Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.07.2026 17:29:45
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет/институт Полиграфический

УТВЕРЖДАЮ
Декан Полиграфического факультета
_____/Нагорнова И.В./
«_26_» _____февраля_____ 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оценки экологического следа

Направление подготовки/специальность
29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»

Профиль/специализация
Бизнес-процессы упаковочного производства

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик

Заведующий кафедрой, к. т. н /Ф.А. Доронин/

Согласовано:

Руководитель образовательной программы 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

к.т.н., И.В. Нагорнова /

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы....6
3 Структура и содержание дисциплины....6
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....6
3.2 Тематический план изучения дисциплины....7
3.3 Содержание дисциплины....8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....10
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение....10
4.2. Дополнительная литература....10
4.3 Нормативные документы и ГОСТы....**10**
4.4 Электронные образовательные ресурсы....10
4.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....11
6 Методические рекомендации....12
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....12
7 Фонд оценочных средств....12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения....13
7.3. Оценочные средства....13

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Настоящая программа учебной дисциплины «Рециклинг упаковки» устанавливает необходимые требования к знаниям и умениям обучающихся, в том числе для эффективной интеграции в рабочий процесс производств, соблюдения сроков выполнения задач и получения требуемых результатов.

Программа разработана для направления подготовки 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства», профиль «Бизнес-процессы упаковочного производства» в соответствии с:

- Федеральными государственными образовательными стандартами;
- Образовательными программами высшего образования;
- Рабочими учебными планами для 2026 года начала подготовки.

Цели дисциплины:

Сформировать у обучающихся системное понимание концепции экологического следа и выработать практические навыки применения основных методов его оценки для анализа и снижения негативного воздействия на окружающую среду процессов производства упаковки различных видов. Изучение общих закономерностей организации безотходного производства. Возвращение в оборот промышленных задач вторичных материальных ресурсов (ВМР) полиграфических, упаковочных и других производств. Повторное или многократное использование ресурсов, технологического и техногенного сырья. Усвоить основные понятия, виды и принципы оценки экологического следа (углеродного, водного, земельного и др.) в контексте жизненного цикла упаковки. Изучить международные стандарты и методологии оценки жизненного цикла (LCA), углеродного следа (CFP) и других видов экологической отчетности.

Задачи дисциплины:

- Изучение принципов и методов переработки упаковочных материалов
- Освоение современных технологий рециклинга
- Формирование навыков сортировки упаковочных материалов
- Изучение технологических процессов вторичной переработки
- Овладение методами оценки эффективности рециклинга
- Развитие навыков раздельного сбора и утилизации упаковки
- Формирование экологической культуры обращения с отходами
- Изучиние основных понятий: экологический след, жизненный цикл продукта (LCA), углеродный след (Carbon Footprint), водный след (Water Footprint), круговой экономика (Circular Economy).
- Изучить Международных стандартов и руководства: ISO 14040/14044 (LCA), ISO 14067 (углеродный след продукта), GHG Protocol, PAS 2050.
- Исследование фаз жизненного цикла упаковки: добыча сырья, производство материалов, производство упаковки, логистика, использование, утилизация (включая рециклинг, компостирование, захоронение).
- Анализ ключевых категории воздействия на окружающую среду: изменение климата (парниковые газы), истощение ресурсов, acidification (закисление), eutrophication (эвтрофикация), токсичность.
- Исследование особенности экологического профиля основных материалов для упаковки: пластик (разных видов), бумага и картон, стекло, металл (алюминий, сталь), биопластики.
- Изучение принципов экодизайна (Eco-design) и устойчивого развития применительно к упаковке.

