ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56269— 2014/ISO/TR 14047:2012

Экологический менеджмент

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Примеры применения ИСО 14044 к ситуациям воздействия

ISO/TR 14047:2012

Environmental management — Life cycle assessment — Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations

(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН АНО «Международная академия качества бизнеса» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 20 «Экологический менеджмент и экономика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2014 г. № 1855-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу ISO/TR 14047:2012 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры применения ИСО 14044 к ситуациям воздействия» (ISO/TR 14047:2012 «Environmental management — Life cycle assessment — Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

Степень соответствия– идентичная (IDT)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2015

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Построение примеров в настоящем стандарте 1
2.1 Обязательные и дополнительные элементы 1
2.2 Область применения примеров 1
3 Элементы ОВЖЦ, проиллюстрированные примерами 5
3.1 Краткий обзор 5
3.2 Обязательные элементы ОВЖЦ 5
3.3 Дополнительные элементы ОВЖЦ (4.4.3 ИСО 14044) 16
4 Примеры обязательных элементов ОВЖЦ 18
4.1 Общее описание 18
4.2 Пример 1. Использование двух различных материалов для газовых трубопроводов 18
4.3 Пример 2. Два показателя категории воздействия при окислении 27
4.4 Пример 3. Воздействия выбросов парникового газа (ПГ) и осадков углерода на лесохозяйственную деятельность 34
4.5 Пример 4. Оценка показателей категории в конечном объекте 45
4.6 Пример 5. Выбор материала для ветровых закрылков при исследовании проекта автомобиля 51
5 Примеры дополнительных элементов ОВЖЦ 58
5.2 Пример 1. Продолжение 58
5.3 Пример 2. Продолжение 60
5.4 Пример 6. Нормализация значений показателей ОВЖЦ при использовании различных холодильных газов 62
5.5 Пример 7. Нормализация в исследованиях по управлению отходами 68
5.6 Пример 1. Продолжение 74
5.7 Пример 5. Продолжение 75
5.8 Пример 8. Метод определения весовых коэффициентов 76
5.9 Пример 1. Продолжение 81
5.10 Пример 5. Продолжение 83
5.11 Пример 1. Продолжение 85
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 95
Библиография 96

Введение

Пришедшее осознание важности защиты окружающей среды и возможного экологического соответствия продукционной системы [1] повысили интерес к разработке способов более четкого понимания этих проблем. Одним из таких разрабатываемых способов является оценка жизненного цикла (ОЖЦ) продукции (Life Cycle Assessment — LCA).

Оценка негативных воздействий в процессе жизненного цикла продукции (ОВЖЦ) является третьей фазой оценки жизненного цикла продукции, а цель ее — оценить результаты анализа жизненного цикла (ИАЖЦ) продукционной системы, чтобы лучше понять ее экологическое соответствие. Оценка моделирует экологические проблемы, называемые категориями воздействия, путем использования показателей категорий, помогающих группировать и объяснять результаты ИАЖЦ. ОВЖЦ отображает совокупные выбросы или ресурсы, применяемые для каждой категории, с целью отражения их потенциальных воздействий на окружающую среду.

В настоящем стандарте приводятся примеры, предусмотренные в ИСО 14044:2006, для того чтобы улучшить понимание требований указанного стандарта.

[1] В настоящем стандарте термин «продукционная система» охватывает также системы оказания услуг.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Экологический менеджмент

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

**Примеры применения ИСО 14044
к ситуациям воздействия**

**Environmental management.
Life cycle assessment.**

Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations

Дата введения — 2016 — 01 — 01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает примеры, иллюстрирующие существующую методику проведения оценки негативных воздействий на окружающую среду на стадиях жизненного цикла продукции согласно ИСО 14044:2006. Эти примеры являются небольшой частью возможных способов удовлетворения требований ИСО 14044 и предлагают «способ» или «способы», а не «уникальный способ» применения ИСО 14044. Примеры отражают ключевые элементы фазы оценки воздействий при оценке жизненного цикла продукции (ОВЖЦ). Примеры, представленные в настоящем стандарте, не являются исключительными, существуют и другие примеры решения методологических проблем.

2 Построение примеров в настоящем стандарте

2.1 Обязательные и дополнительные элементы

Фазы ОВЖЦ состоят из нескольких обязательных элементов, которые преобразовывают результаты анализа запасов жизненного цикла (ИАЖЦ) в результирующие показатели. Существуют и дополнительные элементы, используемые для стандартизации, группирования или оценивания полученных результатов применительно к методам анализа качества данных для целей интерпретации результатов.

2.2 Область применения примеров

Примеры, содержащиеся в настоящем стандарте, иллюстрируют и подкрепляют методологию, установленную в 4.4 ИСО 14044.

Примеры идентифицированы в таблице 1.

Издание официальное

Таблица 1 — Элементы ИСО 14044, иллюстрированные примерами настоящего стандарта

Ссылка на ИСО 14044:2006	*Пункт ИСО 14044:2006*	Примеры в настоящем стандарте
Пункты 1-3	Область применения, Нормативные ссылки, Термины и определения	Примеры категорий воздействий
Подпункты 4.4.2	Обязательные элементы ОВЖЦ	Пример 1, пример 2, пример 3, пример 4, пример 5
4.4.2.1	Общие положения	
4.4.2.2	Выбор категорий воздействия, показателей категории и характеристических моделей	
4.4.2.3	Отнесение результатов ИАЖЦ к выбранным категориям воздействия (классификация)	
4.4.2.4	Вычисление показателей категории (характеризация)	
Подпункты 4.4.3	Дополнительные элементы ОВЖЦ	Пример 1, пример 2, пример 6, пример 7 (Расчет значений показателей категорий на основе исходной информации) Пример 1 Основной пример, пример 5 и пример 8
4.4.3.1	Общие положения	
4.4.3.2	Нормализация	
4.4.3.3	Группирование	
4.4.3.4	Определение взвешенного значения	
Подпункт 4.4.4	Дополнительный анализ качества данных ОВЖЦ	Основной пример, Пример 5
Подпункт 4.4.5	ОВЖЦ, результаты которой будут использоваться в сравнительных утверждениях, предназначенных для уведомления общественности	Не рассматриваются в настоящем стандарте
Раздел 5	Подготовка отчета	
Раздел 6	Критический анализ	

В некоторых ключевых областях деятельности для иллюстрации различных способов, к которым можно применить ИСО 14044, приводится более одного примера. Важно подчеркнуть, что во многих исследованиях ОВЖЦ можно использовать несколько подходов или методик, которые позволят удовлетворять методологии, установленной в ИСО 14044. В настоящее время одного универсального подхода не существует. Настоящий стандарт иллюстрирует некоторое количество способов, могущих быть использованными на фазе ОВЖЦ в соответствии с ИСО 14044. В таблице 2 приведены названия примеров и цель иллюстрации.

Таблица 2 — Названия примеров и назначение иллюстраций настоящего стандарта

Пример №	Название примера	Цель иллюстрации	Ссылка на пункты ИСО 14044:2006
1	Использование двух разных материалов для газопроводов	Полная процедура ОВЖЦ	4.4.2 и 4.4.3
2	Два показателя категории воздействия окисления	Последствия использования общих моделей или моделей, зависимых от места	4.4.2
3	Воздействия выбросов тепличных газов; (ПГ) и поглотителей углерода	Выбросы ПГ и поглотители углерода	4.4.2
4	Оценка показателей категории конечных объектов	Преобразование результатов анализа запасов ионизирующей радиации в показатель категории (воздействия)	4.4.2
5	Выбор материала для ветровых закрылков при исследованиях проекта автомобиля	Моделирование воздействия на уровне конечного объекта и определения взвешенного значения	4.4.2, 4.4.3.4
6	Нормализация результатов показателей ОВЖЦ для применения различных паров холодильного агента	Нормализация с применением разных видов ссылочной информации	4.4.3.2
7	Нормализация при изучении управления отходами	Использование нормализации в коммуникационных процессах (ссылка на пример 6)	4.4.3.2
8	Метод определения коэффициентов взвешивания	Использование экспертной комиссии для целей группирования и ранжирования категорий воздействий	4.4.3.3

2.3 Структура настоящего стандарта и маршрутная карта

Структура настоящего стандарта отличается от традиционного подхода, обычно используемого в стандартах ИСО. Настоящий стандарт содержит примеры применения ИСО 14044:2006, помогающие визуально лучше представить структуру любого технического отчета. На рисунке 1 показан ствол дерева, проходящего через пункты, имеющие отношение к ОВЖЦ как в части ее обязательных, так и дополнительных элементов. Конечно, каждая организация использует свой собственный набор данных по ИАЖЦ. Примеры на рисунках 2 — 5 представляют «ветви», иллюстрирующие конкретные вопросы применения обязательных элементов ОВЖЦ. Пример 2 распространяется также на дополнительный элемент нормализации. Каждый из этих пяти примеров основан на собственном наборе данных по ИАЖЦ. Примеры на рисунках 6 — 8 также являются «ветвями», иллюстрирующими конкретные вопросы применения дополнительных элементов ОВЖЦ. Рисунок 1 представляет собой структуру в виде функциональной блок-схемы.

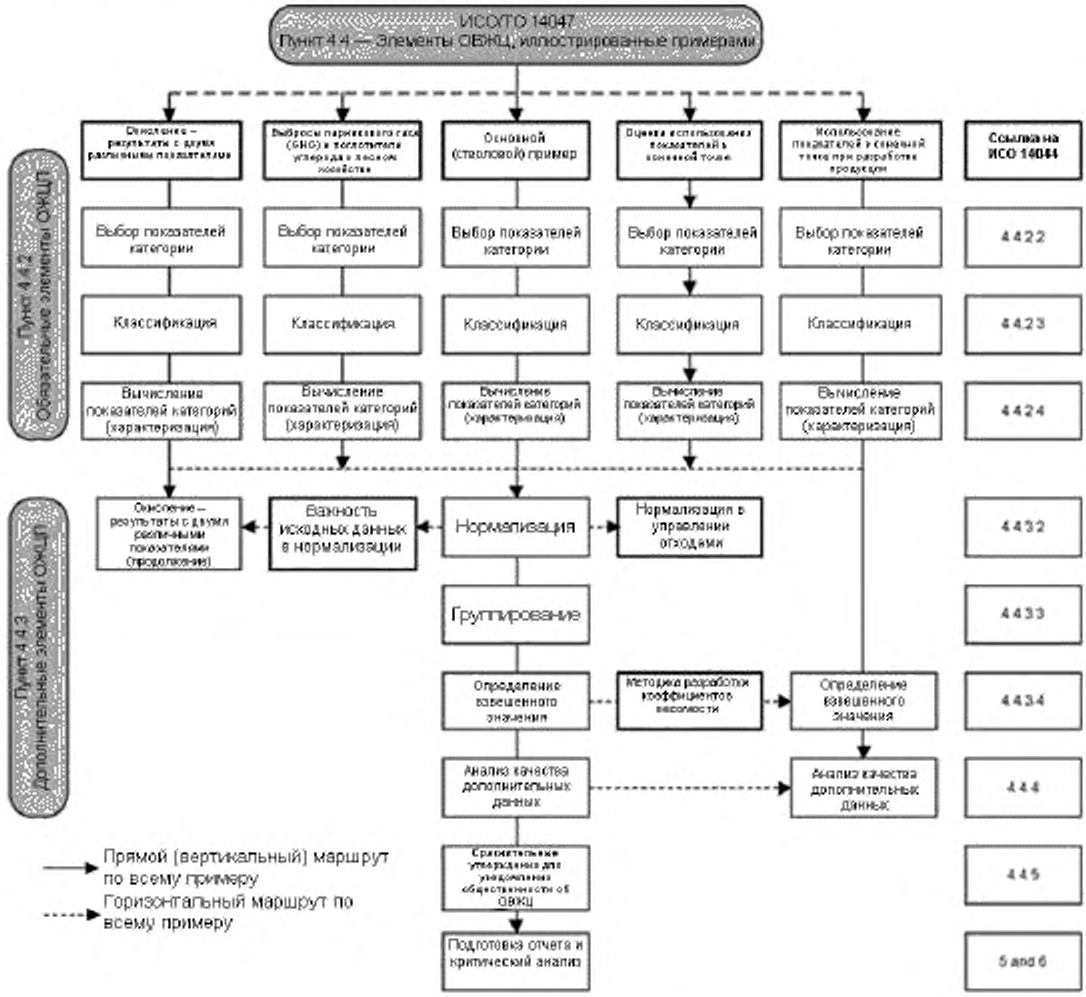


Рисунок 1 — Организация документа и карта маршрута

Примечание — Примеры, следующие после примера № 3 в таблице 2, организованы следующим образом:

- Пример № 4 содержит обязательные элементы, расположенные последовательно, то есть, за примером № 1, иллюстрируемым в 4.2.2 ИСО 14044, идет пример № 2, далее пример № 3 и т. д.
- Пример № 6 организован на «тематической» основе, например, за всеми данными по нормализации (см. 4.4.3.2 ИСО 14044) следуют примеры по группированию (4.4.3.3 ИСО 14044) и т. д.

Пользователь настоящего стандарта может принять несколько альтернативных способов его использования. В широком понимании, эти способы следующие:

- следовать примеру 1 (см. таблицу 2) от начала до конца;
- выбрать альтернативный пример и следовать технологическому маршруту;
- выбрать тему и выявить все альтернативные подходы к этой конкретной теме.

Каждый пример предваряется обзором для описания ключевого вопроса иллюстрируемого в ИСО 14044. После обзора идет основная часть примера. Если пример прослеживается по всему тексту настоящего стандарта, то нет необходимости предварять каждый пункт/подпункт дополнительным обзором.

3 Элементы ОВЖЦ, проиллюстрированные примерами

3.1 Краткий обзор

В данном разделе содержится общее описание ОВЖЦ, объясняющее ключевые элементы процедуры и места примеров в контексте ИСО 14044. Элементы процесса ОВЖЦ показаны на рисунке 2.

3.2 Обязательные элементы ОВЖЦ

Согласно 4.4.2.1 ИСО 14044 обязательными элементами ОВЖЦ являются:
- выбор категорий воздействия, показателей категории и характеристических моделей;
- соотнесение результатов ИАЖЦ к выбранным категориям воздействия;
- классификацию;
- вычисление показателей категории (определение характеристик;
- характеризацию.

3.2.1 Выбор категории воздействия, показателей категории и характеристических моделей

Для каждой категории воздействия можно выделить результаты ИАЖЦ, включая поступление материалов (входы) и выбросы, сбросы, отходы (выходы), конечные объекты категории и промежуточные параметры (иногда называемые «средними объектами») экологического механизма, находящиеся между этими двумя группами, что иллюстрируется на рисунке 3.

При определении категорий воздействия из экологического механизма должен быть выбран соответствующей категории показатель. Часто показатели выбираются на промежуточном уровне этого механизма; иногда они выбираются на уровне конечного объекта. В таблице 3 представлены примеры соответствующих значимых промежуточных параметров и конечных объектов категории для некоторых видов негативных воздействий на окружающую среду, включая людей.



Рисунок 2 — Элементы фазы ОЖЦ (ИСО 14044)

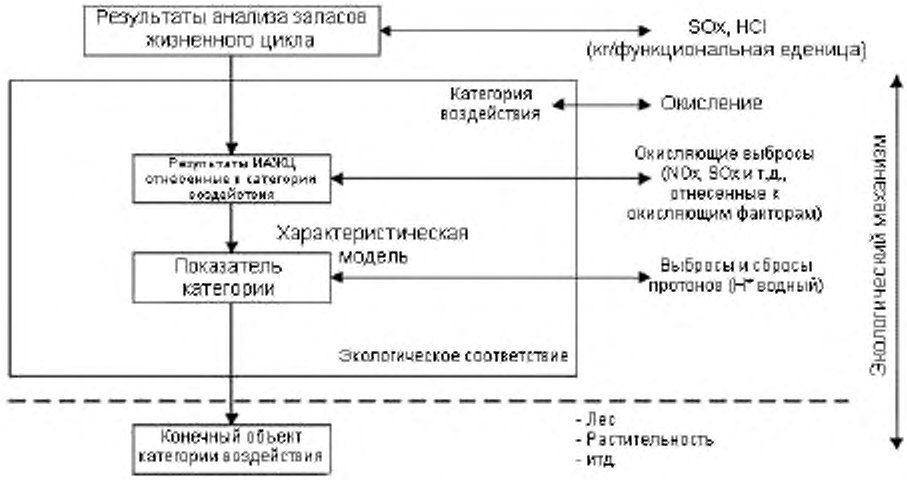


Рисунок 3 — Концепция показателей категории (рисунок 3 ИСО 14044:2006)

Таблица 3 — Примеры идентификации категорий воздействия и описание шести из них

Категория воздействия	Выбранный уровень показателя категории	
	Примеры воздействия промежуточных параметров	Примеры воздействия конечных объектов категории
Изменение климата	Инфракрасное излучение, температура, уровень моря	Вероятная средняя продолжительность жизни человека
Разрушение озона в стратосфере	Ультрафиолетовое бета-излучение	Кожа человека, биологическое разнообразие океана, зерновые
Закисление	Высвобождение протонов, pH, базовый уровень катионов, соотношение Al/Ca	Биологическое разнообразие лесов, производство древесины, популяция рыбы, материалы
Питание	Концентрация макропитательных веществ (N, P)	Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем
Токсичность для человека	Концентрация токсинов в окружающей среде, влияние на человека	Аспекты здоровья человека (функционирование органов, вероятная средняя продолжительность жизни человека, количество дней болезни)
Экологическая токсичность	Концентрация или биологическое наличие токсинов в окружающей среде	Популяции видов растений и животных

В таблицах 4, 5 и 6 результаты ОЖЦ и значения показателей выражены с помощью той же самой функциональной единицы (той, которая выбрана при определении области исследования стадии ОЖЦ).

В таблице 4 примеры терминов, используемых для определения категории воздействия и описания выбранной характеристической модели, показаны для шести различных категорий воздействий, чтобы далее проиллюстрировать принципы таблицы из ИСО 14044. Категории воздействия 1 и 2 связаны с входом (в объект); категории воздействия 3–6 связаны с выходом (результатом воздействия).

