлять выбор системы экологической безопасности производства на основе алгоритмов технологических процессов. Имеет практический опыт: разработки мероприятий и технологий в области обеспечения качества окружающей среды и здоровья населения
Математическое моделирование специальных технологий водоподготовки	Знает: специальные технологии водоподготовки, основы математического моделирования Умеет: разрабатывать мероприятия по защите окружающей среды, ресурсосбережения, комплексному использованию водных ресурсов с использованием методов математического моделирования в области специальных технологий водоподготовки Имеет практический опыт: выбору экологически безопасной системы водоподготовки на производстве на основе результатов математического моделирования
Организация системы обращения с отходами на предприятии	Знает: систему обращения с отходами на предприятии Умеет: разрабатывать мероприятия по защите окружающей среды, ресурсосбережения, комплексному

	использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изыскание способов утилизации отходов производства Имеет практический опыт: по выбору системы экологической безопасности производства при обращении с отходами
Производственная практика (технологическая) (2 семестр)	Знает: методы сбора, обработки и анализа информации Умеет: систематизировать информацию и делать предварительные выводы, выбирать методы исследований для решения поставленной задачи Имеет практический опыт: обобщения полученной информации и формулирования выводов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	48
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5
Подготовка к экзамену	14,5	14,5
Подготовка к практическим заданиям	55	55
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объём аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в проблематику обращения с отходами и инновационные подходы	2	2	0	0
2	Физико-химические методы переработки отходов	12	2	10	0
3	Термические методы переработки отходов	12	2	10	0
4	Биологические методы переработки отходов	12	2	10	0
5	Специальные виды отходов и инновационные технологии их переработки	16	6	10	0
6	Практические аспекты и перспективы развития	10	2	8	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Инновации в технологиях переработки отходов: Понятие "инновация" применительно к переработке отходов. Обзор ключевых направлений развития инновационных технологий. Роль науки и исследований в создании новых технологий.	2
2	2	Получение вторичных ресурсов методами физико-химической переработки: Получение металлов, пластиков, стекла. Производство композиционных материалов. Извлечение ценных химических веществ.	2
3	3	Экологические аспекты термических методов: Критерии выбора оптимального термического метода. Контроль выбросов и утилизация золы.	2
4	4	Аэробные методы: Компостирование (индустриальное, домашнее). Биоаэрация. Биоферментация. Анаэробные методы: Метановое брожение. Получение биогаза и его использование. Применение микроорганизмов и ферментов.	2
5-7	5	Переработка твердых коммунальных отходов (ТКО): Современные комплексы по переработке ТКО. Производство RDF-топлива. Переработка промышленных отходов: Ценные отходы производства (металлы, кислоты, растворители). Технологии рекуперации и рециклинга. Переработка электронных отходов (e-waste): Состав и опасность электронных отходов. Технологии извлечения драгоценных и цветных металлов. Переработка отходов металлургической отрасли.	6
8	6	Автоматизация и роботизация процессов переработки. Цифровизация и информационные технологии в управлении отходами. Тенденции развития в области переработки отходов: Новые материалы, энергоэффективные технологии. Развитие индустрии вторичных ресурсов. Государственная политика и международное сотрудничество. Роль инженера-эколога и специалиста по переработке отходов.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	2	Анализ структуры металлических отходов: Типы металлических отходов (черные, цветные металлы, сплавы, электронный лом). Примеры их происхождения (промышленные отходы, бытовой лом, строительный мусор). Определение основных компонентов в представительных образцах. Анализ примеров извлечения металлов из электронного лома: Изучение технологических схем переработки электронных отходов с акцентом на извлечение драгоценных (золото, серебро, платина) и редкоземельных металлов. Обсуждение методов их отделения.	4
3-5	2	Классификация и подготовка пластиковых отходов: Идентификация основных типов пластиков (PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS). Определение методов их разделения (например, по плотности, химическим свойствам). Изучение методов химической деполимеризации (например, гликолиз, метанолиз) для получения мономеров. Анализ применения стеклобоя в стекольной промышленности, производстве строительных материалов. Инновационные композиты: Обзор использования других видов вторичных отходов (например, золы, шлаков, текстильных отходов) в производстве композиционных материалов.	6
6-7	3	Сравнительный анализ термических методов: Анализ информационных материалов. Изучение предоставленных кейсов и описаний различных	4

