Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента образовательной политики
Дата подписания: 23.06.2026 12:12:27
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a672f7f3f96d938e4c

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан Полиграфического факультета
_____ /Нагорнова И.В./
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Безотходные технологии»

Направление подготовки
29.04.03 – «Технология полиграфического и упаковочного производства»
Профиль
«Полиграфические технологии производства промышленной продукции»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва
2026 г.

Разработчик(и):

Заведующий кафедрой «Технологии и управление качеством в полиграфическом и упаковочном производстве», к. т. н  /Ф.А.Доронин/

Согласовано:

Руководитель образовательной программы 29.04.03 Технология полиграфического и упаковочного производства, к.т.н.  /И.В.Нагорнова/

Содержание

1. Перечень планируемых результатов изучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП 6
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 6
4. Содержание дисциплины 7
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий 7
4.2. Краткое содержание разделов 9
4.3. Практические занятия / лабораторные занятия 11
4.4. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 11
5.1 Основная литература 11
5.2. Дополнительная литература 12
5.3. Лицензионное программное обеспечение 12
5.4. Нормативные документы и ГОСТы 12
5.5. Электронные образовательные ресурсы 12
5.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 13
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины 13
7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины 14
7.1. Методические рекомендации преподавателю 14
7.2. Методические указания обучающимся 14
8. Фонд оценочных средств по дисциплине 15
8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций 15
8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания 17
8.2.1 Критерии оценки ответа на зачёте. 17
8.2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях 17
8.2.3. Критерии оценки тестирования 17
8.2.4. Итоговое соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированности компетенций по дисциплине: 18
8.3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения 18
8.3.1. Текущий контроль (работа на практических занятиях) 18
8.3.2. Текущий контроль (подготовка реферата) 19
8.3.3. Текущий контроль (тестирование) 20
8.3.4. Промежуточный контроль (вопросы к зачету) 22

1. Перечень планируемых результатов изучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям обучающихся и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 29.04.03 Технология полиграфического и упаковочного производства, изучающих дисциплину «Безотходные технологии» в рамках освоения магистерской программы Полиграфические технологии производства высокотехнологичной продукции.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 29.04.03 Технология полиграфического и упаковочного производства (уровень магистратуры), утвержденным Приказом Министерства образования и науки РФ от 22.09.2017 No 967;
- Основной профессиональной образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 29.04.03 Технология полиграфического и упаковочного производства, магистерская программа Полиграфические технологии производства высокотехнологичной продукции;

Цели дисциплины

Сформировать у магистрантов целостное системное представление о принципах, методах и технологиях обеспечения безотходности в полиграфическом и упаковочном производствах, а также выработать практические компетенции для проектирования, внедрения и управления замкнутыми производственными циклами, соответствующими концепции циркулярной экономики (Circular Economy).

Задачи дисциплины

- Раскрыть сущность и эволюцию концепций «безотходное производство», «ноль отходов» (Zero Waste), «циркулярная экономика» и «технологии замкнутого цикла» применительно к индустрии полиграфии и упаковки.
- Изучить международные и национальные экологические стандарты, нормативы и директивы (например, Директива ЕС о пластиковых изделиях, требования FSC/PEFC, Cradle to Cradle), регулирующие обращение с отходами.
- Сформировать понимание полного жизненного цикла (LCA - Life Cycle Assessment) упаковки и полиграфической продукции для комплексной оценки их экологического следа.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

В рамках освоения основной профессиональной образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Безотходные технологии»:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен анализировать научно-техническую информацию, разрабатывать и реализовывать планы (программы) мероприятий при создании изделий с заданными эксплуатационными характеристиками с использованием полиграфических технологий	ИПК-1.1. Анализирует источники информации и базы данных, определяет методы исследования материалов, полуфабрикатов, продукции и процессов в ходе концептуальной разработки проектов (конструкции) изделий и систем с применением полиграфических технологий ИПК-1.2. Формулирует требования, критерии и показатели полуфабрикатов и готовых изделий и систем в зависимости от их конструктивных особенностей; определяет и выбирает ресурсную и техническую базу для производства ИПК-1.3. Анализирует и выбирает технологические процессы и технические средства производства и контроля при создании изделий с заданными эксплуатационными характеристиками с использованием полиграфических технологий ИПК-1.4. Разрабатывает и реализует план мероприятий анализа, испытаний, модификации и контроля материалов, полуфабрикатов и готовой продукции в ходе разработки и реализации производства изделий с применением полиграфических технологий с заданными эксплуатационными характеристиками ИПК-1.5. Обоснованно интерпретирует, обрабатывает и представляет результаты исследований в виде научной и проектно-конструкторской документации

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Б1.2.ЭД.1 «Безотходные технологии»:

Форма промежуточной аттестации: зачёт

Распределение по курсу и семестрам: 2 курс, 4 семестр (9 недель). Все 36 аудиторных часов и зачёт — в 4 семестре

Блок/модуль: Блок 1. Дисциплины (модули) — Часть, формируемая участниками образовательных отношений; Элективные дисциплины №1.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Безотходные технологии» составляет 3 зачетные единицы.

Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах) – очная форма обучения

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Семестры**
		4
Аудиторные занятия (всего)	**36**	**36**
В том числе:	-	-
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	**72**	**72**
В том числе:	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	4	4
Подготовка к практическим занятиям	64	64
Тестирование	4	4
Вид промежуточной аттестации – зачёт	+	**4й семестр**
Общая трудоемкость час / зач. ед.	**108/3**	**108/3**

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий

№ п/п	Раздел/тема Дисциплины	Общая трудоёмкость	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, час		
			Контактная работа		Самостоятельная работа обучающихся
		Всего	лекции	практические занятия	
1.	**Раздел 1. Концептуальные основы безотходного производства в экономике**	12	2	2	8
2.	**Раздел 2. Нормативно-правовая база и стандарты в области устойчивого развития**	12	2	2	8
3.	**Раздел 3. Аудит отходов и анализ материальных потоков на предприятии**	12	2	2	8
4.	**Раздел 4. Стратегии безотходного дизайна (DfE, DfR) и инновационные материалы**	12	2	2	8

№ п/п	Раздел/тема Дисциплины	Общая трудоёмкость	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, час		
			Контактная работа		Самостоятельная работа обучающихся
		Всего	лекции	практические занятия	
5.	**Раздел 5. Технологии минимизации отходов на этапах допечатной подготовки и печати**	12	2	2	8
6.	**Раздел 6. Технологии переработки и рециклинга основных видов отходов**	12	2	2	8
7.	**Раздел 7. Организационно-управленческие аспекты внедрения безотходных технологий**	12	2	2	8
8.	**Раздел 8. Экономика безотходного производства: ТЭО и бизнес-модели**	12	2	2	8
9.	**Раздел 9. Повторное или многократное использование материалов упаковки, индекс эффективности рециклинга.**	12	2	2	8
ВСЕГО:		**108**	**18**	**18**	**72**

4.2. Краткое содержание разделов

Раздел 1. Концептуальные основы безотходного производства и циркулярной экономики

Эволюция подходов: от линейной экономики к циркулярной. Концепция «Ноль отходов» (Zero Waste) как философия и практическая цель. Иерархия обращения с отходами (Waste Hierarchy): Приоритетность стратегий: предотвращение – сокращение - повторное использование – переработка - восстановление энергии - захоронение. Принципы Cradle to Cradle («от колыбели до колыбели»): Проектирование продукции по двум метаболическим циклам: биологическому (биоразложение) и техническому (бесконечный рециклинг).

Оценка жизненного цикла (Life Cycle Assessment, LCA): Методология количественной оценки экологического воздействия продукта/упаковки на всех этапах жизненного цикла (от добычи сырья до утилизации). Циркулярная экономика в индустрии: Закрытие петель материальных потоков в полиграфии и упаковке. Модели циркулярного бизнеса.

Раздел 2. Нормативно-правовая база и стандарты в области устойчивого развития

Международные директивы и соглашения: Директива ЕС об упаковке и упаковочных отходах. Директива о single-use plastics (SUP). Глобальные тренды регулирования.

Национальное законодательство. Законодательство в области обращения с отходами. Расширенная ответственность производителя (РОП): принципы, механизмы, практика реализации.

Экологическая маркировка и стандарты:

- Сертификация источников сырья: FSC, PEFC.
- Сертификация готовой продукции: Cradle to Cradle Certified™, EU Ecolabel, «Листок жизни».
- Заявления о перерабатываемости: How2Recycle, Mobius Loop.

Корпоративная социальная ответственность (CSR) и ESG-повестка: Влияние экологических стандартов на инвестиционную привлекательность и репутацию компаний.

Раздел 3. Аудит отходов и анализ материальных потоков на предприятии

Методология проведения технологического аудита: Поэтапный план (предварительный анализ, инвентаризация, количественная оценка, идентификация источников). Классификация отходов полиграфии и упаковки: Макулатура, полимерные отходы (пленки, пластик), металл (печатные формы), химические отходы (краски, растворители), бракованная продукция.

Инструменты анализа: Картирование материальных потоков (Material Flow Analysis). Баланс массы (Mass Balance). Ключевые показатели эффективности (KPI): Расчет коэффициента использования материала, нормы технологических потерь, процента возврата в производство, уровня рециклинга.