В таблице 4 во всех шести примерах используется показатель категории на уровне промежуточных параметров в экологическом механизме. Для иллюстрации количества возможных вариантов при определении категории воздействия и выборе характеристической модели в таблице 5 приведены примеры различных моделей и показателей категорий в рамках экологического механизма одной категории — фотохимического формирования озона. Данные примеры не являются единственной альтернативой. Подобную таблицу можно сделать для каждой категории воздействия из таблицы 4. Пять альтернатив, представленных в таблице 5, фокусируются на том же самом показателе категории, выбранном ранее в экологическом механизме, но сравниваются при этом пять различных характеристических моделей. Для шестой альтернативы показатель выбран ближе к конечному объекту. Основные отличительные характеристики выделены жирным шрифтом.

Таблица 4 — Примеры идентификации категорий воздействия и описания шести из них

Термин	Категория воздействия 1	Категория воздействия 2	Категория воздействия 3	Категория воздействия 4	Категория воздействия 5	Категория воздействия 6
Категория воздействия	Истощение ископаемых энергетических ресурсов	Истощение минеральных ресурсов (кроме энергетических)	Изменение климата	Разрушение озона стратосферы	Питание	Экологическая токсичность
Результаты ОЖЦ	Извлечение ресурсов различных ископаемых топлив	Извлечение ресурсов, выраженное как полезный материал	Выбросы парниковых газов	Выбросы разрушающих озон газов	Выбросы питательных веществ	Выброс органических веществ в воздух, сбросы в воду или почву
Характеристическая модель	Аккумулированные потребности в энергии	Статическая модель нехватки ресурсов	Разработанная IPCC модель, определяющая потенциал различных парниковых газов применительно к глобальному потеплению [6], [7]	Таблица 5. Модель, разработанная WMO, определяющая потенциал разрушения озона для различных разрушающих озон газов [8], [9]	Стехиометрическая процедура, описанная в [10], которая идентифицирует эквивалентность между P и N для каждой наземной и водной системы	Модель USES 2.0, разработанная в RIVM, описывающая преобразование, длительность негативных воздействий и эффекты токсических веществ, адаптированных к ОЖЦ по [11]
Показатель категории	Содержание энергии в энергетических ресурсах	Извлечение материала из руды как функция оцененного объема резервной базы	Усиление воздействия инфракрасного излучения ($Вт/м^2$)	Усиление разрушения озона в стратосфере	Увеличение отложений, деленное на эквиваленты N/P в биомассе	Увеличение предсказанной экологической концентрации, деленное на предсказанную концентрацию без наблюденного эффекта (PNEC)

Продолжение таблицы 4

Термин	Категория воздействия 1	Категория воздействия 2	Категория воздействия 3	Категория воздействия 4	Категория воздействия 5	Категория воздействия 6
Характеристический коэффициент	Низкая теплотворная способность на единицу массы	Значение извлеченного материала из руды, деленное на оцененный объем резервной базы	Потенциал глобального потепления на период до 100 лет (GWP100) для каждого выброса парникового газа (эквиваленты CO_2 в кг/кг выброса)	Потенциал разрушения озона в устойчивом состоянии (ODP $_{\text{устойчивое состояние}}$) для каждого выброса (эквиваленты CFC-11 в кг /кг выброса)	Потенциал питания (NP) для каждого эвтрофикационного выброса в воздух, воду и почву (эквиваленты PO_4^{3-} в кг/ кг выброса)	Потенциал экологической токсичности (ETP) для каждого выброса токсического вещества в воздух, сбросы в воду и почву (эквиваленты 1,4-дихлоробензола в кг /кг выброса)
Определенный показатель категории	Общая низкая теплотворная способность (мегаджоули)	Общая масса используемого материала из руды, деленная на оцененный объем резервной базы	Эквивалентное количество CO_2 в килограммах	Эквивалентное количество CFC-11 в килограммах	Эквивалентное количество PO_4^{3-} в килограммах	Эквивалентное количество 1,4-дихлоробензола в килограммах
Конечные объекты категории воздействия	Натревание, подвижность	Наличие ресурсов	Потерянные годы жизни (YLL), коралловые рифы, зерновые, здания	Дни болезни, продуктивность морей, урожаи	Биологическое разнообразие, природная растительность, «цветение воды»	Биологическое разнообразие

Окончание таблицы 4

Термин	Категория воздействия 1	Категория воздействия 2	Категория воздействия 3	Категория воздействия 4	Категория воздействия 5	Категория воздействия 6
Экологическое соответствие	Различные проблемы, известные по энергетическим кризисам	Различные проблемы, связанные с минеральными ресурсами	Воздействие инфракрасного излучения представляет собой фактор негативного воздействия на климат в зависимости от интегрированного поглощения атмосферного тепла, вызванного выбросами, и распределения поглощаемого тепла во времени	Эмпирическая и экспериментальная связь между уровнями ультрафиолетового В-излучения и ущербом	Показатель питания представляет собой четкий фактор причины в механизме питания различных типов экосистем; он определяется на глобальном уровне	PNEC представляет собой порог возможного негативного воздействия вещества на состав видов в экологической системе; пространственная дифференциация не рассматривается

Таблица 5 — Пример идентификации терминов и различных характеристических моделей для категории воздействия «образование фотооксиданта» (фотохимического формирования озона)

Термин	Альтернатива 1	Альтернатива 2	Альтернатива 3	Альтернатива 4	Альтернатива 5	Альтернатива 6
Категория воздействия	Образование фотооксиданта	Образование фотооксиданта	Образование фотооксиданта	Образование фотооксиданта	Образование фотооксиданта	Образование фотооксиданта, негативные воздействия на растения
Результаты ОЖЦ	Выбросы веществ (VOC, CO) в воздух	Выбросы веществ (VOC, CO) в воздух	Выбросы веществ (VOC, CO) в воздух	Выбросы веществ (VOC, CO) в воздух	Выбросы веществ (VOC, CO) в воздух	Выбросы веществ (NO_x, VOC, CO) в воздух
Характеристическая модель	UNECE Модель траектории [12], [13]	Модель траектории [14]	Сценарий максимальной дифференциаль-ной реакционной способности (MIR); Модель одного элемента [15], [16]	Сценарий максимальной дифференциаль-ной реакционной способности озона (MOIR); Модель одного элемента [15], [16]	Сценарий дифференциальной реакционной способности с равной выгодой (EBIR); Модель одного элемента [15], [16]	RAINS, адаптированная к варианту ОЖЦ для пространственной дифференциации в рамках Европы [17]
Показатель категории	Количество образованного тропосферного озона	Количество образованного тропосферного озона	Количество образованного тропосферного озона	Количество образованного тропосферного озона	Количество образованного тропосферного озона	Количество образованного тропосферного озона
Характеристический коэффициент	Потенциал фотохимического создания озона (POCP) для каждого выброса VOC или CO в воздух (эквиваленты этилена в кг/кг выбросов)	Потенциал фотохимического создания озона (POCP) для каждого выброса VOC или CO в воздух (эквиваленты этилена в кг/кг выбросов)	Озон, кг, образованный для каждого выброса VOC или CO в воздух (кг озона/кг выброса)	Озон, кг, образованный для каждого выброса VOC и CO в воздух (кг озона/кг выброса)	Озон, кг, образованный для каждого выброса VOC и CO в воздух (кг озона/кг выброса)	Степень воздействия выше критического уровня для каждого выброса NO_x, VOC или CO в воздух ($м^2$ • промилле • ч/кг выброса
Определенный показатель категории	Эквивалентное количество этилена, кг	Эквивалентное количество этилена, кг	Эквивалентное количество озона, кг	**Озон,кг**	Озон, кг	$м^3$ • промилле• ч

Окончание таблицы 5

Термин	Альтернатива 1	Альтернатива 2	Альтернатива 3	Альтернатива 4	Альтернатива 5	Альтернатива 6
Конечные объекты категории воздействия	Болезни, урожай	Болезни, урожай	Болезни, урожай	Болезни, урожай	Болезни, урожай	Болезни, урожай
Экологическое соответствие	Образование озона, оцененное при относительно высоком фоне NO_x	Образование озона, оцененное при низком фоне NO_x	Наивысший подъем уровней озона на добавленное количество стандартной смеси VOC, очень высокая концентрация и высокая концентрация NO_x препятствуют образованию озона	Наивысшая концентрация озона на добавленное количество стандартной смеси VOC, относительно высокая концентрация NO_x, реальная для пиковых положений	NO_x и VOC вносят равный вклад в образование озона, относительно низкая концентрация NO_x, низкие концентрации NO_x и VOC уменьшают образование озона	Включает вклад от NO_x, VOC и CO, допускает пространственную дифференциацию с целью учета региональной разницы в реакционной способности и чувствительности экосистемы. Модель близка к конечному объекту

3.2.1.1 Идентификация возможных показателей

Задачей ОВЖЦ является установление связи между входами, например ископаемыми топливами или минералами, и выходами фазы анализа запасов жизненного цикла продукции с учетом негативных воздействий на окружающую среду. По этой причине для каждой категории воздействия выбирают тот показатель в экологическом механизме, который как можно точнее представляет совокупность всех негативных воздействий в данной категории. Этот показатель может, в принципе, помещаться в любом месте механизма, начиная от результатов ОЖЦ и кончая показателями категории. В таблице 6 этот аспект иллюстрируется применительно к категории воздействия, включающей окисление. Здесь сравниваются три разные характеристические модели, каждая из которых фокусируется на конкретном показателе категории. Три модели и связанные с ними показатели отличаются степенями сложности. Первый показатель категории самый простой и определяется на уровне, близком к выбросам. Второй показатель категории определяется на уровне промежуточного параметра, близкого к конечному объекту, тогда как третий показатель категории определяется на уровне конечного объекта. Он также известен как подход с точки зрения нанесенного ущерба. Основные различающиеся элементы выделены жирным шрифтом.

Таблица 6 — Показатели и лежащие в основе модели, выбранные в различных местах экологического механизма

Термин	*Альтернативные примеры показателя категории для окисления*		
Категория воздействия	Окисление	Окисление	Окисление
Результаты ИАЖЦ	Выбросы окисляющих веществ в воздух и сбросы в воду	Выбросы окисляющих веществ в воздух и сбросы в воду	Выбросы окисляющих веществ в воздух и сбросы в воду
Характеристическая модель	Метод CML [10]; Модель EDIP [17]	RAINS, адаптированный к LCA [11] и пример 2 [6]	Экопоказатель-99 [18], с использованием модели «Планировщик природы» (Nature Planner) [19]. Моделирование поведения с помощью SMART [20]; моделирование разрушения с помощью MOVE [21]
Показатель категории	Максимальное высвобождение протонов (H+)	Критическая нагрузка по отложению/окислению	Увеличение $PDF_{растительность}$ (потенциально исчезающая часть) видов растений в природных зонах
Характеристический коэффициент	Потенциал окисления (AP) для каждого окислительного выброса в воздух и сбросы в воду (эквиваленты SO_2, кг/кг выброса)	Потенциал окисления (AP) для каждого окислительного выброса в воздух (эквиваленты SO_2, кг/кг выброса)	Потенциально исчезающая часть (PDF) для каждого окислительного выброса в воздух (PDF·м^2·год/кг выброса)
Определенный показатель категории	Количество эквивалентов SO_2, кг	Количество эквивалентов SO_2, кг	PDF·м^2·год
Конечные объекты категории	Биологическое разнообразие, природная растительность, лес, рыба, памятники	Биологическое разнообразие, природная растительность, лес, рыба, памятники	Биологическое разнообразие, природная растительность, лес, рыба, памятники

Окончание таблицы 6

Термин	*Альтернативные примеры показателя категории для окисления*		
Категория воздействия	Окисление	Окисление	Окисление
Экологическое соответствие	Максимальное потенциальное воздействие; преобразование не включено; нет пространственной дифференциации	Преобразование включено; риск воздействий дифференцирован в пространстве	Преобразование и воздействия на природную растительность: включены воздействия в Нидерландах, которые показательны для Европы

Требования к выбору показателей категории описаны в 4.4.2.2 ИСО 14044. Эти требования касаются следующих показателей категории воздействия вида «окисление»:

- показатель максимального высвобождения протонов: это очень приблизительный показатель, далекий от конечных объектов (т.е. он имеет небольшую экологическую значимость), но легкий в обращении (применим ко всем упомянутым единицам);
- показатель критической нагрузки: пространственно дифференцирован, относительно просто определяемый при моделировании; близок к конечным объектам (средняя экологическая значимость — по ИСО);
- показатели конечных объектов: пространственно дифференцированы, имеют высокую экологическую значимость (по ИСО), так как находятся на уровне конечных объектов; включают много неопределенностей при моделировании вплоть до выбранных конечных объектов.

3.2.1.2 Экологическое соответствие

Связь между результатами ИАЖЦ (ресурсопотребление, выбросы и виды землепользования) и показателем категории обычно определяется с помощью четких алгоритмов моделирования. Термин «экологическое соответствие» относится к степени отношения показателя категории к конечному объекту категории, которую этот показатель пытается описать в общем и качественном виде, что помогает понять признаки и значимость категории воздействия (см. рисунок 2). Обычно экологическое соответствие выше для показателей, выбранных и установленных в экологическом механизме (см. 4.4.2.2.4 ИСО 14044).

Относительно примера окисления, представленного в таблице 6, об экологическом соответствии показателя, представляющего максимальное высвобождение протонов можно сказать следующее:

- экосистемам с их флорой и фауной в умеренной и субполярной зонах угрожает кислотное отложение;
- интенсивность негативного воздействия тесно связана с буферной способностью почв и водных систем, принимающих на себя это воздействие. Регионы с низко-катионным субстратом в северной Европе и северной Америке демонстрируют высокую интенсивность негативного воздействия благодаря окислению;
- окисление имеет региональное распределение с коротким и длительным периодами воздействия. Короткий диапазон ведет к более высоким концентрациям кислот в воздухе и (частично) к ухудшению состояния лесов, тогда как длительный период воздействий вызывает разрушение буферных слоев почвы и окисление озер с последующей гибелью рыб;
- продолжительность окисления экологических зон велика, так как только выветривание горных пород с катионным основанием устраняет это воздействие;
- обратимость воздействия зависит от конечного объекта категории. Путем внесения карбоната кальция или извести в окисленную почву некоторые жизненно важные негативные воздействия можно начать устранять немедленно, тогда как потеря природных видов, например из-за окисления озер, оказывается необратимой;
- проведено много исследований, и механизмы негативных воздействий достаточно хорошо изучены.

В большинстве примеров в настоящем стандарте показатель категории выбирается на уровне промежуточного параметра экологического механизма. Исключениями являются примеры 4 и 5 (см. таблицу 2), где показатели выбраны близко к уровню конечного объекта для всех категорий воздей-

ствия. Пример 2 (см. таблицу 2) иллюстрирует потенциальное значение местоположения выбранного показателя для категории воздействия «окисление», при этом в таблице 6 сравниваются подходы к первым двум альтернативам.

3.2.2 Выбор категории воздействия

Таблица 7 — Обычно используемые категории воздействия [22]

Категории, связанные с выходом
Изменение климата
Разрушение озона стратосферы
Образование фотооксиданта
Окисление
Питание
Токсичность (для людей)
Экологическая токсичность (для окружающей среды)
Категории, связанные с входом
Истощение абиотических ресурсов (например, ископаемые топлива, минералы)
Разрушение биотических ресурсов (например, лес, рыба)

Перечень из таблицы 7 не является исчерпывающим. Другие категории могут, например, проявляться на излучении, шуме, запахе, воздействиях на окружающую среду в процессе работ или при землепользовании, но для этих категорий нет еще широко принятых методов определения характеристик. В ссылке [22] в таблицу землепользование был включен перечень обычно используемых категорий воздействия.

Выбор категории воздействия зависит также от определения границ продукционной системы. Например, в качестве категории могут быть выбраны твердые отходы. Однако если результаты ИАЖЦ идентифицируют как выбросы отдельных веществ, то потоки отходов должны будут рассматриваться как часть продукционной системы, и эти потоки должны быть переведены в выбросы, связанные с другими категориями, как оговорено выше. То же справедливо и для возможной категории воздействия «энергия».

Часто характеристическая модель выбирается среди существующих моделей; это касается большинства примеров. В примере 3 (см. таблицу 2) документируется появление новой категории воздействия, охватывающей изоляцию углерода в продукционной системе, связанной с лесом, а в примере 4 (см. таблицу 2) представлены лежащие в основе категорий воздействия принципы, описанные с помощью показателей на уровне конечного объекта.

3.2.3 Присвоение результатов ИАЖЦ (классификация)

Отнесение результатов ИАЖЦ к категориям воздействия показывает, какие результаты на какие категории влияют. Часто эта информация дается в таблице характеристических коэффициентов, которые берутся из модели, выбранной для категории воздействия. Основное различия в 4.4.2.3 ИСО 14044 касается разницы между последовательными и параллельными экологическими механизмами. Отличительной чертой, которую следует иметь в виду, когда речь идет о параллельных механизмах, является необходимость разделить одно вещество, воздействующее на различные категории, между этими категориями, так как одна часть выброса влияет на одну категорию, а другая часть — на другую категорию. Как пример, (см. 4.4.2.3 ИСО 14044) выброс SO_2 распространяется на три категории: окисление, изменение климата (противодействие) и токсичность для людей (см. рисунок 4).



Рисунок 4 — Пример параллельных механизмов

Последовательные механизмы проиллюстрированы для выбросов CFC (см. рисунок 5). Отличительной чертой, которую следует иметь в виду, когда речь идет о последовательных механизмах, является возможность их последовательного влияния на различные категории воздействия, это вызывает необходимость выбора, касающегося оценки этого влияния на последовательные механизмы. Выброс CFC влияет на две следующие категории: сначала на изменение климата на уровне тропосферы, а потом на разрушение озона стратосферы (см. рисунок 5).

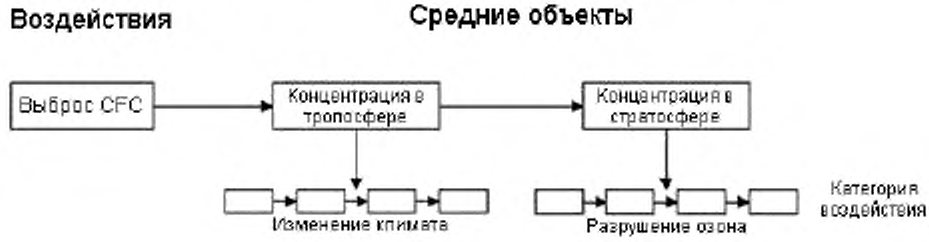


Рисунок 5 — Пример последовательного механизма

Как указано выше, для параллельных механизмов выбросы, как правило, следует делить между различными механизмами; для последовательных механизмов одно и то же вещество можно в полном объеме приписать к различным типам воздействия –по очереди. Однако следует заметить, что, если определение характеристик основано на моделировании с использованием мультимедиа, то такое присвоение учитывается автоматически. Тогда установленная классификация не будет соблюдена.