		термических установок (мусоросжигательные заводы, установки пиролиза, газификации). Составление сводной таблицы, включающей: тип отходов, применяемый метод, выход продуктов (тепло, синтез-газ, зола), объем выбросов (основные загрязнители), требования к золе. Разработка критериев выбора. Групповая дискуссия: какие экологические критерии являются наиболее значимыми при выборе метода (например, образование диоксинов, тяжелых металлов, парниковых газов, объем образующихся отходов). Формулирование весовых коэффициентов для различных экологических показателей.	
8-10	3	Селективное некаталитическое и каталитическое восстановление (SNCR/SCR). Изучение принципов технологий снижения NOx. Обсуждение применения реагентов (аммиак, мочевины) и катализаторов. Анализ примеров внедрения данных технологий. Снижение образования диоксинов и фуранов. Обсуждение факторов, способствующих их образованию (температурные режимы, наличие хлора). Изучение методов их улавливания (например, активированный уголь) и разрушения. Изучение систем непрерывного мониторинга выбросов (CEMS). Обзор датчиков и аналитического оборудования, используемого для контроля концентрации загрязнителей в дымовых газах. Обсуждение важности регулярного мониторинга для соблюдения нормативных требований.	6
11-12	4	Компостирование: Характеристика сырья для компостирования. Анализ различных видов органических отходов (пищевые отходы, растительные остатки, навоз, осадки сточных вод) с точки зрения их пригодности для компостирования. Определение оптимального соотношения углерод/азот (C/N) в компостной смеси. Индустриальное компостирование – изучение технологии. Изучение устройства и принципа работы различных типов промышленных компостеров (реакторы, буртные укладки). Биоаэрация (активное аэробное разложение): Изучение принципов биоаэрации. Обсуждение преимуществ биоаэрации перед пассивным компостированием (сокращение времени, повышение эффективности). Изучение различных методов принудительной аэрации (продувка воздухом, механическое перемешивание). Исследовательская работа: Оптимизация условий биоаэрации. Моделирование влияния различных факторов (интенсивность аэрации, температура, состав субстрата) на кинетику процесса. Анализ данных и выработка рекомендаций по ускорению процесса.	4
13-15	4	Метановое брожение: Изучение стадий метанового брожения. Обсуждение гидролиза, ацидогенеза, ацетогенеза и метаногенеза. Изучение роли различных групп микроорганизмов на каждой стадии. Моделирование процессов в биореакторе. На примере лабораторного биореактора (или видео/симуляции) наблюдение за процессом анаэробного сбраживания. Оценка выхода биогаза и его состава (метан, углекислый газ). Изучение методов контроля процесса (температурный режим, загрузка субстрата, pH). Получение биогаза и его использование: Демонстрация простой установки для сбора биогаза. Изучение технологий использования биогаза. Обсуждение способов использования биогаза: для отопления, производства электроэнергии, очистки до биометана. Сравнение эффективности различных вариантов использования. Применение микроорганизмов и ферментов: Изучение ферментативных реакций (на примерах). Обсуждение роли ферментов (целлюлазы, амилазы, протеазы) в разложении сложных органических соединений. Изучение примеров применения ферментных препаратов для ускорения процессов компостирования и анаэробного сбраживания.	6
16-18	5	Современные комплексы по переработке ТКО: Изучение типовой схемы мусоросортировочного комплекса. Анализ этапов сортировки: предварительная подготовка, ручная и автоматическая сортировка (магнитная сепарация, сепараторы по плотности, оптические сепараторы).	6