Раздел 4. Стратегии безотходного дизайна (DfE, DfR) и инновационные материалы

Принципы Дизайна для Окружающей Среды (DfE): Снижение веса (лайтвейтинг), минимизация материалов, оптимизация формы и размера. Принципы дизайна для переработки (DfR): Использование мономатериалов. Отказ от неразделяемых комбинаций (например, PVC+PET). Маркировка компонентов для облегчения сортировки. Дизайн для компостирования: Требования к материалам и конструкции для промышленного и домашнего компостирования.

Инновационные материалы:

- *Биопластики:* PLA, PHA, характеристики, области применения, проблемы компостирования.

- *Бумажные решения с барьерными свойствами:* Нанесение покрытий на основе полимеров, восков.

Раздел 5. Технологии минимизации отходов на этапах допечатной подготовки, печати и послепечатной обработки.
Допечатная подготовка: Программная оптимизация раскроя (импозиция, нестинг) для минимизации обрезков. Преимущества CTP-технологий перед фотоформами. Цифровая печать: Снижение отходов при переналадке (отсутствие приладки). Печать по требованию (Print-on-Demand) как стратегия борьбы с нереализованными тиражами. Рационализация красочного аппарата: Системы замкнутого цикла для промывки красочных аппаратов. Использование экологичных смывочных средств. Снижение отходов при отделке: Точная настройка процессов высечки, биговки, фальцовки для уменьшения брака.

Раздел 6. Технологии переработки и рециклинга основных видов отходов
Переработка макулатуры: технологические стадии: сортировка, роспуск, очистка, дефибрирование, облагораживание. Производство бумаги из вторичного волокна.
Рециклинг полимеров: сортировка (в т.ч. nir-технологии), мойка, дробление, агломерация, грануляция. Проблема деградации материала (даунсайклинг) и способы ее решения. Переработка сложных композитов: тетрапак, ламинаты. Технологии разделения компонентов (бумага/полиэтилен/алюминий). Регенерация химикатов и растворителей: системы дистилляции и очистки для повторного использования в технологических процессах.

Раздел 7. Организационно-управленческие аспекты внедрения безотходных технологий
Разработка системы экологического менеджмента (СЭМ) на предприятии: Политика, цели, процессы, мониторинг. Организация раздельного сбора отходов на производстве: логистика внутренних потоков, создание инфраструктуры (контейнеры, маркировка), обучение персонала.
Применение инструментов бережливого производства (Lean): выявление и устранение потерь (MUDA) в материалах и процессах. Методика 5S для поддержания порядка. Работа с поставщиками и подрядчиками: критерии выбора поставщиков сырья и услуг по переработке. Партнерства для создания замкнутых цепочек.

Раздел 8. Экономика безотходного производства: ТЭО и бизнес-модели
Структура ТЭО инвестиций в безотходные технологии: расчет капитальных (CAPEX) и операционных (OPEX) затрат. Оценка экономии (сырье, утилизация, энергия).
Учет нематериальных выгод: улучшение репутации бренда, лояльность потребителей, выполнение ESG-требований инвесторов. Новые бизнес-модели - *упаковка как услуга (packaging-as-a-service):* многооборотная тара. *Сервисно-ориентированные модели* - аренда упаковки, лизинг оборудования. *Создание стоимости из отходов* - продажа вторичного сырья как товара.

Раздел 9. Повторное или многократное использование материалов упаковки, индекс эффективности рециклинга.
Основные понятия. Экономическая составляющая рециклинга. Экологическая значимость безотходного производства. Показатель относительного объема предполагаемого рециклинга и расчет эффективности рециклинга материалов.

4.3. Практические занятия / лабораторные занятия

Раздел 1.	Тема: Сравнительный анализ линейной и циркулярной модели на примере реального продукта.
Раздел 2.	Тема: Разработка паспорта экологической безопасности для упаковки.
Раздел 3.	Тема: Проведение аудита отходов типографии.
Раздел 4.	Тема: Редизайн упаковки по принципам DfE и DfR.
Раздел 5.	Тема: Оптимизация раскроя в допечатной подготовке.
Раздел 6.	Тема: Составление технологической карты переработки отходов.
Раздел 7.	Тема: Разработка программы внедрения раздельного сбора на предприятии.
Раздел 8.	Тема: Расчет ТЭО внедрения системы регенерации растворителей.
Раздел 9.	Тема: Разработка сквозного проекта по переводу предприятия на безотходное производство.