3.2.4 Расчет показателей категории воздействия (определение характеристик)

Значения показателей рассчитываются после идентификации категории воздействия, выбора показателей, выбора или разработки характеристической модели и присвоения результатов категориям воздействия. Они рассчитываются отдельно для каждой категории воздействия с помощью характеристических коэффициентов. Процедура иллюстрируется на примерах 1, 2, 3, 4 и 5 (см. таблицу 2). Примеры 1 и 3 показывают определение характеристик категории воздействия, выбранных заранее или на промежуточном уровне в экологическом механизме. Пример 2 связан с использованием пространственно дифференцированных характеристических коэффициентов, тогда как примеры 4 и 5 демонстрируют определение характеристик на уровне конечного объекта.

3.3 Дополнительные элементы ОВЖЦ (4.4.3 ИСО 14044)

Кроме описанных выше обязательных элементов существует ряд дополнительных элементов, которые можно использовать для объяснения результатов ОЖЦ согласно цели исследования.

В ИСО 14044 дополнительным элементам отнесены следующие:

- вычисление значения расчетного показателя категории относительно контрольной информации (нормализация);
- сортировка и, возможно, ранжирование категорий воздействия (группировка);
- преобразование и, возможно получение суммарных значений расчетных показателей для категорий воздействия с помощью числовых коэффициентов на основе выбора величины (определения взвешенного значения);
- более четкое понимание надежности расчетных показателей, профиля ОВЖЦ (анализ качества данных).

3.3.1 Вычисление значений расчетного показателя категории относительно контрольной информации (нормализация)

В 4.4.3.2.1 ИСО 14044 установлено:

«Нормализация представляет собой вычисление значений расчетных показателей категории относительно некоторой контрольной информации. Нормализация предназначена обеспечить лучшее понимание относительной величины каждого расчетного показателя продукционной системы при исследовании. Она является дополнительным элементом, который может быть полезен, например:

- для проверки противоречивости;

- для обеспечения и сообщения информации об относительной значимости расчетных показателей;

- при подготовке к дополнительным процедурам, например, к группировке, определению взвешенного значения или интерпретации жизненного цикла».

Примеры 1, 2, 6 и 7 (см. таблицу 2) показывают, как нормализацию можно использовать при интерпретации экологического механизма и для иллюстрации результатов различного выбора исходных данных для нормализации.

3.3.2 Группировка: сортировка и ранжирование категорий воздействия

После нормализации можно выполнить группирование показателей по их значениям. Группировка получается в результате: сортировки (описательная) и ранжирования (нормативная). Оба типа группировки ведут к расширению возможностей интерпретации значений.

Сортировка значений показателей может осуществляться, к примеру, в соответствии:

- с пространственной шкалой категории воздействия (глобальная, региональная, локальная);
- площадью защиты для категории воздействия (здоровье людей, природная среда, ресурсы);
- степенью, в которой модель категории основывается на научных данных или на выбранных предпочтениях.

При ранжировании значений показателей можно применять такие критерии, как:

- степень обратимости воздействий;
- степень уверенности в воздействии;
- методические приоритеты, касающиеся типов воздействий.

Подпункт 4.4.3 ИСО 14044 характеризует сортировку и ранжирование.

3.3.3 Определение взвешенного значения

В определенных случаях можно применить процесс взвешивания, под которым (см. 4.4.3.4 ИСО 14004) понимается преобразование значений показателей категорий воздействий с использованием весовых коэффициентов, основанных на выборе величин. В противоположность ранжированию используются не только классы приоритетов, но и числовые, то есть, весовые коэффициенты, которые умножаются на (нормализованные) значения показателей. Поскольку взвешивание может включать в себя суммирование взвешенных значений показателей, то результат этого шага может представлять собой одно число. Это значение, или индекс, представляет собой экологическую характеристику рассматриваемой продукционной системы. Следует отметить, что, согласно 4.4.3.4.2 ИСО 14040 не существует научного обоснования процедуры приведения результатов к единственному значению или числу, в связи с чем этот индекс нельзя без анализа чувствительности использовать для сравнений в системе ОВЖЦ.

При помощи взвешивания по категориям показателей делается попытка достичь наблюдаемых результатов, простых в обращении. Взвешивание может быть особенно полезным при принятии традиционных решений в процессе проектирования продукционной системы и решений с привлечением большого количества разных видов информации: экологической, экономической, юридической и социальной, – что может привести к необходимости сокращения данных.

Различают три вида взвешивания:

- монетарное взвешивание, основанное на желании платить или на подходах с выраженным финансовым предпочтением;
- взвешивание на расстоянии от цели, достигаемое с применением стандартов и методических документов;
- социальное взвешивание с использованием мнений экспертов или заинтересованных лиц в процессе принятия решения.

Примеры 1, 5 и 8 (см. таблицу 2) иллюстрируют виды взвешивания. Пример 1 использует весовые коэффициенты, основанные на стоимости различных воздействий.

В примере 5 используются весовые коэффициенты, основанные на монетаризации различных воздействий. Пример 8 описывает разработку весовых коэффициентов с помощью экспертной группы и процедуры, состоящие из двух этапов: первый этап — соотнесение значений показателей и конечных объектов, второй — взвешивание конечных объектов относительно друг друга.

3.3.4 Дополнительный анализ качества данных ОВЖЦ

Инструменты оценки качества данных, установленных в 4.4.4 ИСО 14044, включают анализ значимости, анализ неопределенности и анализ чувствительности. Они могут применяться на различных уровнях процесса оценки воздействий, а именно:

- при определении наличия или отсутствия существенных различий;
- идентификации малозначительных результатов ИАЖЦ;
- получении информации для оперативного процесса ОВЖЦ;
- оценивание значений показателей с учетом результатов нормализации и результатов взвешивания.

Анализ значимости выявляет такие основные факторы влияния на параметры, как значения показателей. Он обычно проводится с тем, чтобы получить общее представление о влиянии различных единичных процессов и отдельных результатов ИАЖЦ на значения показателей.

Анализ неопределенности представляет собой процедуру, позволяющую определить, как неопределенность данных и допущенный прогрессирует в вычислениях и как такие данные воздействуют на надежность результатов ОВЖЦ. Анализ чувствительности можно использовать для оценки того, как изменение данных и выбор методологии воздействуют на результаты ОВЖЦ.

В соответствии с итеративным характером ОЖЦ результат такого анализа качества данных ОВЖЦ может привести к пересмотру стадии ИАЖЦ, которая является второй стадией ОЖЦ – инвентаризационным анализом жизненного цикла.

В примерах 1, 5 и 6 (см. таблицу 2) различные анализы проводятся на различных стадиях процесса оценки воздействия жизненного цикла.

4 Примеры обязательных элементов ОВЖЦ

4.1 Общее описание

На представленном выше рисунке 1 показан ряд обязательных и дополнительных элементов ОВЖЦ. Целесообразно начать просмотр данного раздела либо с примера 1 (см. таблицу 2) и рассмотреть все промеры по очереди, либо выбрать сразу тот конкретный пример, который наиболее важен для пользователя.

4.2 Пример 1. Использование двух различных материалов для газовых трубопроводов

4.2.1 Краткий обзор

Этот пример, позиционируемый как основной, используется в качестве иллюстрации обязательной части процесса ОВЖЦ в рамках 4.4.2 ИСО 14044. Альтернативные примеры представлены в других местах настоящего стандарта.

Прежде дается краткое описание примера. Хотя он взят непосредственно из практики, в нем подчеркивается важность общих методологических аспектов, а не конкретных результатов.

В примере сравниваются материалы А и В, применяемые в производстве и эксплуатации газовых трубопроводов в стране X в Y году. Функциональной единицей является поставка 20 $м^3$ природного газа в течение одного года с помощью распределительной сети от фидерной системы к 10000 сервисных соединительных точек. Единичные процессы, которые необходимо рассмотреть:

- извлечение ресурсов;

- производство материалов, компонентов и трубопроводов в целом;
- использование трубопроводов;
- управление отходами;
- производство электричества на протяжении жизненного цикла;
- транспортирование газа на протяжении жизненного цикла.

В примере анализируются только выбросы в воздух и сбросы воду, связанные с двумя продукционными системами. В примере представлены следующие данные о видах и количествах выбросов, сбросов (см. таблицу 8).

Таблица 8 — Результаты ИАЖЦ в примере 1

Вещество	Результаты LCI			
	Материал А		Материал В	
	кг	кг	кг	кг
	Выбросы в воздух	Сбросы в воду	Выбросы в воздух	Сбросы в воду
Диоксид углерода	4,22E+04		4,81E+03	
HALON-1301 (бром-трифтор-метан)	1,55E–03		4,30E–04	
Тетрахлорметан			4,90E–04	
Метан	6,73E+03		6,75E+03	
Этан	1,94E+02		1,98E+02	
Пропан	2,97E+01		2,99E+01	
Диоксид серы	3,06E+02		1,83E+01	
Диоксид азота	1,11E+02		1,64E+01	
Аммиак	8,76E–02	5.44E–01	8,01E–03	1,23E–01
Фосфор		1,22E+00		5,41E–02
Азот		4,05E–01		1,80E–01
Фенол	9,40E–05	1,15E–01	9,00E–06	1,54E–02
Мышьяк	2,47E–02	4,14E–02	1.92E–04	1,90E–03
Никель	1,57E–01	1,05E–01	6,40E–03	6,77E–03
Ванадий	5,72E–01	1,03E–01	2,51E–02	5,36E–03
Кадмий	1,64E–02	1,56E–03	1,75E–04	1,47E–04
Свинец	4,72E–01	1,16E–01	3,62E–03	4,93E–02
Хром	3,23E–02	2.08E–01	3,54E–04	1,02E–02
Медь	3,54E–02	1.04E–01	1,27E–03	

4.2.2 Выбор категорий воздействия, показателей категории и характеристических моделей (4.4.2.2 ИСО 14044)

4.2.2.1 Выбор категории воздействия

Для иллюстративных целей в примере выбран перечень категорий воздействия для выбросов в воздух и сбросов в воду.

Учитывались следующие категории воздействия (см. таблицу 7):

- изменение климата;
- истощение озона стратосферы;
- образование фотооксиданта;
- окисление;
- эвтрофикация;
- токсичность для людей;
- экологическая токсичность.

4.2.2.2 Выбор показателей категории

Выбраны следующие показатели категории (см. таблицу 4):

- изменение климата: инфракрасное излучающее вынуждающее воздействие на период 100 лет [6], [7];
- истощение озона стратосферы: разрушение озона стратосферы [8], [9];
- образование фотооксиданта: создание озона тропосферы [12], [13];
- окисление: критическая нагрузка окисления [11];
- критическая нагрузка эвтрофикации [10];
- токсичность для людей: PEC/ADI [11];
- экологическая токсичность: PEC/PNEC [11].

Выбор в примере указанных показателей категории сначала на уровне экологического механизма, а не а уровне конечного объекта, основывается, в первую очередь, на относительно высокой определенности, связанной с моделированием по показателям в экологическом механизме и их широким распространением в окружающей среде. Примерами являются:

- прогноз подъема уровня моря и воздействий на океанские течения;
- последствия из-за изменения климата;
- прогноз воздействий на производство древесины из-за окисления воздуха атмосферы.

Вышеуказанные показатели категории вместе со связанными с ними характеристическими моделями обоснованы с научной точки зрения. Исключение составляет показатель токсичности для людей: результаты построения этой модели не имеют достаточного научного обоснования из-за включения в нее значений ADI, в качестве меры уровня отсутствия негативного воздействия.

4.2.2.3 Выбор характеристических моделей

Применительно к выбранным категориям воздействий используются следующие характеристические модели, отражающие экологический механизм (см. 4.4.2.2.1 ИСО 14044) для:

- изменения климата: выбраны характеристические модели IPCC, которые обеспечивают характеристические коэффициенты, учитывая возможности глобального потепления (GWPs) для трех различных временных горизонтов: 20. 10 и 500 лет [6], [7]. GWP100 выбрана в рассматриваемом примере;

- истощения озона стратосферы: выбрана характеристическая модель WMO [8], [9], которая обеспечивает учет возможностей истощения озона стратосферы (ODPs) для устойчивого состояния в эквивалентах CFC-11;

- образования фотооксиданта: выбрана модель траектории UNECE [12], [13];

- окисления: выбрана модель RAINS IIASA, адаптированная к ОЖЦ [11]. Для этой категории предпочтителен промежуточный подход, при котором учитываются пространственно дифференцированные уровни фона и пространственные различия чувствительности регионов. Информация суммируется по европейским характеристическим коэффициентам. При этом для:

- эвтрофикации выбран стехиометрический подход, при котором устанавливается эквивалентность макропитательных веществ на основе их появления в биомассе [10];

- токсичности для человека выбрана модель USES 2.0 RIVM, адаптированная к ОЖЦ [11]. В этой модели учитываются преобразование и воздействие веществ для устойчивого состояния (на мировом уровне), без указания уровней фона. Однако модель научно недостаточно обоснована из-за включения значений ADI;

- экологической токсичности выбрана модель USES 2.0 RIVM, адаптированная к ОЖЦ [11]. В этой модели также учитываются преобразование и воздействие веществ для устойчивого состояния (на мировом уровне), без указания уровней фона. Для оценивания экотоксичности используются возможности водной экотоксичности. Характеристические факторы указаны в приведенных ссылках.

4.2.2.4 Идентификация характеристических коэффициентов

В таблице 9 характеристические коэффициенты указаны для выбрасываемых веществ на основании характеристических моделей категорий воздействия.

4.2.3 Отнесение результатов ИАЖЦ к выбранным категориям воздействия (классификация) (4.4.2.3 ИСО 14044)

SO_2 обладает рядом параллельных воздействий, описанных 3.2.1 настоящего стандарта. Во избежание двойного счета их следует поделить между соответствующими категориями воздействия. Однако пока возможна только упрощенная процедура:

- окисление: все выбросы SO_2 должны быть отнесены к окислению (включая аэрозоли);
- изменение климата: только аэрозоли SO_2 должны быть отнесены к изменению климата, хотя в настоящее время этот вид негативного воздействия не выражается количественно в значении GWP (см. примечание к таблице 6);
- токсичность для людей: для воздействия на человека необходимо отличать прямое токсическое воздействие SO_2 и воздействие аэрозолей PM-10. Поскольку эти воздействия существенно не отражаются на том количестве, которое приписано двум другим категориям, никакая поправка не вводится.

CFC вызывает серийные негативные воздействия, как описано в разделе 3 настоящего стандарта. Эти вещества, прежде всего, влияют на изменение климата благодаря их концентрации в тропосфере, а при попадании в стратосферу вносят свой вклад в истощение озона.

Таблица 9 — Характеристические коэффициенты для примера 1

Категория воздействия	Вещество	Характеризующий фактор							
		Изменение климата CO_2, кг, экв./кг	Истощение озона стратосферы кг CFC-11, экв./кг	Образование фотооксиданта, кг этилена, экв./кг	Окисление кг SO_2, экв./кг	Эвтрофикация кг PO_4^{3-}, экв./кг		Токсичность для людей кг 1,4-DCB /кг	Экологическая токсичность кг 1,4 DCB/кг
		Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Сбросы в воду	Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Сбросы в воду
Изменение климата	Диоксид углерода	1								
	HALON-1301	5600								
	Метан	21								
Истощение озона стратосферы	HALON-1301		12							
	Тетрахлор метан		1,2							
Образование фотооксиданта	Метан			0,006						
	Этан			0,123						
	Пропан			0,176						
Окисление	Диоксид серы	a			1					
	Аммоний				1,3					
	Диоксид азота				0,41					
Удобрение	Аммоний					0,35	0,33			
	Диоксид азота					0,13				
	P						3,1			
	N						0,42			

Окончание таблицы 9

Категория воздействия	Вещество	Характеризующий фактор							
		Изменение климата CO_2, кг, экв./кг	Истощение озона стратосферы кг CFC-11, экв./кг	Образование фотооксиданта, кг этилена, экв./кг	Окисление кг SO_2, экв./кг	Эвтрофикация кг PO_4,		Токсичность для людей кг 1,4-DCB /кг	Экологическая токсичность кг 1,4-DCB/кг
						экв./кг	экв./кг		
		Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Выбросы в воздух	Сбросы в воду	Выбросы в воздух	Выбросы в воздух / Сбросы в воду
Токсичность для людей	Диоксид серы							0,096	
	Диоксид азота							1,3	
	Мышьяк							347699,7	
	Свинец							466,52	
	Никель							35032,84	
	Ванадий							6240,35	
	Хлорированные органические микроэлементы								b / b
Экологическая токсичность	Фенол								1,5 / 237
	Кадмий								289 / 1523
	Свинец								2,4 / 9,615719
	Хром								1,9 / 6,9
	Медь								221,6538 / 1157,307
	Хлорированные органические микроэлементы								b / b

a – Признано что выброс SO_2 уменьшает вероятность изменения климата, однако пока невозможно определить вид воздействия

b – Для токсических воздействий хлорированных органических микроэлементов, которые выбрасываются очень малым количеством с материалом B, нельзя получить количественных характеристических коэффициентов.

Примечание — Неопределенность для характеристических коэффициентов токсичности для людей и экологической токсичности намного больше, чем для других коэффициентов. По этой причине категории воздействия представлены в отчете двумя группами, одна с относительно высокой степенью определенности, другая с относительно низкой степенью определенности. В таблицах 3, 9 эти две группы негативных воздействий разделены дополнительной линией. См. также подпункт 3.3.4 (анализ чувствительности).

4.2.4 Расчет значений показателей категории (характеризация)

Согласно (4.4.2.4 ИСО 14044) вычисляют показатели категории, т.е. проводят характеризацию. Положение о соотнесении данных к единичному процессу и функциональной единицы установлено в подпункте 4.3.3.3 ИСО 14044. В 3.2.2 настоящего стандарта указаны выбросы двух видов.

Категории воздействия выбирают, как показано в таблице 1 ИСО 14044 (см. 4.4.2.2). Показатели категории выбирают в соответствии с 4.2.2.2 настоящего стандарта. Характеристические модели и коэффициенты должны использоваться согласно 4.2.2.4 настоящего стандарта. Значения определяемых характеристик представлены в таблицах 10 и 11 настоящего стандарта для двух материалов. Алгоритм определения характеристик предполагает, что для каждой категории воздействия выбросы умножаются на характеристические коэффициенты и последовательно суммируются.