		Идентификация получаемых фракций (пластик, бумага, стекло, металл, органические отходы, RDF). Визуальный анализ потоков ТКО. Изучение видеоматериалов, демонстрирующих работу промышленных линий сортировки ТКО. Обсуждение эффективности различных типов оборудования. Производство RDF-топлива: Изучение процесса получения RDF (Refuse-Derived Fuel): Обсуждение экологических аспектов использования RDF.	
19-20	5	Ценные отходы производства: Идентификация ценных компонентов в промышленных отходах. Изучение состава отходов различных отраслей промышленности (металлургия, химическая, кожевенная, пищевая). Определение наиболее ценных фракций (металлы, кислоты, щелочи, растворители, масла, текстиль). Экономическая оценка ценных отходов. Расчет потенциальной стоимости извлечения и реализации вторичных ресурсов. Сравнение затрат на утилизацию с выгодой от рекуперации. Идентификация ценных компонентов в металлургических отходах. Определение содержания железа, марганца, фосфора, серы, цветных металлов (медь, цинк, свинец) и редких металлов в различных видах отходов.	4
21-22	6	Роботы-сортировщики: Анализ видеодемонстраций роботизированных сортировочных линий. Изучение работы роботов с оптическими датчиками, манипуляторами. Обсуждение преимуществ (скорость, точность, работа в сложных условиях) перед ручной сортировкой. Автоматизированные системы транспортировки и дозирования: Изучение автоматизированных систем подачи и дозирования сырья. Анализ работы конвейерных систем, шнековых транспортеров, дозаторов. Обсуждение их роли в обеспечении стабильной работы перерабатывающих установок. Безопасность и обслуживание автоматизированных систем: Обсуждение вопросов безопасности при работе с автоматизированными системами. Определение роли инженера по эксплуатации и обслуживанию.	4
23-24	6	Системы мониторинга и отслеживания: Изучение систем GPS/ГЛОНАСС-мониторинга мусоровозов. Анализ данных о маршрутах, времени работы, объеме перевозимых отходов. Обсуждение влияния на оптимизацию логистики. Применение RFID-меток и QR-кодов. Изучение методов идентификации и отслеживания контейнеров и обрабатываемых партий отходов. Обсуждение их роли в прозрачности системы управления отходами. Информационные платформы и базы данных: Анализ интерфейсов современных информационных систем управления отходами. Изучение функционала (учет, отчетность, планирование, взаимодействие с гражданами). Обсуждение важности единого информационного пространства. Использование ГИС (геоинформационных систем) для планирования инфраструктуры. Big Data и искусственный интеллект: Потенциал Big Data в прогнозировании образования отходов. Обсуждение использования данных о потреблении, демографии, сезонности для прогнозирования объемов и состава отходов. Анализ влияния на планирование мощностей перерабатывающих предприятий. Обучение ИИ для распознавания и сортировки отходов. Обсуждение принципов работы нейронных сетей в автоматизированных системах. Изучение примеров успешного применения ИИ в сортировке.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Вся рекомендованная литература	3	14,5
Подготовка к практическим заданиям	Вся рекомендованная литература	3	55

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Практические занятия	1	5	Студенту индивидуально выдаются практические задания . Время подготовки - 90 минут. Темы практических занятий известны студентам заранее. Все задания основаны на изученном материале. . Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выполнения заданий, логичность выводов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую практическую работу): - правильно выполнено задание – (3/количество заданий*количество правильно выполненных заданий) балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - оформление работы соответствует требованиям-1 балл.	экзамен
2	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	Экзамен проводится в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из прилагающегося списка. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ. 5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла –	экзамен

					каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Итоговый рейтинг обучающегося может формироваться на основании только текущего контроля, путем сложения рейтинга за полученные оценки за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент вправе прийти на зачёт для улучшения своего рейтинга. Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки прилагаются вопросы к экзамену.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ПК-1	Знает: инновационные технологии переработки отходов	+	+
ПК-1	Умеет: разрабатывать мероприятия по защите окружающей среды с использованием инновационных технологий и подходов к обращению с отходами	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: выбор системы экологической безопасности на основе современных технологий и инноваций в области обращения с отходами	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Гринин А. С. Промышленные и бытовые отходы : Хранение, утилизация, переработка : учеб. пособие для вузов / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. - М. : Фаир-Пресс, 2002. - 330, [2] с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Бобович Б. Б. Переработка отходов производства и потребления / Под ред. Б. Б. Бобовича. - М. : Интермет Инжиниринг, 2000. - 495 с. : ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Экология и промышленность России : обществ. науч.-техн. журн. / Рос. акад. наук, М-во Рос. Федерации по делам гражд. обороны, чрезвычайн. ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). - М. : Машиностроение, 2012-2015. -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Гофман, В.Р. Экономика природопользования: учебное пособие/ В.Р. Гофман – 2-е изд., испр. и доп. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 191 с

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Липаев, А. А. Обращение с отходами производства и потребления : учебное пособие / А. А. Липаев, С. А. Липаев. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 408 с. https://e.lanbook.com/book/192728
2	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Экология : учебное пособие : в 3 частях / О. Г. Курочкина, А. А. Горячева, Е. А. Полянскова, Е. Г. Красная. — Пенза : ПензГТУ, [б. г.]. — Часть 3 : Экологическая защита и охрана окружающей природной среды — 2012. — 116 с. https://e.lanbook.com/book/62700

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,
-------------	---	--

	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	304 (1а)	Лабораторное оборудование для проектной работы
Практические занятия и семинары	102 (1а)	Компьютерный класс с мультимедийным обеспечением и выходом в интернет