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.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способен анализировать структуру материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства, определять потенциал ресурсосбережения, экологической и потребительской безопасности и технической оснащенности технологических решений	ИПК-2.1 Определяет состав и структуру полиграфических и упаковочных материалов, применяя современные методы анализа; оценивает влияние состава и структуры материалов на их основные характеристики ИПК-2.2 Осуществляет входной и поэтапный контроль характеристик и структуру основных и вспомогательных материалов упаковочного и полиграфического производства с учетом жизненного цикла упаковки ИПК-2.3 Выбирает и адаптирует методы исследования свойств материалов в зависимости от технологического процесса, применяет современные инструменты и технологии для анализа материалов ИПК-2.4 Определяет потенциал ресурсосбережения, экологической и потребительской безопасности технологических решений упаковочного и полиграфического производства; оценивает альтернативные материалы с точки зрения их ресурсной эффективности. ИПК-2.5 Применяет нормативно-правовую и техническую документацию для обеспечения процессов упаковочного и полиграфического производства с учетом обеспечения целевых производственных задач, анализирует влияние применяемых технологий на качество продукции
ПК-6 Способен осуществлять управление процессами обеспечения качества, обеспечивать контроль и оценку качества продукции и технологических процессов, выявлять и анализировать отклонения от заданных характеристик, предпринимать меры по минимизации технологических, экономических и репутационных потерь	ИПК-6.1 Разрабатывает и внедряет системы управления качеством продукции (работ, услуг) в соответствии с нормативными требованиями. ИПК-6.2 Использует методы инструментального, визуального и лабораторного контроля для оценки соответствия продукции стандартам, обеспечивает мониторинг выполнения технологических процессов с целью минимизации дефектов и отклонений, разрабатывается и применяется корректирующие и предупреждающие меры для устранения несоответствий. ИПК-6.3 Разрабатывает и осуществляет мероприятия по снижению уровня брака и потерь, определяет возможности для повышения производственной эффективности, в т.ч. с использование цифровых инструментов и прогнозной аналитики ИПК-6.4 Обеспечивает соответствие продукции требуемым показателям качества, анализируя ресурсные потоки и организационно-производственные процессы на всех стадиях жизненного цикла изготовления продукции ИПК-6.5 Осуществляет документирование процессов качества, организует внешний аудит качества и принимает участие в сертификационных проверках

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится части блока Б1 «Элективные дисциплины №4», формируемые участники образовательных отношений.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами:

- Технологии маркетинга.
- Брендирование упаковки.
- Конструктивное проектирование упаковочных решений.
- Управление жизненным циклом упаковки.
- Рециклинг упаковки.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			8	
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**54**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка к практическим занятиям			
2.2	Изучение дополнительных материалов по разделам дисциплины			
3	**Промежуточная аттестация**			
3.1	Зачет	+	+	
3.2	Экзамен			
	Итого	**108**	**108**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	**Наименование раздела дисциплины**	Лекции	Лаб.	СРС	Всего
1	Тема 1. Введение в устойчивое развитие и экономику замкнутого цикла. Роль упаковки в современных экологических вызовах.	2	6	9	17
2	Тема 2. Концепция жизненного цикла продукта (LCA). Основные понятия, стандарты ISO 14040/14044.	2	6	9	17
3	Тема 3. Определение цели, системных границ и функциональной единицы. Инвентаризационный анализ (LCI) для производства упаковки.	2	6	9	17
4	Тема 4. Оценка воздействия (LCIA). Ключевые категории воздействия и методы их расчета.	4	6	9	19
5	Тема 5. Интерпретация результатов LCA. Анализ "горячих точек", чувствительности и неопределенности.	4	6	9	19
6	Тема 6. Углеродный след продукта (CFP). Стандарт ISO 14067. Управление углеродными выбросами в цепочке поставок.	4	6	9	19
	Итого	18	36	54	108