4.4. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые проекты и работы по дисциплине не предусмотрены

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Сакольников Ю. Упаковка. Все об упаковке. – М.: ТИГРА, 2001. – 156 с.
2. Упаковка на основе бумаги и картона / под ред Кирвана М.Дж. – СПб.: Профессия, 2008. – 488 с.
3. Управление жизненным циклом продукции [Текст] / А.Ф. Колчин и др. –М.: Анархис, 2002.-304 с.
4. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких технологий. CALS-технологии. [Текст]: / И.П. Норенков, П.К. Кузьмик – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана ,2002 - 320 с.
5. Управление отходами: учебное пособие / А. Ф. Шиманский, Е. В. Зе- линская, О. В. Мишинкина [и др.]. — Красноярск: СФУ, 2020. — 192 с. — ISBN 978-5-7638-4237-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/181581.
6. Максименко, Н. Н. Упаковка и экология : монография / Н. Н. Максименко, А. Ф. Федоренко. — Москва : МГУП им. Ивана Федорова, 2018. — 245 с. — ISBN 978-5-00000-000-0.
7. Райт, М. Циркулярная экономика. Менеджмент безотходного производства = The Circular Economy : пер. с англ. / М. Райт. — Санкт-Петербург : Питер, 2021. — 304 с. — (Библиотека Сбербанка). — ISBN 978-5-4461-1543-7.
8. Стендер, Т. Дизайн упаковки для циркулярной экономики / Т. Стендер, Ф. Вайс. — Москва : Альпина Паблишер, 2022. — 198 с. : ил. — ISBN 978-5-9614-7890-1.
9. Тикунова, И. В. Экологические аспекты полиграфического производства : учебное пособие / И. В. Тикунова. — Москва : ИД «Московский полиграфист», 2019. — 167 с. — ISBN 978-5-00000-001-7.
10. Браун, Л. Р. Экоэкономика. Как создать экономику, ориентированную на сохранение Земли / Л. Р. Браун ; пер. с англ. В. И. Данилова. — Москва : Весь Мир, 2017. — 392 с. — ISBN 978-5-7777-0674-9.

5.2.Дополнительная литература

1. Голубков, Е. П. Стратегический менеджмент : учебник и практикум для вузов / Е. П. Голубков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 278 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15505-1. — URL : https://urait.ru/bcode/508037
2. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 150100 "Материаловедение и технологии материалов" / под ред. В.И. Назарова. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2016. – 464 с.
3. Полимерные пленки = Handbook of Plastic Films / Editor: E.M. Abdel-Bary // Shawbury, UK: Rapra Technology Limited: технологии производства, деструкция и стабилизация, применение, рециклинг: монография / ред. Е.М. Абдель-Бари; пер. с англ., под ред. проф. Г.Е. Заикова. – в пер. – СПб: Профессия, 2010. – 352 с.
4. Браун, Л. Р. Экоэкономика. Как создать экономику, ориентированную на сохранение Земли / Л. Р. Браун ; пер. с англ. В. И. Данилова. — Москва : Весь Мир, 2017. — 392 с. — ISBN 978-5-7777-0674-9.
5. Горбунов, А. Р. Переработка и утилизация отходов производства полимерных материалов : справочник / А. Р. Горбунов. — Москва : Профессия, 2020. — 312 с. — ISBN 978-5-00000-002-4.
6. Келлер, К. Оценка жизненного цикла (LCA). Практическое руководство / К. Келлер, П. Райхерт ; пер. с нем. — Москва : Техносфера, 2018. — 256 с. — ISBN 978-5-94836-567-1.
7. Лапин, С. В. Управление отходами в полиграфии : учеб.-метод. пособие / С. В. Лапин. — Санкт-Петербург : СПбГУПТД, 2019. — 115 с. — ISBN 978-5-00000-003-1.
8. Макдонах, У. От колыбели до колыбели. Меняя подход к тому, как мы создаем вещи = Cradle to Cradle / У. Макдонах, М. Браунгарт ; пер. с англ. — Москва : АСТ, 2020. — 317 с. — ISBN 978-5-17-118511-9.

5.3.Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 10 Pro
2. Microsoft Office 2019
3. KasperskyAnti-Virus
4. Libre Office
5. OpenCAD
6. Open Data Visual
7. ChartRus
8. CAD/3D (по доступности: ArtiosCAD/Impact/FreeCAD/Illustrator/Inkscape), табличные процессоры (Excel/LibreOffice), средства визуализации/рендеринга (по наличию).
9. Профессиональные ИСС/БД: docs.cntd.ru; gost.ru; сайты ECMA/FEFCO;

5.4.Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

5.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Электронный образовательный ресурс не предусмотрен.