Таблица 10 — Расчет значений показателей основного примера — Материал А

Материал А								
Категория воздействия	Вещество	Присвоение результатов ИАЖЦ		Характеристические коэффициенты		Преобразованные результаты ИАЖЦ		Значение показателей (профиль ОВЖЦ), кг...экв
		Выбросы в воздух, кг	Сбросы в воду, кг	Выбросы в воздух, кг...экв/кг	Сбросы в воду, кг...экв/кг	Выбросы в воздух, кг...экв/кг	Сбросы в воду, кг...экв/кг	
Изменение климата	Диоксид углерода	4,22E+4		1,00E+00		4,22E+04		1,84E+05
	HALON-1301	1,55E–03		5,60E+03		8,66E+00		
	Метан	6,73E+3		2,10+01		1,41E+05		
Истощение озона стратосферы	HALON-1301 Тетрахлорметан	1,55E–03		1,20E+01 1,20E+00		1,86E–02		1,86E–02
Образование фотооксиданта	Метан Этан	6,73E+03 1,94E+02		6,00E–03 1,23E–01		4,04E+01 2,39E+01		6,95E+01
	Пропан	2,97E+01		1,76E–01		5,23E+00		
Окисление	Диоксид серы	3,06E+02		1,00E+00		3,06E+02		3,51E+02
	Аммоний	8,76E–02	5,44E–01	1,30E+00		1,14E–01		
	Диоксид азота	1,11E+02		4,10E–01		4,53E+01		
Удобрение	Аммоний	8,76E–02	5,44E-01	3,50E–01	3,30E–01	3,07E–02	1,79E–01	1,85E+01
	Диоксид азота	1,11E+02		1,30E–01		1,44E+01		
	P		1,22E+00		3,10E+00		3,79E+00	
	N		4,05E-01		4,20E–01		1,70E–01	

Окончание таблицы 10

Материал А								
Категория воздействия	Вещество	Присвоение результатов ИАЖЦ		Характеристические коэффициенты		Преобразованные результаты ИАЖЦ		Значение показателей (профиль ОВЖЦ), кг...экв
		Выбросы в воздух, кг	Сбросы в воду, кг	Выбросы в воздух, кг...экв/кг	Сбросы в воду, кг...экв/кг	Выбросы в воздух, кг...экв/кг	Сбросы в воду, кг...экв/кг	
Токсичность для людей	Диоксид серы	3,06E+02		9,60E–02		2,94E+01		1,81E+04
	Диоксид азота	1,11E+02		1,30E+00		1,44E+02		
	Мышьяк	2,47E-02	4,14E–02	3,48E+05		8,58E+03		
	Свинец	4,72E-01	1,16E–01	4,67E+02		2,20E+02		
	Никель	1,57E-01	1,05E–01	3,50E+04		5,51E+03		
	Ванадий	5,72E-01	1,03E–01	6,24E+03		3,57E+03		
Экологическая токсичность	Фенол	9,40E–05	1,55E–01	1,50E+00	2,37E+02	1,41E–04	2,37E+01	1,66E+02
	Кадмий	1,64E–02	1,56E–03	2,89E+02	1,52E+03	4,73E+00	2,38E+00	
	Свинец	4,72E–01	1,16E–01	2,40E+00	9,62E+00	1,13E+00	1,11E+00	
	Хром	3,23E–02	2,08E–01	1,90E+00	6,90E+00	6,14E–02	1,43E+00	
	Медь	3,54E–02	1,04E–01	2,22E+02	1,16E+03	7,84E+00	1,20E+02	

Таблица 11 — Расчет значений показателей основного примера — Материал В

Материал В								
Категория воздействия	Вещество	Присвоение результатов ИАЖЦ		Характеристические коэффициенты		Преобразованные результаты ИАЖЦ		Значение показателей (профиль ОВЖЦ), кг...экв
		Выбросы в воздух, кг	Сбросы в воду, кг	Выбросы в воздух, кг...экв/кг	Сбросы в воду, кг...экв/кг	Выбросы в воздух, кг...экв/кг	Сбросы в воду кг...экв/кг	
Изменение климата	Диоксид углерода	4,81E+3		1,00E+00		4,81E+03		1,46E+05
	HALON-1301	4,30E–04		5,60E+03		2,41E+00		
	Метан	6,75E+3		2,10E+01		1,42E+05		
Истощение озона стратосферы	HALON-1301 Тетрахлорметан	4,30E–04 4,90E–04		1,20E+01 1,20E+00		5,16E–03 5,88E–04		5,75E–03
Образование фотооксиданта	Метан	6,75E+03		6,00E–03		4,05E+01		7,01 E+01
	Этан	1,98E+02		1,23E–01		2,44E+01		
	Пропан	2,99E+01		1,76E–01		5,26E+00		
Окисление	Диоксид серы	1,83E+01		1,00E+00		1,83E+01		2,50E+01
	Аммоний	8,01E–03	1,23E–01	1,30E+00		1,04E–02		
	Диоксид азота	1,64E+01		4,10E–01		6,72E+00		
Удобрение	Аммоний	8,01E–03	1,23E–01	3,50E–01	3,30E–01	2,80E–03	4,04E–02	2,42E+00
	Диоксид азота	1,64E+01		1,30E–01		2,13E+00		
	P		5,41E–02		3,10E+00		1,68E–01	
	N		1,80E–01		4,20E–01		7,54E–02	

Окончание таблицы 11

Материал В								
Категория воздействия	Вещество	Присвоение результатов ИАЖЦ		Характеристические коэффициенты		Преобразованные результаты ИАЖЦ		Значение показателей (профиль ОВЖЦ), кг...экв
		Выбросы в воздух, кг	Сбросы в воду, кг	Выбросы в воздух, кг...экв/кг	Сбросы в воду, кг...экв/кг	Выбросы в воздух, кг...экв/кг	Сбросы в воду, кг...экв/кг	
Токсичность для людей	Диоксид серы	1,83E+01		9,60E–02		1,76E+00		4,73E+02
	Диоксид азота	1,64E+01		1,30E+00		2,13E+01		
	Мышьяк	1,92E–04	1,90E–03	3,48E+05		6,68E+01		
	Свинец	3,62E–03	4,93E–02	4,67E+02		1,69E+00		
	Никель	6,40E–03	6,77E–03	3,50E+04		2,24E+02		
	Ванадий	2,51E–02	5,36E–03	6,24E+03		1,57E+02		
Экологическая токсичность	Фенол	9,00E–06	1,54E–02	1,50E+00	2,37E+02	1,35E–05	3,65E+00	4,76E+00
	Кадмий	1,75E–04	1,47E–04	2,89E+02	1,52E+03	5,06E–02	2,24E–01	
	Свинец	3,62E–03	4,93E–02	2,40E+00	9,62E+00	8,70E–03	4,74E–01	
	Хром	3,54E–04	1,02E–02	1,90E+00	6,90E+00	6,73E–04	7,04E–02	
	Медь	1,27E–03		2,22E+02	1,16E+03	2,81E–01		

По представленным в таблицах 10 и 11 значениям можно заключить, что трубы из материала А влияют на окружающую среду для большинства выбранных категорий воздействия сильнее, чем трубы из материала В, и только в случае образования фотооксидантов результат одинаков. Однако следует заметить, что хлорированные органические микроэлементы в рассматриваемых примерах количественно не учитывались (см. примечание к таблице 9).

Результаты из таблиц 10, 11 не представлены в графической форме специально, так как это полностью зависит от конкретных единиц измерения. Такое представление дает достоверные значения только после нормализации, т.е. когда они преобразованы в общепринятые единицы измерения.

4.3 Пример 2. Два показателя категории воздействия при окислении

4.3.1 Краткий обзор

Примеры, иллюстрирующие последствие выбора различных показателей категории воздействия при окислении.

Пример иллюстрирует важность рекомендаций и критериев экологического соответствия, установленных в 4.4.2.2.2 ИСО 14044 путем сравнения двух разных показателей категории воздействия (см. таблицу 12). Значения показателей отличаются существенно, например, в разных местах (см. таблицу 14) в 700 раз, даже если используются одинаковые результаты анализа запасов. Такие различия важно учитывать при постановке задачи и принятии решения об объеме применения, чтобы достичь цели исследования и установить данные анализа запасов, которые необходимо собрать.

Иллюстрация понятия показателя категории опущена потому, что она ограничена одной категорией воздействия.

4.3.2 Выбор категорий воздействий, показателей категории и характеристических моделей (4.4.2.2 ИСО 14044)

4.3.2.1 Описание экологического механизма для категории воздействия

Используются два альтернативных варианта окисления. Первым вариантом является категория негативного воздействия выбросов кислот на окружающую среду. Одна категория воздействия через показатели категории сочетает несколько отдельных негативных воздействий с использованием предпочтительных значений, т. е. учитываются воздействия на воду и землю, а также ухудшение материалов зданий и других сооружений. Показатель категории во втором варианте (см. пример 2) отражает негативную нагрузку продукционной системы на окружающую среду. В этом случае общий поток возможных кислотных выбросов пересекает границу системы. Показатель категории указывает только на общие выбросы или расходы запасов, пересекающие границу продукционной системы, в эквивалентах протона. Показатель не содержит никакой информации о самой окружающей среде, а именно, об условиях, интенсивности негативного воздействия, обратимости и т. д. Второй вариант использует участок, где критическая способность устойчивости окружающей среды превышена, что связано с возможным влиянием продукционной системы на наземную растительность. Характеристическая модель должна обеспечивать достоверную экологическую информацию. Она также:

- идентифицирует пространственное появление выбросов из продукционной системы в окружающей среде;
- характеризует степень и скорость преобразования каждого выброса в кислоту в окружающей среде;
- характеризует каждый перенос кислот в пространстве в разные места, где они воспринимаются средой;
- характеризует зону чувствительных экосистем в каждом месте, где критической способности окружающей среды не хватает для нейтрализации образующейся кислоты.

Упрощенный экологический механизм (процесс) окисления показан на рисунке 6, который иллюстрирует:

- поток выбросов через границу продукционной системы;
- преобразование выбросов в различные кислоты;
- их перемещение в отдаленные места;
- отложение в виде кислот в отдаленных местах различными способами;
- в случае превышения критической способности почвы нейтрализовать кислоты;
- негативное воздействие на наземную растительность.

На рисунке 6 указано местоположение двух разных показателей в экологическом механизме. Шаги, описанные ниже, иллюстрируют разницу в показателях категории воздействия.



Рисунок 6 — Упрощенный экологический механизм закисления

a) Выбросы или выходы, пересекающие границу системы.

Окисление начинается с выброса соединений, таких как NO_x, NH_3 и SO_2. Эти выбросы являются результатами (использования) запасов или выходами, которые пересекают границу системы и попадают в окружающую среду. NO_x, NH_3 и SO_2 не выбрасываются как кислоты, а преобразуются в них уже в окружающей среде. Другие выбросы, например хлористый водород (HCl), выбрасывается сразу в виде кислот и не нуждается в дальнейшем преобразовании.

b) Преобразование, перемещение и отложение

NO_x, NH_3 и SO_2 преобразовываются в кислоты в атмосфере, переносятся на большие расстояния и распространяются на сотни тысяч километров от источника выброса в удаленные места. Кислоты попадают в удаленные места несколькими способами (например, в виде кислотных дождей, сухих частиц, капель тумана). Несколько факторов определяют количество кислоты, достигающее конкретной отдаленной зоны. Для экологического соответствия эти факторы включены в специфические пространственные характеристические модели, с учетом того, что:

- преобразование выброса в кислоту происходит путем химической реакции и зависит от температуры, погоды и т. д.;
- расстояние и направление переноса зависит от расположения источника, высоты выхлопных труб, погоды и т. д.;
- характер осаждения кислот зависит от характеристики конкретной кислоты, размера капель, и от погодных условий, например дождя.

Примечание — Перенос и отложение кислот могут быть рассчитаны по годам по экологическим моделям для характеристических коэффициентов.

c) Роль критической способности принимающей экологической системы в нейтрализации кислоты

Осажденные кислоты могут уменьшать pH принимающей воды и почвы. Уменьшение pH зависит от количества отложенной из системы ИАЖЦ кислоты, фоновой кислотной нагрузки от других людских и естественных источников и нейтрализующей способности приемной природной площадки. Каждое место имеет свою способность нейтрализации кислот, то есть свою критическую способность. Когда критическая способность экосистемы в части нейтрализации кислот превышена, то pH уменьшается и возможны негативные последствия (такие, как потеря жизнеспособности растений). Но если критическая способность окружающей среды не превышена, то воздействие окисления в почве не

обнаруживается. Для оценки экологического соответствия важно идентифицировать момент превышения параметров, например критической способности почвы или ADI.

В сравнении с показателем общей нагрузки выброса следует признать, как видно из таблицы 14, что:

- только небольшой процент общих выбросов действительно осаждается в чувствительных экосистемах, где превышена критическая способность нейтрализации, вызывая негативные последствия;

- процент общих осажденных выбросов существенно меняется в зависимости от пространственного расположения источника выброса и удаленности принимающей экосистемы.

Таким образом, показатель общей негативной нагрузки выбросов на окружающую среду, который не учитывает экологические особенности, будет иметь значения, весьма отличающиеся от значений такого же показателя для чувствительной экосистемы, даже если начальные значения запасов ОЖЦ одинаковы.

4.3.2.2 Модели показателя и характеристические коэффициенты

Ниже рассмотрены модели и характеристические коэффициенты для двух показателей категории.

а) Модель показателя категории с нагрузкой выбросов (показатель EL)

Модель показателя EL характеризует общую нагрузку выбросов от систем ОЖЦ с использованием химических эквивалентов. Модель не учитывает пространственную информацию о преобразовании, распространении или количестве кислоты, осажденной в чувствительных зонах. Модель предполагает полное преобразование выбросов в кислоту, полное осаждение ее в чувствительных регионах и появление экологических последствий в каждом месте. Это предположение учитывает наихудший случай и отсутствие экологической информации об экологическом соответствии (см. таблицу 12). Однако некоторые стороны часто ссылаются на значения показателя EL как на «потенциальные экологические воздействия».

Таблица 12 — Область действия рекомендаций и критериев ИСО 14044

Примечания к ИСО 14044	*Показатель EL*	*Показатель SE*
Результаты ИАЖЦ — Оба показателя используют одинаковые параметры ИАЖЦ, кроме пространственных подробностей, необходимых для показателя SE		
4.4.2.2.3 ИСО 14044		
Следует рассмотреть	Пространственной	Используется географическое
пространственную и временную дифференциацию характеристической модели, связывающей результаты ИАЖЦ с показателем категории, которые должны быть экологически уместными	и временной дифференциации нет	местоположение выброса запасов и чувствительное местоположение приема
Преобразование и выбросы переноса веществ должны быть частью характеристической модели	Предполагает только 100%-ное преобразование в кислоту	Рассчитывает преобразование, перенос и отложение от каждого источника в каждую из многих различных принимающих природных зон
4.4.2.2.4 ИСО 14044		
Отражает последствия результатов ИАЖЦ для конечного объекта хотя бы в качественном выражении	Строго учитывает выброшенные количества газов	Способность относить кислотный груз в каждой принимающей зоне к критическим нейтрализующим способностям принимающих зон и определят, превышена ли эта способность и насколько вероятны негативные последствия.
Учитывая, что на общую точность ОЖЦ влияет сложность экилогических механизмов, действующих между границей системы и конечным объектом категории воздействия	Информации нет	В зоне, где критическая способность к нейтрализации кислоты превышена, предполагаются негативные последствия
Пространственные аспекты, такие как зона и масштаб, и временные характеристики, например стойкость вещества в окружающей среде	Как указано выше, пространственной и временной дифференциации нет	Способность рассчитывать значимое повышение экологической опасности в зоне, где превышена критическая способность окружающей среды. Это связано с ущербом, который продукционная система внесла в окружающую среду

b) Модель показателя категории кислоты, осажденной в чувствительной экосистеме (показатель SE)

Определение характеристик показателя SE включает пространственные аспекты, преобразование и перенос, а также адресуется к экологическому соответствию, как это установлено в 4.4.2.2.4 ИСО 14044 (см. таблицу 12). Это также иллюстрирует важность процессов выбора цели и области применения. Модель SE более сложная и включает преобразование выброса и его распространение за пределы страны, где находится продукционная система, количество образуемой кислоты, которое осаждается в принимающих странах, и зону чувствительных экосистем в них, где превышена критическая способность окружающей среды. Значения показателя SE предоставляют информацию об экологической эффективности системы, тогда как показатель EL этого не имеет.

Модель SE адаптирует Европейскую модель RAINS[1]), которая использует условно располагаемые в пространстве сетки или ячейки 150 км × 150 км для выбросов и принимающих экосистем. Такой подход позволяет математически достоверно подсчитывать выбросы из каждой ячейки, условия преобразования их в кислоту в процентах, результаты переноса и осаждения из каждой ячейки-источника в каждую (возможную) принимающую ячейку разных зон с учетом критических способностей почв в каждой принимающей ячейке и т. д. Адаптация ОЖЦ преобразует ячейки в страны, так что в характеристику запаса нужно вписать название страны — источника выбросов. Каждая страна имеет характеристический коэффициент (например, AF_{NOx} и AF_{SO2}, см. таблицу 13) для определения степени преобразования каждого выброса в кислоту, оценить его перенос и осаждение, а потом рассчитать площадь в каждом принимающем месте, где превышена критическая способность. Каждый выброс преобразуется с использованием характеристического коэффициента из килотонн (или граммов) выброса в увеличенную площадь в гектарах (или кв. метрах), где превышена критическая способность. Полный расчет показателя SE см. [24].

4.3.2.2.1 Выбор характеристической модели и характеристического коэффициента

Значения показателя EL выражаются в эквивалентах протона или граммах основного выброса, обычно SO_2. Преобразование и комбинирование кислот научно достоверно, но не позволяет комбинировать различные виды токсичности для людей, поскольку – описывается как субъективная или предпочтительная оценка наподобие комбинирования глобального потепления, окисления и эвтрофикации [25]. Для показателя EL необходимые параметры ИАЖЦ — это непосредственные кислоты, например хлористоводородная кислота, и вещества, с заданной вероятностью преобразованные в кислоты, например диоксид серы, оксиды азота и аммоний. Характеристические коэффициенты для некоторых веществ (дополнительно к тем, которые ниже присутствуют в упрощенных расчетах запасов) — это 0.88 для выбросов HCL, 1,00 для SO_2, 0,80 для SO_3, 0,70 для NO_x, 1,88 для NH_3.