3.3 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма текущего контроля успеваемости
1	Тема 1. Введение в устойчивое развитие и экономику замкнутого цикла. Роль упаковки в современных экологических вызовах.	Актуальность проблемы: упаковка в контексте глобальных экологических вызовов (изменение климата, загрязнение пластиком, истощение ресурсов). Концепция устойчивого развития (Sustainable Development) и экономики замкнутого цикла (Circular Economy) для упаковочной индустрии. Обзор инструментов экологической оценки: Экологический след (Environmental Footprint), Углеродный след (CFP), Водный след (WFP), Оценка Жизненного Цикла (LCA).	Устный опрос Письменная работа
2	Тема 2. Концепция жизненного цикла продукта (LCA). Основные понятия, стандарты ISO 14040/14044.	Основные принципы и четыре фазы LCA: определение цели и области применения, инвентаризационный анализ, оценка воздействия, интерпретация. Определение цели исследования: для чего проводится оценка (сравнение продуктов, оптимизация процесса, маркетинг, стратегическое планирование). Определение системных границ: "от колыбели до могилы" (cradle-to-grave), "от колыбели до ворот" (cradle-to-gate), "от ворот до ворот" (gate-to-gate). Выбор функциональной единицы (Functional Unit) – ключевой основы для сравнения (например, "упаковка для 1 литра продукта").	Устный опрос Письменная работа
3	Тема 3. Определение цели, системных границ и функциональной единицы. Инвентаризационный анализ (LCI) для производства упаковки.	Построение карты материальных и энергетических потоков для производства упаковки. Источники данных: первичные данные (замеры на производстве, данные поставщиков) и вторичные данные (базы данных, такие как Ecoinvent, ELCD, GaBi). Сбор данных для ключевых процессов: производство сырья (гранулы ПЭТ, целлюлоза, стеклобой), энергоснабжение, транспорт, производственные процессы (экструзия, литье, формовка, печать), этап утилизации.	Устный опрос Письменная работа

4	Тема 4. Оценка воздействия (LCIA). Ключевые категории воздействия и методы их расчета.	Выбор категорий воздействия и методов оценки. Обзор распространенных методов (ReCiPe, CML, TRACI). Детальный разбор ключевых категорий воздействия: Изменение климата (Потенциал глобального потепления, GWP) в кг CO2-экв.продукци	Устный опрос Письменная работа
5	Тема 5. Интерпретация результатов LCA. Анализ "горячих точек", чувствительности и неопределенности.	Специфика стандарта ISO 14067. Отличия и сходства с LCA. Учет биогенного углерода (для бумажной, биопластиковой упаковки). Учет углеродного следа от землепользования (Land Use Change). Протоколы GHG Protocol: Scope 1, 2, 3. Учет косвенных выбросов по всей цепочке создания стоимости.	Устный опрос Письменная работа
6	Тема 6. Углеродный след продукта (CFP). Стандарт ISO 14067. Управление углеродными выбросами в цепочке поставок.	Обзор рынка LCA-software: SimaPro, GaBi, OpenLCA, Umberto. Создание новой модели проекта: настройка функциональной единицы и системных границ. Построение процессной модели производства упаковки: добавление процессов из баз данных, создание собственных процессов.Проведение расчетов, анализ результатов и визуализация (диаграммы, таблицы).	Устный опрос Письменная работа

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия
Семинарские занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование	Объем в часах
1	Тема 1	Тема 1. Введение в устойчивое развитие и экономику замкнутого цикла. Роль упаковки в современных экологических вызовах.	6
2	Тема 2	Тема 2. Концепция жизненного цикла продукта (LCA). Основные понятия, стандарты ISO 14040/14044.	6
3	Тема 3	Тема 3. Определение цели, системных границ и функциональной единицы. Инвентаризационный анализ (LCI) для производства упаковки.	6
4	Тема 4	Тема 4. Оценка воздействия (LCIA). Ключевые категории воздействия и методы их расчета.	6
5	Тема 5	Тема 5. Интерпретация результатов LCA. Анализ "горячих точек", чувствительности и неопределенности.	6
6	Тема 6	Тема 6. Углеродный след продукта (CFP). Стандарт ISO 14067. Управление углеродными выбросами в цепочке поставок.	6
		Итого	36

3.4.2 Лабораторные занятия не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые проекты и работы по дисциплине не предусмотрены

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Основная литература

1. Грашин, А.А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды: дизайн унифицированных и агрегатированных объектов). – М.: Архитектура-С, 2004. – 229 с.
2. Сакольников Ю. Упаковка. Все об упаковке. – М.: ТИГРА, 2001. – 156 с.
3. Упаковка на основе бумаги и картона / под ред Кирвана М.Дж. – СПб.: Профессия, 2008. – 488 с.
4. 1 Управление жизненным циклом продукции [Текст] / А.Ф. Колчин и др. –М.: Анархис, 2002.-304 с.
5. 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.
6. 1. 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-библио- течная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/181581.
7. Рециклинг упаковки и биоразлагаемые полимерные материалы : монография / М. Г. Балыхин, К. И. , М. И. Губанова [и др.]. — Москва : МГУПП, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-9920-0349-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/277142.