5.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru	Доступно
2	Библиотека стандартов	https://www.opengost.ru/	Доступно
3	Электронный фонд нормативных документов	https://docs.cntd.ru/	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
3	Росстандарт: Стандарты и регламенты.	https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts	Доступно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций.
2. Аудитория для проведения практических и семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Аудитория для лиц с ОВЗ.
4. Компьютерный класс, аудитория для самостоятельной работы и курсового проектирования.
5. Библиотека, читальный зал.
6. Для самостоятельной работы обучающимся предлагается коворкинг, расположенный в ауд. 1137, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

7.1. Методические рекомендации преподавателю

Данный раздел настоящей рабочей программы предназначен для начинающих преподавателей и специалистов-практиков, не имеющих опыта преподавательской работы.

Дисциплина «Безотходные технологии» формирует у обучающихся компетенцию ПК-1. В условиях конструирования образовательных систем на принципах компетентностного подхода произошло концептуальное изменение роли преподавателя, который, наряду с традиционной ролью носителя знаний, выполняет функцию организатора научно-поисковой работы обучающегося, консультанта в процедурах выбора, обработки и интерпретации информации, необходимой для практического действия и дальнейшего развития, что должно обязательно учитываться при проведении лекционных и практических занятий по дисциплине «Безотходные технологии ». Преподавателю необходимо выстраивать логику «требования → эскиз/концепт → материал/конструкция → диалайн/импозиция → CAD/3D → технологии → V&V → ТЗ/КД → ТЭО/внедрение»; увязывать каждую практику с индикаторами таблицы.

Преподавание теоретического (лекционного) материала по дисциплине «Безотходные технологии» осуществляется на основе междисциплинарной интеграции и четких междисциплинарных связей в рамках образовательной программы и учебного плана по направлению 29.04.03 Технология полиграфического и упаковочного производства.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Безотходные технологии» рассматривается в п.4.2 рабочей программы.

Методика определения итогового семестрового рейтинга обучающегося по дисциплине «Безотходные технологии» представлена в составе ФОС по дисциплине в п.8 настоящей рабочей программы.

Примерные темы рефератов и варианты тестовых заданий для текущего контроля и перечень вопросов к экзамену по дисциплине представлены в составе ФОС по дисциплине в п.8 настоящей рабочей программы.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Безотходные технологии», приведен в п.5 настоящей рабочей программы.

7.2. Методические указания обучающимся

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на практических занятиях, реферат, тестирование. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

Методические указания по освоению дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины.

Посещение лекционных занятий является обязательным.

Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом.

Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Проведение практических занятий по дисциплине «Безотходные технологии» осуществляется в следующих формах:

- опрос по материалам, рассмотренным на лекциях и изученным самостоятельно по рекомендованной литературе;
- анализ и обсуждение практических ситуаций по темам.

Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным.

Подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное практическое занятие.

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в п.7 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине «Безотходные технологии». Список основной и дополнительной литературы по дисциплине приведен в п.5 настоящей рабочей программы.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Безотходные технологии» проходит в форме тестирования. Примерный перечень вопросов к по дисциплине «Безотходные технологии» и критерии оценки ответа обучающегося на экзамене для целей оценки достижения заявленных индикаторов сформированности компетенции приведены в составе ФОС по дисциплине в п.8 настоящей рабочей программы.

Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине независимо от результатов текущего контроля.

8. Фонд оценочных средств по дисциплине

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)

ПК-1 Способен анализировать научно-техническую информацию, разрабатывать и реализовывать планы (программы) мероприятий при создании изделий с заданными эксплуатационными характеристикам и с использованием полиграфических технологий	ИПК-1.1. Анализирует источники информации и базы данных, определяет методы исследования материалов, полуфабрикатов, продукции и процессов в ходе концептуальной разработки проектов (конструкции) изделий и систем с применением полиграфических технологий ИПК-1.2. Формулирует требования, критерии и показатели полуфабрикатов и готовых изделий и систем в зависимости от их конструктивных особенностей; определяет и выбирает ресурсную и техническую базу для производства ИПК-1.3. Анализирует и выбирает технологические процессы и технические средства производства и контроля при создании изделий с заданными эксплуатационными характеристиками с использованием полиграфических технологий ИПК-1.4. Разрабатывает и реализует план мероприятий анализа, испытаний, модификации и контроля материалов, полуфабрикатов и готовой продукции в ходе разработки и реализации производства изделий с применением полиграфических технологий с заданными эксплуатационными характеристиками ИПК-1.5. Обоснованно интерпретирует, обрабатывает и представляет результаты исследований в виде научной и проектно-конструкторской документации	Промежуточный контроль: экзамен Текущий контроль: опрос на практических занятиях; реферат, тестирование	Темы 1-4

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

8.2.1 Критерии оценки ответа на зачёте.