Показатель SE выражается в гектарах или кв. метрах площади, на которой повышенная нагрузка при ОЖЦ увеличивает осаждение кислот выше критической способности усвоения (маргинальное увеличение площади, где превышена критическая способность). Характеристические пространственно специализированные коэффициенты для нескольких стран (например, AF_{NOx} и AF_{SO2}) даны в таблице 13 и четко показывают, как различия в пространстве приводят к существенным различиям в характеристических коэффициентах. Для кислотного показателя категории SE набор параметров ИАЖЦ более детализирован. Помимо хлористоводородной кислоты, диоксида серы, оксидов азота, аммония и т. д. необходимо указать регион, в котором произошел каждый выброс.

[1]) RAINS представляет собой интегрированную оценочную модель, которая сочетает информацию о выбросах на национальном уровне с информацией об атмосферном переносе их на большие расстояния позволяет оценить осаждение и концентрацию в сравнении с критическими способностями и пороговыми значениями применительно к окислению, наземной эвтрофикации через воздух и создание озона тропосферы.

Таблица 13 — Характеристические коэффициенты для нескольких веществ и стран согласно модели SE

Страна или регион	AF(SO_2)		AF(NO_x)		AF(NH_3)		AF(HCl)	
	гектар/тонна	$м^2$/г	гектар/тонна	$м^2$/г	гектар/тонна	$м^2$/г	гектар/тонна	$м^2$/г
Албания	0,02	0,0002	0,00	0,0000	0,01	0,0001	0,00	0,0000
Бельгия	1,28	0,0128	0,82	0,0082	1,10	0,0110	0,02	0,0002
Дания	5,56	0,0556	2,02	0,0202	5,28	0,0528	0,06	0,0006
Финляндия	15,14	0,1514	2,42	0,0242	13,40	0,1340	0,02	0,0002
Германия	2,17	0,0217	0,90	0,0090	1,89	0,0189	0,02	0,0002
Нидерланды	1,24	0,0124	0,97	0,0097	1,55	0,0155	0,03	0,0003
Португалия	0,02	0,0002	0,01	0,0001	0,01	0,0001	0,00	0,0000
Соединенное Королевство	1,94	0,0194	0,92	0,0092	4,32	0,0432	0,03	0,0003

4.3.3 Присвоение значений результатам ИАЖЦ (классификация) (4.4.2.3 ИСО 14044)

Иллюстрация 4.4.2.2 ИСО 14044 в настоящем стандарте отсутствует. Для руководства, см. другие примеры и текст ИСО 14044.

4.3.4 Расчет значений показателя категории (определение характеристик) (4.4.2.4 ИСО 14044)

4.3.4.1 Расчет значений ИАЖЦ в значении показателя

Здесь рассчитываются значения показателей категории для моделей EL и SE. Результаты, выраженные как значения показателей, могут значительно отличаться в зависимости от местонахождения источника выбросов по отношению к чувствительности принимающих зон (см. таблицу 14), что подтверждает необходимость тщательной оценки предпочтений при определении целей и области исследования, а также заявление, содержащееся в 4.4.2.4 ИСО 14044 о том, что:

«Полезность расчетных показателей для данной цели и области применения зависит от точности, достоверности и характеристик характеристической модели и характеристических коэффициентов. ... Часто приходится прибегать к компромиссу между простотой и точностью характеристической».

Инвентаризация, основанная на электролитическом очищении первичной меди при использовании только NOx и SO2 является упрощенной. Деталей добычи, протягивания проволоки не указывают, производство поливинилхлоридных покрытий, утилизация и рециклинг проволоки с сожжением покрытий не приводятся. В качестве функциональной единицы взята килотонна меди, произведенная путем электролитического очищения, а используемые параметры — это 10 г NOx и 100г SO2. Предполагается, что идентичные процессы и такие же величины выбросов изучают в трех различных местах. Для модели EL делается прямой расчет с помощью характеристических коэффициентов. Для модели SE процесс производства рассчитывается для трех различных стран выбросов (Албании, Бельгии и Финляндии). Примеры расчетов значений показателей EL показаны ниже.

$$(10 г NO_x \times 0{,}70) + (100 г SO_2 \times 1) = 107 г SO_2 \text{ эквивалентов/кт меди}$$

Таким образом, находится ли печь в Албании, Бельгии или Финляндии, тем не менее имеет место одинаковое количество выбросов и значения показателя EL будут одинаковыми: 107 г SO_2 эквивалентов/кт очищенной электролитическим способом меди.

Расчеты значения показателя SE в зависимости от места замеров показаны в таблице 14. Характеристические коэффициенты специфичны для конкретной страны, так что значения показателя для одинаковых величин выбросов могут значительно различаться (от 1 до 769) в зависимости от места конкретного выброса. Эта разница в чувствительности принимающих регионов не учитывается в показателе EL, который учитывает полные потенциальные воздействия. Следует также учитывать,

что только процент от общего груза выбросов, представленного показателем EL, осаждается в зонах превышения критической способности местности. Далее производится сравнение количества SO_2 в г эквивалентах/кт меди из каждой страны, осажденное в зонах превышения критической способности, сопоставляется с 107 г SO_2 эквивалентов/кт меди, полученными из значений показателя EL.

Таблица 14 — Расчеты значений показателя с использованием модели SE и со сравнением отличий

Страна	NO_x (r × AF)	SO_2 (r × AF)	Значение показателя, $м^2$	Относительное сравнение	
Дисперсия и отложение				Для значения SE по Албании	Для значения EL как SO_2/эквивалент
Албания	10 •0,00 = 0	100 • 0,0002 = 0,02	0,02	1	5350
Бельгия	10 • 0,0082 = 0,008	100 • 0,0128 = 1,28	1,29	64	83
Финляндия	10 • 0,0242 = 0,242	100 • 0,1514 = 15,14	15,38	769	7

Как видно из таблицы 14, две модели (SE и SL) дают различные результаты. Этот пример демонстрирует влияние выбора модели и показателя категории между целью и областью исследования, что нуждается только в общих значениях (EL показатель), а также целью и областью исследования, что нуждается в точности и экологическом соответствии (SE показатель).

При применении значения показателя EL на стадии интерпретации нижний уровень общих выбросов из Бельгии может показаться в экологическом смысле «лучшим», чем несколько более высокий уровень общих выбросов из Албании. Однако экологически значимый показатель SE четко указывает на то, что выбросы из Албании увеличат то количество выбросов, на которое будет превышена критическая способность местности в более низкой зоне по сравнению с Бельгией. Таким образом, лицам, принимающим решения, связанные с важными сопоставлениями, следует учитывать выбор экологически значимых показателей, модели которых включают пространственную информацию об источнике выбросов, их направлении, процессах переноса, а также о чувствительности экосистем.

4.4 Пример 3. Воздействия выбросов парникового газа (ПГ) и осадков углерода на лесохозяйственную деятельность

4.4.1 Краткий обзор

Компания с интегрированной системой лесных участков и производства различных изделий из древесины проводит ОВЖЦ с целью выявления относительных воздействий изменения климата на различные операции. При этом оценивают:

- конкретный вклад в тепличные газы (ПГ) от выбросов и изоляции углерода (С), а также от осаждения углерода;
- потенциал нереализованного объема разрешенных выбросов углерода, совместных проектов или торговли, связанных с углеродом;
- распределение ответственности между различными фигурантами в жизненном цикле продукции;
- возможности экологических и экономических улучшений.

Область исследования включает всеобъемлющий подход к идентификации и количественному выражению не только традиционных категорий воздействия и показателей для выбросов ПГ, но также для осаждения углерода как в лесной зоне, так и в продукционной системе. В этом контексте пример идентифицирует специальные значения запасов и модели преобразования, которые являются неотъемлемой частью области исследования, для достижения поставленной цели.

Пять основных дидактически принципов, оснащенных примерами:

а) необходимость учитывать другие параметры, помимо количественного выражения традиционных выбросов или ресурсов при идентификации новой категории воздействия. Это необходимо для того, чтобы соответствовать цели и области исследования. Подобное соображение учтено в 4.4.2.2.1 ИСО 14044;

b) в исследованиях, включающих биомассу и биопродукты, некоторые преобразования в рамках продукционной системы имеют характер самих категорий воздействий;

c) значения показателей, которое, будучи представленными в профиле результатов ОВЖЦ, могло быть дополнительным по категориям воздействия в определенных условиях проектирования и выбора экологического механизма;

d) дополнительная информация может способствовать уточнению при распределении ответственности разных фигурантов продукционной системы с учетом влияния и негативных воздействий;

e) применение ОВЖЦ может быть распределено на конкретные ситуации компании с целью тактического и стратегического планирования.

4.4.2 Выбор категорий воздействия, показателей категорий и характеристических моделей (4.4.2.2 ИСО 14044)

Подпункты после 4.3.2.1 описывают основные шаги при выборе категорий воздействия. Подпункты 4.4.2.2–4.4.2.4 характеризуют шаги при выборе показателей, механизмов, характеристических моделей и коэффициентов. С помощью 4.4.2.3 ИСО 14044 указываются процедуры присвоения результатов ИАЖЦ категориям воздействия, а с помощью 4.4.2.4 ИСО 14044 рассчитываются значения показателей категории и характеристических коэффициентов. Результатом вычисления является числовой профиль.



Рисунок 7 — Продукционная система с точки зрения углерода[1)]
(единица измерения — миллионы метрических тонн)

[1)] Для некоторых частей системы стрелки представляют собой выбранные потоки (для иллюстрации). Следовательно, для этих частей входы и выходы ничего не добавляют к тому же количеству углерода.

4.4.2.1 Выбор категорий воздействия (см. 4.4.2.1 ИСО 14044)

4.4.2.1.1 Гарантирующие категории воздействия, совместимые с целью и областью исследования

Целью исследования является выявление относительных негативных воздействий различных операций компании на изменение климата таким способом, который позволяет оценить возможности и последствия разных аспектов отечественного законодательства и международных договоров. Многообразие изделий из древесины, изготовленных компанией, можно классифицировать как бумажную продукцию и продукцию из древесины. В первую группу входят: товарная целлюлоза, писчая бумага, упаковочный картон и тонкая бумага. Изделиями из древесины считается диапазон изделий от пиломатериалов до конструкционных деревянных панелей. Разнообразные технические изделия из древесины, такие как МДФ, ОСБ, древесностружечные плиты, вафельный картон, и т. д. включены во вторую группу. Все эти изделия имеют общую характеристику: они содержат углерод. Использование одного миллиона метрических тонн (ММ тонн) углерода, содержащегося в продукции (в качестве функциональной единицы), входит в область исследования, так как это способствует уточнению различных расчетов трансформации загрязнений в окружающую среду при преобразовании значений использованных запасов в категории воздействия и соответствующих показателей. Выбор категорий воздействия согласовывается с характеристиками системы, а также с целью и задачами исследования. Другими словами, помимо излучаемого воздействия, которое является показателем категории воздействия для источников выбросов парниковых газов, исследование нуждается в категории воздействия осаждения изолированного углерода, которая адресована воздействиям изолированного и сохраненного в осадках углерода, что признано желательным инструментом мелиорации для улучшения окружающей среды. Более того, поскольку нереализованные объемы углерода, торговля и меры контроля выражены на языке точных величин (выбросы минус водостоки), категории воздействия должны обеспечивать значения показателей, которые в определенных условиях исследования подвергают дополнительному преобразованию корректировкой числового профиля (4.4.2.4 ИСО 14044).

4.4.2.1.2 Цель исследования ИАЖЦ с учетом идентификация аудиторий

Цель исследования ОЖЦ предполагает сбор необходимой информации и данных о компонентах продукционной системы, которые позволят оценить негативные воздействия как выбросов парниковых газов, так и изолированного углерода при его сохранении в осадках. Такая оценка поможет в принятии решения, касающегося тактики и стратегии компании относительно проблем изменений климата. ОВЖЦ рассматривался как дополнительный инструмент более четкого понимания проблем запасов продукционной системы и уточнения собранной информации на языке, отражающем превалирующие механизмы изучения и политики в области изменения климата [26].

Проводимое исследование должно представить информацию, методы и результаты в виде, понятном для администраторов, ответственных за различные производственные линии, и уточнить административные функции с учетом соответствующей терминологии и концепций изменения климата. Другой целевой аудиторией являются администраторы и менеджеры, занимающиеся охраной окружающей среды, вопросами управления, технологиями, связями с общественностью, производством и т.д. первоначальное исследование носит конфиденциальный характер. В рассматриваемом примере структура и величина оцениваемой компании отличались от тех, что имеются в настоящее время.

4.4.2.1.3 Обзор функций, границ и типовых процессов системы ИАЖЦ

На рисунке 7 представлена упрощенная схема продукционной системы и ее границы, а также обозначено некоторое производственное распределение, которое использовано и преобразовано на фазе определения характеристик ОВЖЦ. Что касается углерода, атмосферный CO_2 осаждается на лесных угодьях, деревья растут и начинаются лесозаготовки. Биомасса углерода вступает в производственные процессы либо в виде древесных и бумажных изделий, либо в виде биотоплива. Углерод выбрасывается в виде CO_2 при сгорании биотоплив или ископаемых топлив. Изделия разного назначения изготавливаются, распространяются, используются и выводятся из употребления. Все количества приведены по годам. Примеры не включают выбросы углерода от ископаемых топлив при операциях на лесных угодьях, транспортировании и распространении. Эти выбросы углерода считаются незначительными по сравнению с другими.

4.4.2.1.4 Идентификация полного комплекта экологических проблем, связанных с продукционной системой

Цель и область исследования помогают определить полный набор экологических проблем, присущих продукционной системе. Этот набор должен включать традиционные выбросы антропогенных ископаемых топлив и парниковых газов, а также выбросы, связанные с изоляцией углерода из атмосферного CO_2 и его сохранением в осадках в продукционной системе. Для того, чтобы оценить отно-

сительное воздействие первоначально изолированного углерода в фазах продукционной системы, необходимо количественно определить объемы переработки конкретной биомассы. Эти количества будут преобразованы позже, на стадии определения характеристик ОВЖЦ. Необходима информация о целевой функции переработанной биомассы либо в качестве биотоплива, либо в качестве различных изделий из дерева и бумаги.

Другой важной экологической проблемой для целей исследования является суммарный рост или баланс углерода, изолированного в лесах. Эта информация предоставляется в терминах пригодной для продажи древесины и преобразовывается с помощью характеристических коэффициентов в общую биомассу углерода и эквивалентов углерода.

Существуют важные экологические проблемы, касающиеся механизма «суммарно-нулевого CO_2» для идентификации топлива биомасс и учета объемов хранения осажденного в лесопродуктах углерода. Таблица 15 содержит информацию о функциональности продукции согласно [27] на примере биомассы, переработанной в соответствии с рисунком 7.

Таблица 15 — Функциональность количеств переработанного углерода

Продукционные и функциональные категории	Процент	Количество (С)	Общее количество
Биомасса:			5,68
для сгорания в виде топлива	100%	5,68	
Деревянные панели для:			
дома на одну семью;	40 %	1,44	
многосемейного дома;	30 %	1,07	
содержания/улучшения жилища;	20 %	0,70	
нежилого помещения	10%	0,36	
			3,57
Лесоматериалы для:			
дома на одну семью;	30 %	0,54	
многосемейного дома;	30 %	0,54	
содержания/улучшения жилища;	20 %	0,36	
нежилого помещения	20 %	0,36	
			1,8
Бумага для печати и письма	100 %	1,43	
			1,43
Другая бумага/картон	100 %	2,00	2,00
Итого	–	–	14,48

4.4.2.1.5 Выбор категорий воздействий

Согласно вышеизложенным соображениям и цели исследования, было решено выбрать две категории воздействия: необходимо защитить климат от дисбаланса, вызванного антропогенным парниковым газом и его действием; следует минимизировать дисбаланс. Этим двум категориям воздействия могут быть присвоены результаты анализа запасов. Двум категориям воздействия следует дать точные и наглядные названия (см. 3 ИСО 14044).

Одной из двух выбранных категорий воздействия является изменение климата с радиационным прогревом в качестве показателя, потому что согласно модели IPCC эта категория отражает выражаемый количественно дисбаланс, который создают парниковые газы между абсорбированным солнечным светом и отраженным инфракрасным излучением, что представляет собой традиционную проблему. В результате анализа запасов, необходимых для того, чтобы инициировать фазу ОВЖЦ для радиационного прогрева как показателя категории, — исследуем выбросы парникового газа. С помощью коэффициентов GWP выбросы трансформированы в показатели категории и агрегированы для того, чтобы получить значения показателя воздействия в метрических тоннах эквивалента CO_2 или эквивалента углерода.

Другой выбранной для изучения категорией воздействия является изоляция углерода и осаждение продукта. В системах, где ресурсом является биомасса, производящая биопродукты и биотопливо, существует другой класс категории воздействия, представляющий собой экологическую проблему.

К этому классу относятся процессы осаждения, изолирующие углерод. Изоляцию углерода можно рассматривать как часть продукционной системы. Эффекты углеродного осаждения могут стать частью анализа запасов, а результирующие (негативные) выбросы CO_2 будут рассматриваться как вклад в изменение климата. Однако в рассматриваемом примере осадок изолированного углерода определяется как отдельная категория воздействия, существующая параллельно изменению климата. Данная категория воздействия может быть признана, имеющей обратный по отношению предыдущей категории к предыдущей знак.

Обе категории воздействия связаны с одним и тем же конечным объектом; в котором наблюдаются изменения в балансе, вызванными абсорбированным и отраженным инфракрасным излучением.

Если считать осаждения изолированного углерода категорией воздействия, то рассматривать надо как лесные угодья, так и продукционную систему после производства готовой продукции. Вначале необходимо количественно определить углерод, изолированный в общей лесной системе или уловителе волокон для компании При этом следует учитывать не только количество годной для продажи древесины, которое уже преобразовано в продукцию. Суммарный рост биомассы углерода после пересчета на все процессы лесозаготовки представляет собой изолированный углерод. Как только атмосферный углерод изолирован, он остается в лесу или в изделиях некоторый период времени, зависящий от вида изделия и способа его применения. Поскольку биомасса для топлива не рассматривается как часть общего количества продукции, вошедшего в состав лесозаготовок, легче понять термин «суммарно-нулевой» выброс в эквиваленте CO_2 при расчете суммарных эквивалентов углерода.