4.2. Дополнительная литература

1. 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.
2. 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.

4.3 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».

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Электронные образовательные ресурсы по данной дисциплине не предусмотрены.

4.4 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

5 Материально-техническое обеспечение

1. Лекционная аудитория, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций.
2. Аудитория для проведения практических и семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Библиотека, читальный зал.
4. 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.

6 Методические рекомендации

Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Преподавание теоретического материала по дисциплине осуществляется по последовательной схеме на основе ОП и рабочего учебного плана по направлению 29.03.04.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины рассматривается в разделе 3.3 рабочей программы.

Структура и последовательность проведения аудиторных занятий по дисциплине представлена в разделе 3.4.1 настоящей рабочей программы.

Целесообразные к применению в рамках дисциплины образовательные технологии изложены в п.5 настоящей рабочей программы.

Примерные варианты заданий для промежуточного/итогового контроля по дисциплине представлены в соответствующих подпунктах приложения 2 рабочей программы.

При проведении занятий рекомендуется использование активных и интерактивных форм занятий (деловых и ролевых игр, проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, коммуникативного эксперимента, коммуникативного тренинга, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, должен составлять не менее 20% аудиторных занятий.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По дисциплине проводятся лекционные и лабораторные занятия.

Регулярное посещение лабораторных занятий по дисциплине являются важнейшими видами самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимыми для качественной подготовки к промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине.

Итоговая аттестация по дисциплине проходит в форме экзамена. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине приведен в приложении 2 настоящей рабочей программы, а критерии оценки ответа студента на зачёте — в п. 6 настоящей рабочей программы.

В процессе освоения учебной дисциплины предусматриваются различные виды и формы учебной работы: лекции, теоретические семинары, дискуссии, в процессе которых студенты актуализируют и углубляют теоретические знания.

Формирование умений и навыков по пройденному материалу происходит в процессе практических занятий, которые проводятся в активной форме. Использование активных форм обучения позволяет мобилизовать внутренний потенциал студентов и в игровой ситуации моделировать решение проблем практической деятельности. Освоенные на практических занятиях методы и приёмы закрепляются в ходе самостоятельной работы.

Освоение учебной дисциплины проводится в процессе текущего контроля и завершается оценкой уровня знаний и степени формирования умений. Текущий контроль освоения теоретических знаний и технологических умений предусмотрен на практических занятиях и в процессе выполнения самостоятельных заданий во внеаудиторное время.

Студентам на лекциях задаются вопросы для самостоятельной проработки. После проведения самостоятельной подготовки студенты проходят обязательный контроль в форме выполнения аудиторной зачетной работы по соответствующей теме.

Систематичность работы студентов по усвоению изучаемого материала обеспечивается графиком СРС, который является обязательной частью учебно-методического комплекса дисциплины.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине проводится в форме ‘rpfvtyfno результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом и настоящей рабочей программой. При этом учитываются результаты текущего

контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения проводится преподавателем, ведущим занятия методом экспертной оценки (предпочтительно с использованием балльно-рейтинговой системы контроля знаний студентов). По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные настоящей рабочей программой (прошли текущий контроль, выполнили и защитили реферат).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет. (формирование компетенций ПК-2 и 6)

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.