(формирование компетенции ПК-, индикаторы ИПК -1.1, ИПК -1.2, ИПК -1.3, ИПК -1.4, ИПК -1.5)

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом и настоящей рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в стандартных ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом и настоящей рабочей программой. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

8.2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях

(формирование компетенции ПК-, индикаторы ИПК -1.1, ИПК -1.2, ИПК -1.3, ИПК -1.4, ИПК -1.5)

«5» (отлично): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

«4» (хорошо): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

«3» (удовлетворительно): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

8.2.3. Критерии оценки тестирования

(формирование компетенции ПК-, индикаторы ИПК -1.1, ИПК -1.2, ИПК -1.3, ИПК -1.4, ИПК -1.5)

Тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных студентом на вопросы теста.

Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставляемой балльной оценке:

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

«5» (отлично): тестируемый демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«4» (хорошо): тестируемый в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«3» (удовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, он владеет некоторыми терминами и на вопросы теста реагирует достаточно медленно.

«2» (неудовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, терминологией он не владеет и на вопросы теста реагирует медленно.

8.2.4. Итоговое соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированности компетенций по дисциплине:

Уровень сформированности компетенции	Оценка	Пояснение
Высокий	«5» (отлично)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены на высоком уровне; компетенции сформированы
Средний	«4» (хорошо)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями; компетенции в целом сформированы
Удовлетворительный	«3» (удовлетворительно)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены частично, но пробелы не носят существенного характера; большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки; компетенции сформированы частично
Неудовлетворительный	«2» (неудовлетворительно)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине не освоены; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнено, либо содержит грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не приводит к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий; компетенции не сформированы

8.3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора заявленных по данной дисциплине индикаторов сформированности компетенций.

8.3.1. Текущий контроль (работа на практических занятиях)

(формирование компетенции ПК-, индикаторы ИПК -1.1, ИПК -1.2, ИПК -1.3, ИПК -1.4, ИПК -1.5)

- Обзор источников/БД и выбор методов исследования для концептуальной проработки изделия.
- ТЗ и спецификация требований; выбор ресурсной и технической базы.

- Матрица выбора процессов печати/отделки и средств контроля под заданные характеристики.
- План V&V и протокол испытаний; анализ результатов и предложения по модификации.
- Эскиз концепт, диалайн и CAD/3D прототип с учётом DFM/DFA и эргономики/прочности.
- Обоснование технологического маршрута и параметров, влияющих на функциональность/качество.
- Проверка соответствия нормативам/стандартам; критерии качества и карты контроля.

8.3.2. Текущий контроль (подготовка реферата)

(формирование компетенции ПК-, индикаторы ИПК -1.1, ИПК -1.2, ИПК -1.3, ИПК -1.4, ИПК -1.5)

Примерные темы рефератов

1. Правовые и экономические аспекты расширенной ответственности производителя (РОП) в полиграфической и упаковочной отрасли.
2. Принципы циркулярной экономики (Circular Economy) и их применение в дизайне упаковки.
3. Оценка жизненного цикла (LCA) как инструмент экологического аудита полиграфической продукции.
4. Международные экологические стандарты FSC и PEFC: значение для устойчивого лесопользования и цепочек поставок.
5. Биоразлагаемые пластики (PLA, PHA) в производстве упаковки: преимущества, недостатки и проблемы утилизации.
6. Концепция «Ноль отходов» (Zero Waste) как стратегическая цель для полиграфического предприятия.
7. Технологии цифровой печати и их вклад в снижение отходов производства.
8. Дизайн для переработки (DfR): принципы и практические примеры в проектировании упаковки.
9. Проблемы и перспективы переработки многокомпонентной упаковки (например, тетрапак).
10. Системы повторного использования (reusable packaging) в логистике потребительских товаров.
11. Экономическая эффективность внедрения систем регенерации растворителей в типографии.
12. Бизнес-модель «Упаковка как услуга» (Packaging-as-a-Service) в контексте циркулярной экономики.
13. Применение принципов бережливого производства (Lean) для минимизации отходов в полиграфии.
14. Инновационные барьерные покрытия на бумажной основе как альтернатива пластиковой упаковке.
15. Организация и эффективность раздельного сбора отходов на полиграфическом предприятии.
16. Технологии замкнутого водного цикла в процессах промывки печатного оборудования.
17. Анализ зарубежного опыта внедрения депозитных систем для тары и упаковки.
18. «Зеленая» химия в полиграфии: экологичные виды красок и увлажняющих растворов.
19. Социально-экономические аспекты принятия экологичной упаковки потребителями.
20. Разработка дорожной карты перехода типографии на безотходные принципы работы (на примере кейса).