4.4.2.2 Описание экологического механизма категорий воздействия

Экологический механизм — это система физических, химических и биологических процессов, связывающих результаты ИАЖЦ с показателями категории и конечными объектами для данной категории воздействия. Конечный объект для двух категорий воздействия один и тот же и связан он с озабоченностью ущербом, вызванным изменением баланса между поглощенным и отраженным инфракрасным излучениями. Разница в значениях показателя для двух категорий заключается в знаке. Значения, увеличивающие дисбаланс, являются отрицательными, значения, уменьшающие дисбаланс путем изоляции и задерживающие воздействие сохранением в осаждении, – являются положительными. Механизмы в примере связывают результаты ИАЖЦ со значениями показателей через соответствующие характеристические модели и коэффициенты. Два механизма являются традиционными, а именно: радиационный прогрев и фотофосфорилирование. Другие два механизма не так привычны, но они входят в систему физических процессов осаждения изолированного углерода, которая связывает результаты ИАЖЦ с показателями категории. Хотя они выражены в одинаковых единицах, механизмы и модели обеспечивают разделение между фазами ИАЖЦ и ОВЖЦ в ОЖЦ.

4.4.2.3 Выбор показателей

В качестве показателей для двух категорий воздействия были выбраны тонны эквивалентов CO_2 или тонны эквивалентов углерода. Результаты ИАЖЦ, выраженные в тоннах CO_2, могут быть преобразованы в эквивалент углерода за те же временные интервалы. Подобным же образом результаты ИАЖЦ, связанные с изоляцией и сохранением углерода, преобразуются в эквивалент CO_2 при помощи соответствующих моделей и коэффициентов. Важно придерживаться аналогичных временных рамок для обеих категорий. Рассматриваемый пример использует период в 100 лет для определения коэффициентов GWP, как это обычно делается. Для осаждения продукта также используется период в 100 лет, за который данная часть продукта остается в эксплуатации и потому может считаться осажденным углеродом[1)].

4.4.2.4 Выбор характеристических моделей и коэффициентов

4.4.2.4.1 Модель IPCC для радиационного прогрева

Характеристическая модель для категории воздействия в виде радиационного прогрева является моделью, которая используется и развивается IPCC. Конкретный радиационный прогрев инфракрасного излучения для различных парниковых газов позволяет выражать различные парниковые газы общей единицей, приближенной к значению 1,00 для CO_2. GWP, как характеристический коэффициент, позволяет агрегировать и выражать различные парниковые газы в единицах эквивалента углерода. IPCC рекомендует период в 100 лет. Если период увеличить до 500 лет или до бесконечности, коэффициент GWP для метана значительно уменьшится. В таблице 16 представлены характеристические коэффициенты GWP для двух основных парниковых газов.

[1)] Согласно 4.2.2.1 ИСО 140444, моделирование одной из категорий воздействия включает также такие процессы в продукционной системе, как изоляция в лесных угодьях и содержание в продукции из древесины.

Таблица 16 — Коэффициенты GWP

Парниковый газ	Время нахождения в атмосфере (годы)	Коэффициент GWP (период времени — 100 лет)
Диоксид углерода (CO_2)	от 50 до 200	1
Азотистый оксид (N_2O)	120	310
Метан (CH_4)	12 ± 3	21

4.4.2.4.2 Модель Кальвина-Бенсона для осаждения изолированного углерода

Характеристическая модель для данной категории воздействия осаждения углерода может быть описана двумя фазами. В первой фазе энергия солнечного света преобразуется с помощью фотофосфорилирования в трифосфат аденозина (ATP) и коэнзим NAPDRH, причем обе молекулы насыщены энергией. Во второй фазе цикл Кальвина-Бенсона закрепляет атмосферный CO_2 в органических веществах с использованием преобразованной солнечной энергии.

Характеристический коэффициент, который применяется в модели, преобразует чистый рост биомассы углерода (Тс)/год по результатам анализа запасов (выраженный как годная к продаже древесина) в валовой рост биомассы/год (Т'с) путем умножения этой величины на отношение биомассы к годной к продаже древесине. Это соотношение выведено для конкретных пород деревьев и регионов и равно 1,70. К тому же, еще один поправочный коэффициент используется для подсчета оцененных 25% биомассы, остающейся в лесу.

Годная к продаже древесина · 1,70 = общая биомасса Т'с

Т'с · 0,75 = полезная биомасса

4.4.2.4.3 Характеристическая модель для сохранения изолированного углерода в производственных осадках

Для того чтобы оценить количество эквивалента углерода, который можно считать хранящимся в осажденном виде, необходимо оценить скорость, с которой лесные продукты (и углерод) изымаются из использования в каждом конечном осаждении согласно функциональности продукта. Роу и Фелпс (USDA) разработали характеристическую модель, в которой используется логистическая кривая изъятия из обращения определенной части (%) продукции из древесины, остающейся при конечном осаждении углерода. Модель основана на учете среднего периода полураспада и функциональном применении конкретного продукта. Служба внутренних доходов Казначейства США рассчитывает эту величину для разных видов продуктов согласно функциональным категориям: например, жилье для одной семьи, нескольких семей и т.д. Логически различные виды древесных продуктов могут быть отнесены к одной функциональной категории.

Время использования продукции из древесины Т определяется в большинстве случаев как функция среднего полезного полураспада L части Р этой продукции, остающейся неиспользованной в данное время. Выбранное Т = 100 лет и превышает среднее значение полураспада (67 лет). Выбор отражает также 100-летний горизонт для коэффициентов GWP. Таким же образом значения показателей по двум категориям воздействия будут выражаться не только как эквиваленты углерода, но и находиться в том же самом временном горизонте. Т и Р выражаются как:

$$T = f(L, P),$$

где $P = 0,5/[1+2(\ln T - \ln L)]$

4.4.2.4.4 Уточнение характеристической модели и характеристических коэффициентов

Одним из способов учета рециклинга является использование характеристической модели, выраженной как уравнение, разработанное в Службе охраны леса США. Эффект уравнения заключается в продлении полураспада углерода, хранящегося в осажденном виде в конкретном продукте. (Другими словами, приведенное ниже уравнение расширяет диапазон чисел, указанных в таблицах IRS, и, таким образом, увеличивает значение характеристических коэффициентов).

Уравнение выражено следующим образом: L — пересмотренный ожидаемый период полураспада, H — первоначальный период полураспада и R – часть продукта, рециклированного в ту же категорию продукции:

$$L = H/(1 — R)$$

Рециклинг оказывает положительный эффект увеличения характеристических коэффициентов и в целом повышение эквивалента углерода в осаждении. Этот эффект более заметен в рецилинге продуктов с длинным периодом полураспада.

4.4.2.4.5 Характеристическая модель для топлив из биомассы.Нетто-нулевой выброс углерода.

Характеристическая модель, которая описывает нетто-нулевой выброс углерода, полученного при горении топлива из биомассы, – это типичная модель рециклирования, в которой CO_2 из атмосферы (в пересчете на углерод) изолируется процессом фотосинтеза, описанным в модели Кальвина-Бенсона. Без учета C_{12} и C_{13}, выбросы CO_2 при сгорании считаются равными как тем выбросам, которые уже изолированы, так и тем, которые будут изолированы впоследствии. Этот процесс отличается от выбросов CO_2 при сгорании ископаемого топлива, где используется углерод после длительного хранения углерода в осадке. Используемый характеристический коэффициент в этом случае равен 0.

4.4.3 Присвоение результатов ИАЖЦ (классификация) (4.4.2.3 ИСО 14044)

4.4.3.1 Классификация результатов анализа запаса жизненного цикла в виде категорий воздействия

Краткое описание классификации результатов ИАЖЦ в категориях воздействия представлено на рисунке 8. Из-за различных типов получающихся результатов анализа жизненного цикла рассматриваемая классификация не может быть представлена в виде категорий воздействия до тех пор, пока присутствует уверенность в наличии адекватных характеристических моделей и факторов. Эти модели и факторы дают результаты по показателю и проиллюстрированы в профиле значений показателя.



Рисунок 8 — Схематическое изображение результатов ИАЖЦ, присвоенных категориям воздействия

4.4.4 Расчет значений показателей категории (определение характеристик) (4.4.2.4 ИСО 14044)

4.4.4.1 Общие положения

Вычисление показателей категории (характеризация) включает в себя приведение результатов ИАЖЦ (миллион тонн углерода в год) к общей единице измерения с помощью характеристических коэффициентов, полученных согласно характеристическим моделям. Упрощенная версия необходимых расчетов, сгруппированных по двум категориям воздействия, приведена ниже в таблице 17, где представлен итог расчетов, ведущих к значениям показателей. Pc — это углерод в годовом производстве различных продуктов из древесины, твердой древесины и бумаги. Pl — это углерод, определенный в захоронениях тех же видов продуктов за год, Pf — это углерод в топливе из биомассы продукта, полученный за год. Матрица в таблице 17 указывает на результаты ИАЖЦ, характеристические коэффициенты и значения результатов для различных категорий воздействия и показателей.

4.4.4.1 Изоляция и осаждение углерода и нетто-нуль для топлива из биомассы

T′c указывает на рост нетто биомассы углерода в лесу. P′f– это продукт биомассы топлива, который дает нетто-нуль. P′c относится к объекту хранения углерода. Разделение сделано в соответствии с функциональным назначением различных лесопродуктов.

4.4.4.2 Выбросы углерода от ископаемого топлива и метана из свалок

F′fc относится к выбросам углерода от ископаемого топлива. L′c относится к углероду, оцененному как поступающий на свалки из общего количества ежегодного производства лесоматериалов в компании. Этот элемент фазы определения характеристик является самым ненадежным в части точности полученных результатов. Было проделано много опытов, чтобы повысить его надежность как для модели US EPA, так и для базы данных. Помимо доли нетто-нуля, при высвобождении CO_2 выделяется доля метана, которая является частью категории воздействия радиационного прогрева. Характеристические модели и коэффициенты — это IPCC и US EPA.

Таблица 17 — Расчет значений показателей[1]

Показатель LCIA	Результат LCI в ММ тоннах углерода	Характеристические коэффициенты	Значение показателей в ММ тоннах эквивалентного углерода	
T'c	0,70	1,70 × 0,75		0,89
P'f	5,68	Нетто-нуль		0,00
P'c	9,23	Разное (см. ниже)		1,39
Деревянные панели:	3,56			0,81
для дома на одну семью;	1,44	0,25	0,36	
многосемейного дома;	1,07	0,20	0,24	
содержания/ улучшения жилища;	0,70	0,15	0,11	
нежилого помещения	0,36	0,27	0,10	
Лесоматериалы:	1,80			0,39
для дома на одну семью;	0,54	0,25	0,13	
многосемейного дома;	0,54	0,20	0,11	
Содержание/ улучшение	0,36	0,15	0,05	
нежилого помещения	0,36207	0,27	0,10	
Бумага для печати и письма	1,80	0,10	0,09	
Другие виды бумаги/картон		0,05	0,10	
F'fc (ископаемые топлива)	1,80	1,00		1,80
L'c (свалка мусора)	2,114	21,0 и другие		1,30[a]

Примечание — Кроме коэффициента 7,7, для перевода углерода метана в CO_2, применяются и другие переводные коэффициенты используемые в модели US EPA.

[a] Таблица 17, Колонка эквивалентов углерода. Таблица основана на количестве углерода в различных потоках, который для метана приведет к характеристическому коэффициенту 7,7 кг CO_2-C/кг CH_4-C. Применяемый характеристический коэффициент 21 действителен для метана без дополнительной очистки. Разница учтена.

4.4.4.3 Профиль значений показателей воздействия

В таблице 18 отражены компоненты профиля значений показателей ОВЖЦ. Значения для каждой категории воздействия проиллюстрированы с точек зрения интересов компании и особенностей системы лесных продуктов, что удобно по двум причинам. Во-первых, в оценке чистого роста углерода, изолированного в лесных угодьях, на компанию приходится только 25 %. В исследовании считается, что остальные 75 % поставок древесного волокна от небольших ферм и других объектов отражают аналогичный чистый рост углерода в среднем. Допущение согласуется с тенденцией результатов региональных анализов запасов, проведенных государством и федеральными агентствами. Вторая

[1] Таблица 17, последняя колонка, последний ряд. Модель свалки идентифицирует долю осажденного углерода, которая выброшена как CO2 или CH4 на протяжении существования свалки. Известно, что модель нуждается в усовершенствовании.

причина заключается в том, что высвобождения метана из муниципальных свалок — это часть системы существования лесных продуктов, а не компании.

Единицы эквивалентов углерода для рассматриваемых результатов являются дополнительными, поскольку эквиваленты углерода в некоторых преобразованиях были приняты совместимыми. При оценке эквивалента углерода для хранения в осаждениях продукционной системы в модели логистической кривой учитывался 100-летний период. Аналогично модель IPCC для преобразования метана в эквиваленты углерода была основана на периоде в 100 лет. В некоторых исследованиях для IPCC модели берется 500-летний период времени. Такой подход снижает значения эквивалентов углерода (для метана коэффициент будет равен 12 вместо 21 ед.). Если для модели осаждения продукта используются 50, а не 100 лет, длительность хранения углерода будет больше. Эти соображения важны для получения достоверности значений.

Таблица 18 — Профиль ОВЖЦ (на функциональную единицу (FU))

Категория воздействия	Значение показателей			
	Компания		Продукционная система	
	ММ тонн эквивалента углерода	На функциональную единицу	ММ тонн эквивалента углерода	На функциональную единицу
Радиационный прогрев				
Выбросы производства	1,80	0,195	1,80	0,195
Свалка (метан)			1,30	0,141
Изоляция и осаждение углерода				
Лес	–0,88	–0,095	–3,52	–0,381
Осажденный продукт	–1,39	–0,15	–1,39	–0,15
Результат	–0,47	–0,052	–1,81	–0,196

4.4.5 Предварительный анализ и выводы

Руководство компании рассмотрело результаты, отвечающие задачам, реализующие цели исследования. Выводы и решения, к которым привело исследование, являются конфиденциальными. Впервые вопросы изоляции углерода и его хранения в осаждении были поставлены в контексте ОВЖЦ. Полученные результаты дают возможность проникнуть в суть вопросов, касающихся чистых выбросов парниковых газов, кредитов, будущего производства и роли лиц, задействованных в продукционной цепочке.

Прочие соображения касаются правил проверки достоверности и распределения чистого роста изоляции углерода по мелким землевладениям и выбросам от свалок.

В принятых условиях исследования чистый профиль показал позитивный баланс (осаждение и чистая изоляция отменены и улучшены по тепличным газам). Условия могут самопроизвольно измениться без достаточных оснований. Полученные результаты подчеркивают позитивный вклад устойчивого коммерческого лесного хозяйства с использованием лесных продуктов и биомассы. Таким же образом использование ископаемых топлив нарушает баланс, а использование биомассы может помочь его восстановить. Необходимость соответствующего проектирования и строительства городских свалок представляется также очень важной, хотя и не связана с компанией.

4.5 Пример 4. Оценка показателей категории в конечном объекте

4.5.1 Краткий обзор

Целью нижеследующего примера является иллюстрация возможность использования показателей категории на уровне конечного объекта для внутренних целей только на участке усовершенствования продукции. Наиболее важной причиной выбора показателя категории на уровне конечного объекта является высокая степень экологического соответствия, которое делает интерпретацию и взвешивание относительно легкими по сравнению с показателями, выбранными поблизости от результатов ИАЖЦ. Следствием моделирования на уровне конечного объекта является то, что смоделирован весь экологический механизм между результатами ИАЖЦ и конечном объектом. Это может привести к появлению значительной неопределенности и к необходимости введения в результаты большего набора значений, что уменьшает число неопределенностей. Очевидно, что между значениями неопределенностями существует компромисс и есть возможность выбора.

Пример основан на исследовании, выполненном по поручению правительства Нидерландов. Исследование предназначено для разработки методологии, которую смогут использовать и другие проектировщики. Более ранние исследования показали, что проектировщикам выгодно иметь единые показатели для материала или процесса, представляющие общую экологическую нагрузку. Цель расчета единых показателей [1)] заключается в формировании легкого в использовании инструмента для проектировщиков продукции при каждодневном принятии проектных решений (внутреннее применение) и при разработке сложных изделий со многими компонентами и материалами.

Такой единый показатель может быть получен только при использовании какой-либо определенной формы оценки. Данный пример не описывает процедуру нормализации и оценки, но фокусируется на разработке показателей категории воздействия вблизи конечного объекта. Используемая методология полностью описана в [30].

Проект, из которого взят этот пример, фокусируется на ситуации в Европе, экологические процессы смоделированы так, будто все выбросы происходят только в Европе. Однако можно разработать метод и для анализа ситуации в других регионах, но в этом случае придется включать иные категории воздействия. В рассматриваемом примере нет конкретной продукционной системы. Вместо этого целью является формирование показателей для большинства обычно используемых материалов и процессов. Компании, включенные в рассматриваемый проект, занимаются получением продукции не сельскохозяйственного происхождения, такой как металлы, пластмассы и стекло. В большинстве случаев экологический анализ продукции обнаруживает важный вклад фазы использования, особенно в том, что касается энергопотребления.

Показатель категории воздействия, выбранный для иллюстрации процесса, представляет собой ионизирующее излучение. Пример использован для демонстрации того, как перечень результатов анализа запасов (в этом случае выраженных в беккерелях (Бк)) преобразуется в показатель категории воздействия, выраженный в утраченных годах жизни (YLL). Результаты анализа запасов в таблице 19 [31] взяты из данных для среднеевропейского потребления электроэнергии.