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Дайте определение понятию «экологический след» применительно к продукции.
2. Что такое жизненный цикл продукта (ЖЦП) и назовите его ключевые stages (стадии)?
3. В чем заключается основная цель проведения оценки жизненного цикла (LCA)?
4. Объясните связь между концепцией экономики замкнутого цикла и экологическим следом упаковки.
5. Что такое «зеленый камуфляж» (greenwashing) и как LCA помогает с ним бороться?
6. Перечислите основные драйверы (движущие силы) развития методов экологической оценки в полиграфии и упаковке.
7. Назовите и охарактеризуйте четыре фазы проведения LCA согласно стандартам ISO.
8. Что такое «функциональная единица» (functional unit) и почему ее корректный выбор критически важен для сравнения двух видов упаковки?
9. Какие типы системных границ вы знаете? В чем разница между «от колыбели до могилы» и «от колыбели до ворот»?
10. Что включает в себя этап «Инвентаризационный анализ» (Life Cycle Inventory - LCI)?
11. Какие виды данных (первичные и вторичные) используются в LCI? Приведите примеры для процесса офсетной печати.
12. Что такое «категория воздействия» (impact category) в рамках фазы LCIA? Приведите 5 примеров.
13. Для чего на этапе интерпретации результатов проводят анализ чувствительности и анализ неопределенности?
14. Дайте определение углеродного следа продукта (CFP).

15. В чем ключевые отличия стандарта ISO 14067 от общих стандартов LCA (ISO 14040/44)?
16. Что такое «биогенный углерод» и как он учитывается в расчетах CFP для бумажной упаковки?
17. Опишите систему учета выбросов парниковых газов по протоколу GHG Protocol (Scope 1, 2, 3).
18. К какким Scope GHG Protocol относятся выбросы от производства закупленной электроэнергии? А от транспортировки готовой продукции?
19. Почему при расчете CFP упаковки важно учитывать выбросы Scope 3?
20. Что характеризует «водный след» (water footprint) и какие его виды (зеленый, синий, серый) существуют?
21. Какой вид водного следа наиболее значим для производства хлопковой джутовой упаковки? Аргументируйте.
22. Что такое «эвтрофикация» и через какие показатели она оценивается в LCA?
23. Какие экологические проблемы связаны с категорией воздействия «закисление» (Acidification Potential)?
24. Перечислите основные «горячие точки» (hotspots) экологического следа в производстве бумажной упаковки.
25. Перечислите основные «горячие точки» (hotspots) экологического следа в производстве пластиковой упаковки (на примере ПЭТ).
26. Как выбор типа краски (на основе растворителей, UV-краски, водно-дисперсионные) влияет на экологический след печатного процесса?
27. Какой этап жизненного цикла часто оказывает наибольшее влияние для стеклянной тары? Почему?
28. Как использование вторичного сырья (рециклата) влияет на экологический след упаковки? На какие категории воздействия это влияет в первую очередь?
29. В чем заключаются экологические компромиссы (trade-offs) при замене пластиковой упаковки на бумажную?
30. Что такое «экодизайн» (eco-design) упаковки и как LCA используется в этом процессе?
31. Для чего используются экологические декларации (EPD) и какую информацию они содержат?
32. Назовите основные коммерческие и бесплатные программные комплексы для проведения LCA.
33. Какие международные базы данных жизненного цикла (например, Ecoinvent) вы знаете и в чем их назначение?
34. Какие основные критерии качества данных для LCA?
35. Почему результаты LCA, полученные с использованием разных методов оценки (например, ReCiPe и CML), могут отличаться?
36. Сформулируйте 3 рекомендации по снижению экологического следа для типографии полного цикла.
37. Сформулируйте 3 рекомендации по снижению углеродного следа для производителя картонной упаковки.
38. Как сценарий конца жизненного цикла (утилизация на свалке, рециклинг, сжигание с получением энергии) влияет на общие результаты оценки?
39. Что такое «анализ contribution» и для чего он проводится?
40. Каковы основные ограничения и проблемы метода LCA?

Образец билета для зачета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт/факультет: Полиграфический
Кафедра: Технологии и управление качеством в полиграфическом и упаковочном производстве
Дисциплина: Методы оценки экологического следа.
Направление (специальность): 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства.
Профиль/специализация: Бизнес-процессы упаковочного производства.
Год __, группа: ___-___, форма обучения: очная

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Перечислите основные «горячие точки» (hotspots) экологического следа в производстве бумажной упаковки.
2. Перечислите основные «горячие точки» (hotspots) экологического следа в производстве пластиковой упаковки (на примере ПЭТ).
3. Как выбор типа краски (на основе растворителей, UV-краски, водно-дисперсионные) влияет на экологический след печатного процесса?

Утверждено на заседании кафедры_____

Зав. кафедрой _____/Ф.А. Доронин/