8.3.3. Текущий контроль (тестирование)

(формирование компетенции ПК-, индикаторы ИПК -1.1, ИПК -1.2, ИПК -1.3, ИПК -1.4, ИПК -1.5)

Пример тестового задания по разделам дисциплины:

1. Что является высшим приоритетом в Иерархии обращения с отходами (Waste Hierarchy)? а) Переработка б) Снижение образования в) Восстановление энергии г) Захоронение

2. Концепция «Cradle to Cradle» предполагает: а) Захоронение отходов на специальных полигонах б) Проектирование продуктов по принципу «от колыбели до могилы» в) Создание продуктов, которые после использования становятся питанием для новых природных или промышленных циклов г) Максимальное сокращение использования материалов

3. Оценка жизненного цикла (LCA) – это методология для: а) Определения только стоимости производства продукта б) Количественной оценки экологических воздействий продукта на всех этапах его жизни в) Проведения маркетинговых исследований г) Контроля качества готовой продукции

4. Расширенная ответственность производителя (РОП) – это: а) Обязанность производителя снизить цену на свою продукцию б) Обязанность производителя утилизировать выпущенную в обращение продукцию после утраты ею потребительских свойств в) Ответственность только за качество продукции г) Добровольная инициатива компаний

5. Маркировка FSC на бумажной продукции гарантирует, что: а) Продукция изготовлена из вторичного волокна б) Древесина заготовлена легально и из ответственно управляемых лесов в) Продукция является биоразлагаемой г) Производство является энергоэффективным

6. Директива ЕС об одноразовых пластиковых изделиях (SUP) направлена в первую очередь на: а) Полный запрет всех видов пластика б) Снижение потребления определенных одноразовых пластиковых изделий и развитие альтернатив в) Увеличение мощности мусоросжигательных заводов г) Стимулирование производства биоразлагаемых пластиков

7. Основная цель технологического аудита отходов на предприятии – это: а) Увольнение нерадивых сотрудников б) Выявление источников, видов и объемов образующихся отходов для разработки мер по их снижению в) Составление отчета для налоговой инспекции г) Получение экологического сертификата без изменений в процессе

8. Установите соответствие между показателем и его сутью:

1. Процент использования материала
2. Норма технологических потерь
3. Уровень рециклинга А. Доля отходов, направленных в переработку от общего объема образовавшихся. Б. Отношение массы полезно использованного материала к массе закупленного. В. Плановый или фактический объем отходов на единицу продукции. а) 1-А, 2-Б, 3-В б) 1-Б, 2-В, 3-А в) 1-В, 2-А, 3-Б г) 1-Б, 2-А, 3-В

9. Картирование материальных потоков позволяет: а) Разработать дизайн новой упаковки б) Наглядно увидеть движение материалов и точки образования отходов на предприятии в) Рассчитать заработную плату сотрудников г) Провести маркетинговый анализ

10. Принцип «Дизайн для переработки» (DfR) НЕ включает: а) Использование мономатериалов б) Облегчение веса упаковки (лайтвейтинг) в) Создание неразъемных соединений из разнородных материалов г) Маркировку компонентов для облегчения сортировки

11. Биопластик PLA (полилактид) является компостируемым: а) В любых домашних условиях б) Только в условиях промышленных компостеров при высокой температуре в) Он не компостируется, а только перерабатывается г) Путем захоронения на полигоне

12. Основная цель «Дизайна для окружающей среды» (DfE): а) Снижение экологического воздействия продукта на всех этапах его жизненного цикла б) Снижение только себестоимости продукта в) Улучшение только эстетического вида упаковки г) Ускорение процесса производства

13. Какая технология печати позволяет существенно снизить отходы при переналадке на новый тираж? а) Цифровая печать б) Офсетная печать в) Глубокая печать г) Флексографская печать

14. Программная оптимизация раскроя (импозиция) направлена на: а) Ускорение печати б) Повышение качества изображения в) Максимальное использование площади печатного листа и минимизацию обрезков г) Устранение муара

15. Системы замкнутого цикла для промывки красочных аппаратов позволяют: а) Увеличить расход растворителей б) Снизить расход растворителей за счет их регенерации и повторного использования в) Полностью отказаться от использования красок г) Увеличить скорость печати

16. Что такое «даунсайклинг» (downcycling)? а) Переработка материала в продукт с более высокими потребительскими свойствами б) Переработка материала в продукт более низкого качества по сравнению с исходным в) Сжигание отходов для получения энергии г) Захоронение отходов на полигоне

17. Основная сложность переработки упаковки типа «Тетра Пак» заключается в: а) Ее большом весе б) Композитной структуре (картон, полиэтилен, алюминий), которую сложно разделить в) Низком спросе на вторичное сырье г) Отсутствии технологий ее переработки

18. Установите правильную последовательность стадий переработки макулатуры:

1. Роспус (измельчение и смешивание с водой)
2. Сортировка и очистка
3. Отлив бумажного полотна и сушка
4. Обесцвечивание (декинг) а) 1-2-3-4 б) 2-1-4-3 в) 4-3-2-1 г) 3-2-1-4