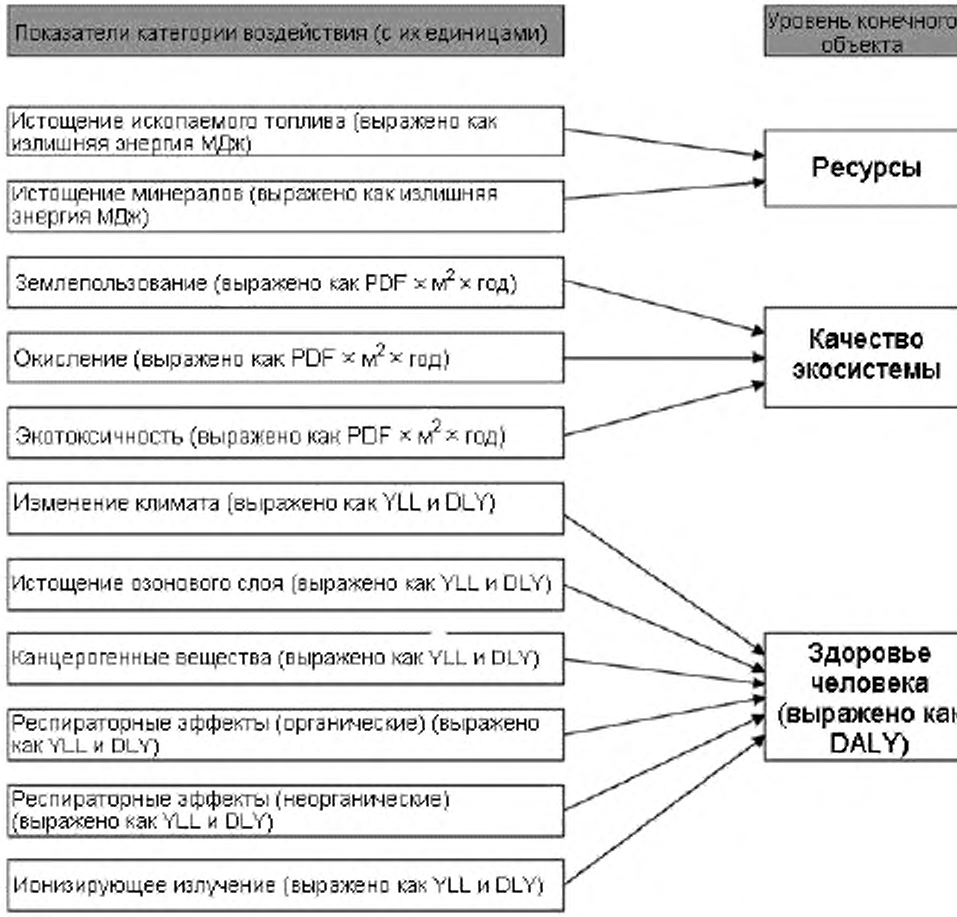
4.5.1.1 Концепция показателей категории (4.4.2.1 ИСО 14044)

С учетом поставленной цели используемый подход фокусируется на обеспечении информации для фазы взвешивания полученных результатов; в данном случае оценки советом экспертов. Это сосредоточение внимания на конкретной цели имеет важные последствия для способа выполнения процедуры ОВЖЦ:

- показатели категории выбраны на уровне конечных объектов (т.е., представлен подход с точки зрения наносимого ущерба), в связи с чем показатели категории приобретают высокую экологическую значимость и относительно легки для восприятия экспертами;
- количество экологических проблем, переданных на рассмотрение экспертам, сокращено. Это достигнуто путем разбиения категорий воздействия на группы таким образом, чтобы они имели идентичные единицы; например, показатели категории ионизирующего излучения и канцерогенных эффектов выражены одинаково: как негативное воздействие на здоровье человека.

Совокупный эффект этих подходов показан на рисунке 9. Разработаны 11 показателей категории так, чтобы они могли быть выражены одной из трех общих единиц. Три единицы выбраны для отражения экологических проблем на уровне конечного объекта.

[1)] В 4.1 ISO 14040:2006 рассматриваются принципы ОЖЦ.



Примечание — Процедура взвешивания не включена в данный пример.

Рисунок 9 — Схематическое представление показателей категорий воздействия и тесноты их связей с конечными объектами

Этот пример касается только здоровья человека. Воздействия на здоровье человека устанавливается двумя ступенями. Первая ступень– характеристическая. Для различных категорий воздействия, влияющих на здоровье человека, значения показателя выражены YLL (см. выше) и DLY (годы жизни, потерянные по болезни). Следующим шагом является сведение различных болезней или преждевременной смерти в единый показатель, который выражает ущерб в годах жизни, потерянных по болезни. Это можно сделать, только если экологические модели категорий воздействия, относящихся к здоровью человека, включают в себя анализ преобразования воздействий (конечный результат) и подверженности опасности, а также анализ YLL и DLY для всех соответствующих типов болезней. Такое преобразование YLL и DLY в DALY подразумевает процедуру взвешивания различных типов болезней и преждевременные смерти.

Второй ступенью процедуры, применяемой в этом примере, является сведение различных результатов, касающихся ресурсов, качества экосистем и здоровья человека в единый показатель, как указано в подпункте 4.5.1 настоящего стандарта. Эта вторая ступень представляет собой процедуру взвешивания и не используется в примере.

Приведенный пример включает только характеристическую ступень, касающуюся установления YLL и фокусирующуюся на показателе категории «ионизирующее излучение». Единицы (YLL) не охватывают все аспекты здоровья человека. В частности, не включены DLY. Недостатком характеристического подхода к воздействиям на здоровье человека является отсутствие процедуры взвешивания результатов, которая описана в [30].

4.5.2 Выбор категорий воздействия, показателей категории и характеристических моделей (4.4.2.2 ИСО 14044)

4.5.2.1 Выбор категорий воздействия

В этом примере выбор категорий воздействия основан на следующих соображениях:

- категория воздействия должна представлять собой реальную экологическую проблему в Европе. Это значит, что она вносит существенный вклад в проблемы, связанные с тремя группами конечных объектов. Наиболее важные данные были получены от Европейского Агентства по окружающей среде;
- категории воздействия выбираются таким образом, чтобы они были достаточно детализированы, согласованы и однородны. К примеру, в рассмотрение входит разделение «Здоровье человека» на такие категории, как Канцерогенные эффекты, Респираторные эффекты неорганических веществ и Респираторные эффекты органических веществ (часто упоминаемые как летний смог).

Для процедуры в целом определены 11 показателей категорий воздействия (см. рисунок 9). К сожалению, не все категории, считающиеся значимыми, уже превращены в рабочие. Наиболее важными представляются следующие отсутствующие звенья между категориями и конечными объектами:

- ущерб здоровью человека из-за шума (особенно транспортного движения);
- ухудшение качества экосистемы из-за изменения климата и повышения UF-излучения.

Другие звенья можно считать весьма неопределенными, особенно в части связей между изменением климата и показателями здоровья.

Представленные в таблице 19 выбросы считаются принадлежащими категории ионизирующего излучения.

Таблица 19 — Результаты ИАЖЦ для ионизирующего излучения

Изотоп	Блок	Результаты ИАЖЦ, Бк (беккерелях)
Cs-137	Вода	1,42
Rn-222	Воздух	1770
C-14	Воздух	1,85
Co-60	Вода	0,67
Cs-134	Вода	0,155
Kr-85	Воздух	113000
Ra-226	Вода	55,7
H-3	Вода	4540
I-129	Воздух	0,00656

4.5.2.1.1 Обеспечение согласованности между категориями воздействия, целью и областью исследования

В настоящем примере взвешивание отсутствует, и результаты представлены едиными показателями. Предполагается, что единые показатели выражают нагрузку на «окружающую среду», как она понимается широкой общественностью (и клиентами задействованных компаний). В первичном методологическом отчете «окружающая среда» и связь с конечными точками определены явно. Поскольку

результаты для YLL прямо влияют на разработку единых показателей, выбор показателей категории согласуется с целью исследования.

В качестве исходной точки использованы экологические проблемы, как они проявляются в Европе (см. рисунок 9).

4.5.2.1.2 Цель исследования ОЖЦ и его использование при идентификации целевых аудиторий

Цель расчета единых показателей состоит в обеспечении простого в использовании инструмента в помощь ежедневному принятию решений проектировщиками сложной продукции. Расчет предназначен только для внутреннего применения (см. также сноску 6).

4.5.2.1.3 Рассмотрение функций, границ и типовых процессов системы ИАЖЦ

Важным и сознательным ограничением этого примера является допущение того, что выбросы происходят в Европе. Исключение составляют выбросы, связанные с изменением климата, истощением озонового слоя и некоторыми стойкими канцерогенными и радиоактивными веществами; для этих выбросов место их появления не имеет значения. Без такого допущения было бы невозможно сделать значимые расчеты преобразований негативных воздействий и подверженности окружающей среды опасности (см. также иллюстрации в 4.4.2.2.1 ИСО 14044).

4.5.2.1.4 Идентификация общего комплекса экологических проблем, связанных с продукционной системой

Ключевыми проблемами в этом примере являются негативные воздействия на окружающую среду при преобразовании энергии, связанном с обычными выбросами ионизирующих веществ из циклов получение ядерного топлива.

4.5.2.1.5 Выбор категорий воздействия

Для этого примера выбрана категория воздействия «ионизирующее излучение».

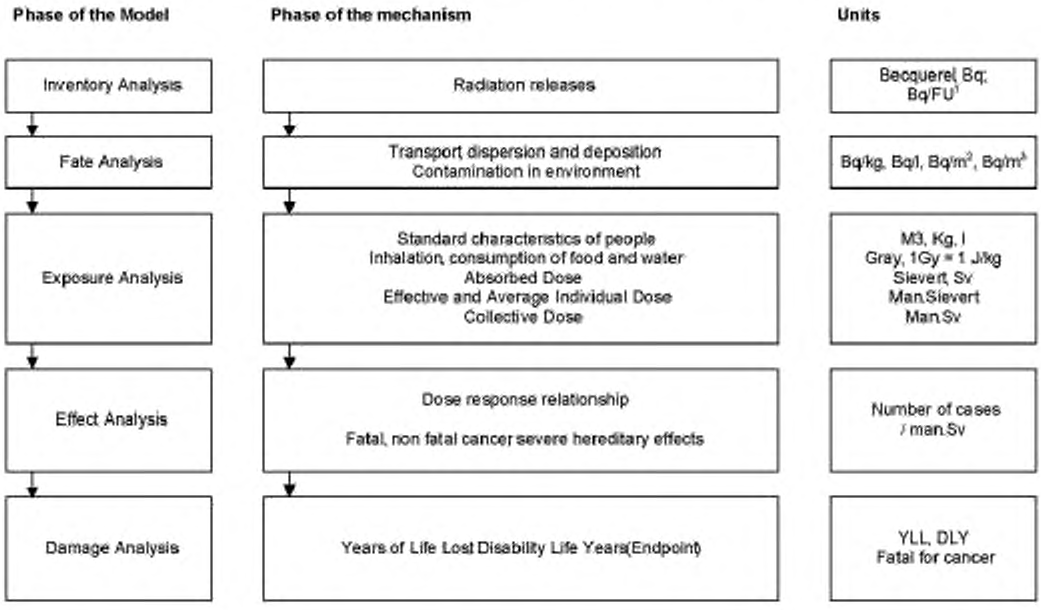
4.5.2.2 Описание экологического механизма для категории воздействия

Выбор показателей категории на уровне конечного объекта предполагает наличие некоторых специальных требований к выбору экологического механизма. Общее описание экологического механизма негативного воздействия выбросов на окружающую среду в этом случае включает следующие шаги:

- преобразование выбросов должно быть предварительно смоделировано, так как ущерб, как правило, вызван не общим количеством выбросов, а концентрацией вещества. Конкретную трудность вызывает тот факт, что ИАЖЦ не определяет скорости потока, которая обычно входит в модель преобразования. Результатом этого шага является временное (условное) изменение концентрации на определенной площади благодаря нагружению массой вещества, установленной в результатах ИАЖЦ;
- следующим шагом является расчет подверженности людей негативному воздействию концентрации загрязнений на данной площади за некоторый период времени. Учитываются и оценки плотности населения, которое, как предполагается, испытает негативное воздействие;
- что касается здоровья человека, то медицинская статистика формирует основу для увязки фактов с появления болезней с такими данными, как возраст людей в начале болезни, средняя продолжительность жизни и смертность;
- эффекты, указанные в трех предыдущих позициях, преобразуются в эффект на уровне конечного объекта.

В таблице 20 демонстрируется расчет характеристических факторов для категории воздействия ионизирующего излучения.

Таблица 20 — Краткий обзор экологического механизма радиоактивных выбросов [33].



Фаза модели	*Фаза механизма*	Единицы
Анализ запасов	Радиоактивные выбросы	Бк Бк/ФЕ
Анализ преобразований	Перенос, рассеяние и осаждение Загрязнение окружающей среды	Бк/кг, Бк/л, Бк/м^2, Бк/м^3
Анализ подверженности	Стандартные параметры людей Вдыхание, потребление пищи и воды Поглощенная доза Эффективная и средняя индивидуальная доза Коллективная доза	м^3, кг, л грей (1 Гр=1 Дж/кг) зиверт (Зв) Чел.Зиверт Чел.Зв
Анализ эффекта	Зависимость доза/реакция Фатальный исход, не фатальный рак, серьезные наследственные эффекты	Число случаев/чел.Зв
Анализ ущерба	Потерянные по болезни годы жизни, (конечный объект)	YLL, DLY Фатально для рака

Примечание — Последующая процедура включает шкалу взвешивания болезней, расчет (DALY) на базе этого взвешивания, последующие процедуры взвешивания негативных воздействий на ресурсы, качество экосистемы и здоровье человека. Эти последние шаги, как упоминалось, не включены в пример.

4.5.2.3 Выбор индикаторов

4.5.2.3.1 Идентификация возможных показателей категории

Для ионизирующего излучения и для других категорий негативных воздействий, связанных со здоровьем человека, YLL используется как показатель категории в этом примере. Некоторые другие определения показателя категории возможны на уровне конечного объекта. Для здоровья человека показатели жестко связаны с DLY, т. е. со средним количеством лет, когда человек живет с полученной из-за негативных воздействий загрязнителей болезнью.

4.5.2.3.2 Обзор требований и критериев для показателя категории

Этому примеру наиболее соответствуют следующие требования и критерии (вновь используется пример влияния на здоровье человека):

a) показатель следует применять ко всем категориям негативного воздействия на здоровье человека;

b) негативные воздействия на здоровье человека следует адекватно представлять с помощью показателя категории;

c) в показателе следует учитывать разницу между:

- серьезными и менее серьезными болезнями;
- продолжительностью болезни;
- потерянными годами жизни.

Если эти критерии не учитываются, то возникают серьезные нарушения, так как, например, смерть уже критически больного человека получит такой же вес, что и смерть матери семейства или ребенка. При фокусировании на YLL первый критерий удовлетворяется, а второй — частично. Второй и третий критерии могут полностью удовлетворяться, только если DLY учитывается наряду со вторым критерием.

4.5.2.3.3 Выбор показателя категории

Выбирается показатель YLL, поскольку есть возможность рассчитать его значения на основе научной информации без процедуры взвешивания. Эффекты, которые надо принять во внимание, приведены ниже.

a) Эффект неопределенности и точности показателя

Так как в примере используется показатель категории, определяемый на уровне конечного объекта, экологический механизм относительно сложен и включает широкий диапазон процессов, что может вызвать значительную неопределенность. По этой причине неопределенность в каждом шаге документируется и, если возможно, идентифицируется количественно. Различие делается между неопределенностью:

- данных;
- в части пригодности и точности модели. В большинстве рассматриваемых категорий неопределенность данных указана как среднеквадратическое геометрическое отклонение для всех шагов в экологическом механизме и для результирующих характеристических коэффициентов.

Для случая ионизирующего излучения наиболее важными источниками неопределенности являются модель подверженности и трудности моделирования наследственных эффектов. 95 % доверительный интервал лежит в диапазоне величины с промежутком не менее одного порядка. Это может показаться очень большим промежутком, но он хорошо укладывается в диапазоны других типов токсичного воздействия на человека.

В дополнение к этим неопределенностям данных важной неопределенностью является пригодность модели для экологического механизма. В большой степени эти неопределенности модели могут быть выделены как предпочтения, например:

- временная граница для учета негативного воздействия загрязнения на людей (независимо от неопределенности данных в этом примере она установлена в 100000 лет);
- площадь, которую необходимо учитывать в анализе преобразования и подверженности (например, Европа);
- необходимый уровень доказательности связей между излучением низкого уровня и случаями заболеваний раком, наследственными эффектами. При этом должны быть установлены различия между хорошо доказанными и вероятными уровнями связи, включенными в принцип риска, и возможными, но не очень хорошо доказанными эффектами, включенными в принцип осторожности. Принцип осторожности, принятый на конференции в Рио-де-Жанейро, провозглашает менее строгие требования. Здесь за основу взят Принцип риска, включающий хорошо доказанные и вероятные эффекты.

b) Эффект экологического соответствия и точности показателя

Для этого примера недостатки моделирования до уровня конечных объектов должны компенсироваться достоинствами высокого уровня экологического соответствия результатов, благодаря тому факту, что они находятся на уровне конечных объектов.

4.5.2.4 Выбор характеристической модели и характеристических коэффициентов

Характеристические значения для категории воздействия ионизационное излучение рассчитаны и показаны в таблице 21.

Таблица 21 — Расчет значений показателя для ионизирующего излучения в YLL

Изотоп	Блок	Результат ИАЖЦ (Бк)	Характеристический коэффициент (YLL/Бк)	Значение показателя (YLL)
Cs-137	Вода	1,42	1,94E-10	2,76E-10
Rn-222	Воздух	1770	2,83E-14	5,01 E-11
C-14	Воздух	1,85	2,48E-10	4,58E-10
Co-60	Вода	0,67	5,13E-11	3,44E-11
Cs 134	Вода	0,155	1,68E-10	2,60E-11
Kr-85	Воздух	113000	1,64E-16	1,86E-11
Ra-226	Вода	55,7	1,50E-13	8,37E-12
H-3	Вода	4540	5,30E-16	2,41E-12
I-129	Воздух	0,00656	1,10E-09	7,19E-12
Значение показателя (YLL)				8,81E-10

4.6 Пример 5. Выбор материала для ветровых закрылков при исследовании проекта автомобиля

4.6.1 Краткий обзор

Пример выбора категорий, подчеркивающий связь цели и области исследования.

Данный пример иллюстрирует способ использования показателя категории на уровне конечного объекта во внутреннем процессе разработки новой продукции в компании. В этом примере проектировщики продукции используют ОВЖЦ как технический инструмент для того, чтобы точно определить, какая из двух альтернатив имеет более низкий уровень общего негативного воздействия на окружающую среду. Выбор показателей в конечной точке способствует последовательному взвешиванию в денежном выражении и оценке значимости воздействия через приблизительную стоимость наносимого в перспективе ущерба [39], [40].