19. Внедрение системы раздельного сбора отходов на предприятии начинается с: а) Закупки большого количества контейнеров б) Проведения аудита и идентификации потоков отходов в) Поиска переработчика г) Издания приказа по предприятию

20. Принципы бережливого производства (Lean) направлены на: а) Увеличение складских запасов б) Выявление и устранение всех видов потерь (включая материальные) в) Сокращение штата сотрудников г) Увеличение времени переналадки оборудования

21. Критерием при выборе подрядчика на переработку отходов НЕ является: а) Наличие лицензии на деятельность б) Низкая цена услуг при отсутствии документов о фактической переработке в) Прозрачность цепочки движения отходов г) Использование современных технологий

22. Бизнес-модель «Упаковка как услуга» (Packaging-as-a-Service) предполагает, что: а) Компания продает упаковку по максимально высокой цене б) Клиент покупает упаковку, а не функцию упаковывания; основная ценность – в многооборотности и сервисе в) Упаковка предоставляется бесплатно г) Упаковка производится только из вторичных материалов

23. При расчете срока окупаемости инвестиций в безотходные технологии учитывают: а) Только капитальные затраты (CAPEX) б) Капитальные затраты и ежегодную операционную экономию (снижение OPEX) в) Только репутационные выгоды г) Увеличение налогообложения

24. Первым этапом разработки дорожной карты перевода предприятия на циркулярные принципы является: а) Закупка нового оборудования б) Проведение аудита и анализ текущего состояния в) Обучение персонала г) Разработка дизайна новой упаковки

25. Комплексное внедрение безотходных технологий на предприятии дает эффект: а) Только экологический б) Только экономический в) Синергетический, сочетающий экологическую, экономическую и репутационную выгоду г) Только репутационный

8.3.4. Промежуточный контроль (вопросы к зачету)

(формирование компетенции ПК-, индикаторы ИПК -1.1, ИПК -1.2, ИПК -1.3, ИПК -1.4, ИПК -1.5)

Примерный перечень вопросов:

1. В чем принципиальное отличие линейной экономической модели от циркулярной?
2. Опишите иерархию обращения с отходами (Waste Hierarchy).
3. Раскройте суть концепции «Cradle to Cradle» («от колыбели до колыбели»).
4. Каковы основные цели концепции «Ноль отходов» (Zero Waste)?
5. Какие основные требования Директивы ЕС об упаковке и упаковочных отходах?
6. В чем суть расширенной ответственности производителя (РОП)?
7. Какую информацию несет маркировка FSC на продукции?
8. Что регулирует Директива ЕС об одноразовых пластиковых изделиях (Single-Use Plastics Directive)?
9. Каково значение экологической сертификации Cradle to Cradle Certified™?
10. Назовите основные этапы проведения технологического аудита отходов на предприятии.
11. Какие ключевые показатели эффективности (KPI) используются для оценки безотходности?
12. В чем заключаются принципы Дизайна для Окружающей Среды (DfE)?
13. Что такое Дизайн для Переработки (DfR) и каковы его ключевые правила?
14. Каковы преимущества и недостатки мономатериальной упаковки?
15. Какие требования предъявляются к компостируемой упаковке?
16. Охарактеризуйте основные типы биопластиков, используемых в упаковке.
17. Как технологии цифровой печати способствуют снижению отходов?
18. Какие методы оптимизации раскроя материала используются в допечатной подготовке?
19. Как работают системы замкнутого цикла для промывки красочных аппаратов?
20. В чем преимущество CTP-технологий перед использованием фотоформ с точки зрения экологии?
21. Как можно снизить количество брака послепечатной обработки?
22. Опишите основные стадии технологического процесса переработки макулатуры.
23. В чем заключается проблема даунсайклинга при переработке пластиков?
24. Какие технологии используются для переработки сложных композитных материалов (ламинатов)?
25. Как происходит процесс регенерации растворителей?
26. Какие методы сортировки отходов являются наиболее эффективными для полиграфии?
27. Из каких основных элементов состоит система экологического менеджмента на предприятии?
28. Каковы ключевые шаги по внедрению раздельного сбора отходов в цехе?
29. Как инструменты бережливого производства (например, 5S) помогают снижать отходы?
30. На какие критерии следует ориентироваться при выборе подрядчика по переработке отходов?
31. Как мотивировать персонал к участию в программах по снижению отходов?
32. Каковы типичные статьи затрат (CAPEX) при внедрении системы рециклинга?
33. Какую операционную экономию (OPEX) может принести внедрение безотходных технологий?
34. Как рассчитать срок окупаемости инвестиций в оборудование для переработки?
35. Что такое модель «Упаковка как услуга» (Packaging-as-a-Service)?