Используемый здесь пример относится к выбору между материалом А и материалом В для задних ветровых закрылков автомобиля. Функциональной единицей (f.u.) служит один закрылок. Результаты анализа запасов показаны в таблице 22.

Таблица 22 — Результаты ИАЖЦ для жизненных циклов заднего ветрового закрылка автомобиля, изготавливаемого из различных материалов

	Результат ОВЖЦ (кг/f.u)	
Результат/материал ОВЖЦ	A	B
Источники	-	-
Алюминиевая руда	0,854	0
Уголь в почве	3,056	0,826
Нефть в почве	6,541	9,405
Выбросы в воздух	-	-
Моноксид углерода	0,077	0,107
CH_4	0	0,011
CnHm	0,053	0,08
CO_2	30,188	28,605
N_2O	4,44E-03	0,006
NO_x	0,075	0,072
PAH	4,49E-05	3,11E-06
SOx	0,099	0,051
Сбросы в воду		
COD	1,79E-06	2,23E-03
N-tot	0	1,64E-05

4.6.2 Выбор категорий воздействия, показателей категории и характеристических моделей (4.4.2.2 ИСО 14044)

Выбор категории воздействия, показателей категории и характеристические модели приведен на уровне конечного объекта, чтобы способствовать получению приближенной оценки стоимости предполагаемого ущерба.

Выбор категорий воздействия и показателей категории представлен в таблице 23. Показатели категории выбраны таким образом, чтобы способствовать моделированию характеристических коэффициентов и определению коэффициентов взвешивания. Важным мотивом для принятия выбора показателей на уровне конечных объектов в условиях относительно большой неопределенности при определении характеристических коэффициентов является использование ОВЖЦ в качестве технического инструмента. Цель анализа состоит в улучшении экологической характеристики продукционной системы, а не в улучшении характеристики самой модели ОВЖЦ. За этим решением стоит важная предпосылка, заключающаяся в том, что пропуск значительной категории воздействия или характеристической модели по причине неопределенности не такое уж редкое дело, как это кажется, принимая во внимание единственную модель экологического механизма. Пропуск значительной категории воздействия или характеристической модели равен нулевому негативному воздействию. Таким образом, необходим максимально полный, какой только возможен охват категорий для трех объектов защиты, указанных в 3.36 ИСО 14040, а именно для здоровья человека, здоровья экосистемы и природных ресурсов.

Таблица 23 — Используемые категории воздействия и показатели категории

Объект защиты	Название категории	Название показателя категории	Единица показателя
Здоровье человека	Ожидаемый срок жизни	Потерянные годы жизни	Чел./год
Здоровье человека	Серьезная заболеваемость и страдания людей	Серьезная заболеваемость	Чел./год
Здоровье человека	Заболеваемость	Заболеваемость	Чел./год
Здоровье человека	Серьезное негативное воздействие	Серьезное негативное воздействие	Чел./год
Здоровье человека	Негативное воздействие	Негативное воздействие	Чел./год
Услуги экосистемы	Продуктивность сельхозкультур + (сельхозкультуры)	Продуктивность сельхозкультур + (сельхозкультуры)	кг
Услуги экосистемы	Продуктивность леса +(лес)	Продуктивность леса + (лес)	кг
Услуги экосистемы	Продуктивность рыбы и мяса + (рыба и мясо)	Продуктивность рыбы и мяса + (рыба и мясо)	кг
Услуги экосистемы	Продуктивность базового катиона	Продуктивность базового катиона	Эквиваленты H+ моль
Услуги экосистемы	Продуктивность воды	Продуктивность ирригационной воды (ирригационная вода)	кг
Услуги экосистемы	Продуктивность воды	Продуктивность питьевой воды (питьевая вода)	
Абиотические ресурсы	Истощение запасов элементов	= Запас «название элемента»	кг элемента
Абиотические ресурсы	Истощение ископаемых запасов	Запасы природного газа	кг
		Запасы нефти	кг
		Запасы угля	кг
Абиотические ресурсы	Истощение минеральных запасов	= Запасы «название минерала»	кг
Биоразнообразие	Исчезновение видов	Нормализованное исчезновение видов (NEX) (см. примечание)	Безразмерная единица
Примечание — Нормализовано с учетом видов, исчезнувших на 1990 г.			

Выбор характеристических моделей не рассматривается по редакционным соображениям. При моделировании на уровне конечных объектов число характеристических моделей становится весьма большим, часто порядка нескольких тысяч. Однако некоторые характеристические коэффициенты все же приведены ниже для иллюстрации примера.

В 4.4.2.2.3 а) ИСО 14044 содержится следующая рекомендация:

«Категории воздействия, показатели категории и характеристические модели должны быть приняты на международном уровне, то есть они должны быть основаны на международном соглашении или одобрены компетентной международной организацией».

Таких показателей категории в настоящее время известно мало, и все они имеют временный характер. Однако выбор в данном примере сделан с учетом того, что обычно используется и рекомендуется в научной литературе по моделированию воздействий и по экономике окружающей среды.

При выборе показателей категории по таблице 23 двойной учет минимизирован, но имеется риск ведения двойного учета любого негативного воздействия, влияющего на продуктивность экосистемы посредством влияния на биоразнообразие.

Экологическое соответствие выбранных показателей категории более или менее очевидно, так как они непосредственно представляют собой объекты защиты, то есть объекты, испытавшие негативные воздействия в условиях окружающей среды.

4.6.2.1 Оценка пространственной и временной дифференциации характеристических моделей

Для этой процедуры выполнены оценки неопределенностей для характеристических коэффициентов. В них включены преобразование, перенос и учет пространственных и временных вариаций. Если заключительный анализ чувствительности показывает, что неопределенность слишком велика, можно предпринять местное моделирование.

4.6.2.2 Заявление об экологическом соответствии показателей категории и характеристических моделей

При выборе показателей категории на уровне конечного объекта последствия выражаются количественно, но с некоторой долей неопределенности.

Характеристические модели описывают глобальные пограничные изменения в существующем положении окружающей среды с добавлением единицы элементарного потока. Конечный объект категории отражает фактическое состояние в 2000 г. Это означает, что в характеристических коэффициентах могут быть изменения, зависимые от места выброса или истощения ресурса, что учитывается при оценке среднего характеристического значения и его среднеквадратического отклонения.

Относительная величина моделируемых изменений невелика. Немногие продукционные системы могут сами по себе вызывать крупные негативные изменения в окружающей среде. Большинство токсических элементов рассматриваются в качестве микроэлементов, местная острая токсичность загрязнений не включается в модели, если токсичность не проявляется остро на самом деле.

Для того чтобы узнать, какая характеристическая модель достоверна, устанавливают тип выброса или уровень истощения ресурса (элементарный поток), а также тип окружающей среды, куда он попадает. Элементарный поток определяется указанием на конкретное вещество, мощность его источника и границы его географической системы. В этом примере мощность источника такова, что вблизи мест выброса загрязнений острых локальных эффектов не обнаружено. Например, выброс мышьяка считается выбросом микроэлемента, и при этом не ожидается острых воздействий на здоровье человека. Границы географической системы глобальны. Тип окружающей среды тоже глобален и указывается в связи с носителем, то есть воздухом, водой, почвой, который принимает или поставляет данное вещество.

4.6.3 Отнесение результатов ИАЖЦ к выбранным категориям воздействия (классификация) (4.4.2.3 ИСО 14044)

Отдельно не описывается (см. таблицу 25 и [40]).

4.6.4 Вычисление показателей категории (определение характеристик) (4.4.2.4 ИСО 14044)

Выбор характеристических коэффициентов описан общими терминами в 4.4.2.2 ИСО 14044. Пример, представленный ниже, иллюстрирует порядок вычисления значений показателей категории, который включает преобразование присвоенных результатов ИАЖЦ в общие единицы и последующее агрегирование в значения показателя.

4.6.4.1 Выбор и использование характеристических коэффициентов

Выбор и использование характеристических коэффициентов для некоторых параметров запасов показаны в таблице 24. По редакционным причинам показаны не все результаты и коэффициенты, хотя они ниже включены в расчеты неопределенности и чувствительности. Характеристические коэффициенты, которые здесь не показаны, можно найти в [40].

Таблица 24 — Характеристические коэффициенты для выбора параметров запаса в примере 1.

Вещество	Вариант запасов	Вариант запасов (кг/f.u.)	Название показателя категории	Характеристический коэффициент	Коэф. Неопределенности[a]	Величина категории на f.u. Материал А	Величина категории на f.u. Материал В
CO_2	30,188	28,605	YOLL	7,93E-07	3	2,39E-05	2,27E-05
CO_2	30,188	28,605	Серьезная заболева-емость	3,53E-07	3	1,07E-05	1,01E-05
CO_2	30,188	28,605	Заболева-емость	6,55E-07	3	1,98E-05	1,87E-05
CO_2	30,188	28,605	Сельхоз-продукты	7,56E-04	2,2	2,28E-02	2,16E-02
CO_2	30,188	28,605	Лес	-4,05E-02	2	-1,22E+00	-1,16E+00
CO_2	30,188	28,605	NEX	1,26E-14	3	3,80E-13	3,60E-13
NO_x	0,075	0,072	YOLL	3,88E-05	3	2,91E-06	2,79E-06
NO_x	0,075	0,072	Серьезная заболева-емость	-2,06E-06	5	-1,55E-07	-1,48E-07
NO_x	0,075	0,072	Заболева-емость	3,61E-06	b	2,71E-07	2,60E-07
NO_x	0,075	0,072	Отрицате-льное воздействие	0,002411	2,4	1,81E-04	1,74E-04
NO_x	0,075	0,072	Сельхоз-продукты	0,69954	3	5,25E-02	5,04E-02
NO_x	0,075	0,072	Рыба и мясо	-0,0339	3	-2,54E-03	-2,44E-03
NO_x	0,075	0,072	Лес	-2,394	3	-1,80E-01	-1,72E-01
NO_x	0,075	0,072	NEX	7,50E-14	4	5,63E-15	5,40E-15
SO_2	0,099	0,051	YOLL	3,76E-05	3	3,72E-06	1,92E-06
SO_2	0,099	0,051	Серьезная заболева-емость	-6,58E-06	4,2	-6,51E-07	-3,36E-07
SO_2	0,099	0,051	Заболева-емость	1,02E-05	4,2	1,01E-06	5,20E-07
SO_2	0,099	0,051	Отрицатель-ное воздействие	0,00645	2,4	6,39E-04	3,29E-04
SO_2	0,099	0,051	Сельхозпродукты	0,00183	2,6	1,81E-04	9,33E-05
SO_2	0,099	0,051	Рыба и мясо	0,00118	3	1,17E-04	6,02E-05
SO_2	0,099	0,051	Лес	0,979	2,4	9,69E-02	4,99E-02
SO_2	0,099	0,051	NEX	-2,94E-13	3	-2,91E-14	-1,50E-14
Алюминиевая руда	0,854	0	Запасы алюминия	1	1	8,54E-01	0,00E+00
Уголь в грунте	3,056	0,826	Запасы угля	1	1	3,06E+00	8,26E-01
Нефть в грунте	6,541	9,405	Запасы нефти	1	1	6,54E+00	9,41E+00

[a] Соответствует среднеквадратическому отклонению в нормальном распределении.

[b] Представлено в нескольких нормальных распределениях.

4.6.4.2 Суммирование преобразованных результатов в значение показателя категории

Суммирование преобразованных результатов в значение показателя категории приведено в таблице 25. Используются те же самые значения показателя, что и в таблице 24, но тут они распределены по названиям показателей категории и добавлены к каждому из них.

Таблица 25 — Агрегирование преобразованных результатов ИАЖЦ в значения показателей категории

Вещество	Название показателя категории	Характеристический коэффициент	Величина показателя категории на f.u. Вариант А	Агрегированный результат показателя категории на f.u. Вариант А	Величина показателя категории на f.u. Вариант В	Агрегированный результат показателя категории на f.u. Вариант В
Алюминиевая руда	Запасы алюминия	1	0,854	0,854	0	0
Уголь в грунте	Запасы угля	1	3,056	3,056	0,826	0,826
CO_2	Сельхозпродукты	0,000756	0,022822		0,021625	
NO_x	Сельхозпродукты	0,69954	0,052466		0,050367	
SO_2	Сельхозпродукты	0,00183	0,000181	0,075469	9,33E-05	0,072086
NO_x	Рыба и мясо	-0,0339	-0,00254		-0,00244	
SO_2	Рыба и мясо	0,00118	0,000117	-0,00243	6,02E-05	-0,00238
CO_2	Заболеваемость	6,55E-07	1,98E-05		1,87E-05	
NO_x	Заболеваемость	3,61E-06	2,71E-07		2,6E-07	
SO_2	Заболеваемость	1,02E-05	1,01E-06	2,11E-05	5,2E-07	1,95E-05
CO_2	NEX	1,26E-14	3,8E-13		3,6E-13	
NO_x	NEX	7,5E-14	5,63E-15		5,4E-15	
SO_2	NEX	-2,9E-13	-2,9E-14	3,57E-13	-1,5E-14	3,51E-13
NO_x	Отрицательное воздействие	0,002411	0,000181		0,000174	
SO_2	Отрицательное воздействие	0,00645	0,000639	0,000819	0,000329	0,000503
Нефть в грунте	Запасы нефти	1	6,541	6,541	9,405	9,405

Окончание таблицы 25

Вещество	Название показателя категории	Характеристический коэффициент	Величина показателя категории на f.u. Вариант А	Агрегированный результат показателя категории на f.u. Вариант А	Величина показателя категории на f.u. Вариант В	Агрегированный результат показателя категории на f.u. Вариант В
CO_2	Серьезная заболе-ваемость	3,53E-07	1,07E-05		1,01E-05	
NO_x	Серьезная заболе-ваемость	-2,1E-06	-1,5E-07		-1,5E-07	
SO_2	Серьезная заболе-ваемость	-6,6E-06	-6,5E-07	9,85E-06	-3,4E-07	9,61E-06
CO_2	Лес	-0.0405	-1,22261		-1,1585	
NO_x	Лес	-2,394	-0,17955		-0,17237	
SO_2	Лес	0,979	0,096921	-1,30524	0,049929	-1,28094
CO_2	YOLL	7,93E-07	2,39E-05		2,27E-05	
NO_x	YOLL	3,88E-05	2,91E-06		2,79E-06	
SO_2	YOLL	3,76E-05	3,72E-06	3,06E-05	1,92E-06	2,74E-05

5 Примеры дополнительных элементов ОВЖЦ

5.1 Краткий обзор

На рисунке 1 (см. 2.3 настоящего стандарта) показаны примеры из раздела дополнительных элементов. Они организованы на предметной основе, то есть, все примеры, иллюстрирующие нормализацию в 4.4.3.2 ИСО 14044 перечислены последовательно, за которыми следует пример группирования и т.д. Некоторые примеры введены впервые и они, иллюстрируют конкретный объект, тогда как другие продолжают примеры, представленные в разделе 4. Пользователи настоящего стандарта могут работать с разделом по-своему, либо на предметной основе, либо так, как со «стволовым» примером, или же могут выбрать пример, представляющий наибольший интерес.

5.2 Пример 1. Продолжение

5.2.1 Расчет значений показателей категории на основе исходной информации (нормализация) (4.4.3.2 ИСО 14044)

5.2.1.1 Общее представление.

Требования, критерии и исходная информация

В общем случае при рассмотрении примера с газопроводом можно спорить, зависит ли выбор исходной информации от выбранных категорий воздействия или в большей степени от масштабного уровня характеристического моделирования. Если все категории считаются находящимися на одном пространственном масштабном уровне, тогда величину нагружений категории для данного региона можно принимать в качестве исходной информации. Если, однако, пространственные уровни считаются различными, тогда надо выбирать другую исходную информацию, нечувствительную к масштабу, то есть нужно учитывать нагружение категории на одного жителя для рассматриваемых регионов.

5.2.1.2 Выбор одного или нескольких типов используемой исходной системы

В примере 1 ситуация в стране принимается за исходную для всех категорий воздействия. Такой подход согласуется с целью исследования, которая заключается в сравнении различных газораспределительных систем в данной стране. При этом величина нагружения для различных категорий воздействия может быть принята за исходную информацию. Тогда используемая исходная информация относится к году.

5.2.1.3 Расчет коэффициентов и результатов нормализации

В таблицах 26 и 27 значения показателей примера 1 разделены на коэффициенты нормализации, выведенные из общего нагружения данных категорий для страны в году. Выход называется «результатами нормализации или «нормализованным профилем ОВЖЦ».

Таблица 26 — Расчет результатов нормализации «стволового» примера. Материал А

Материал А			
Категория воздействия	Значение показателя	Исходная информация для нормализации	Результат нормализации
	Эквивалент, кг	Эквивалент, кг/год	Год
Изменение климата	1,84E+05	2,27E+11	8,08E-07
Истощение слоя озона	1,86E-02	3,61E+a-	5,14E-09
Образование фотооксиданта	6,95E+01	6,26E+07	1,11E-06
Окисление	3,51E+02	6,41E+08	5,48E-07
Эвтрофикация	1,85E+01	1,08E+09	1,72E-08
Токсичность для человека	1,81E+04	1,45E+11	1,24E-07
Экологическая токсичность	1,66E+02	1,16E+11	1,43E-09

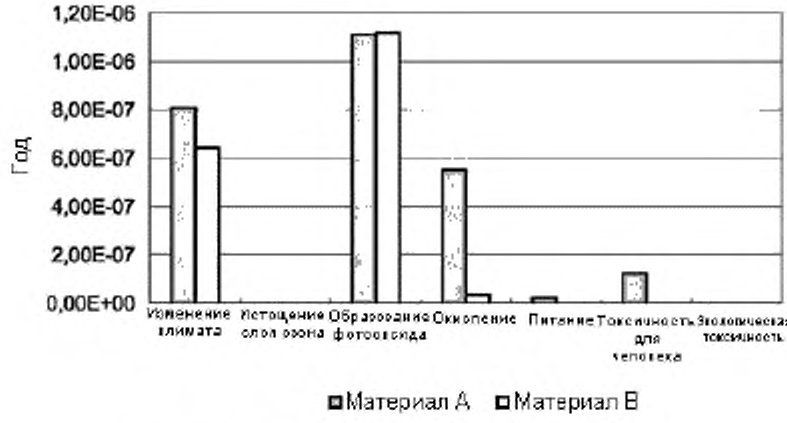
Таблица 27 — Расчет результатов нормализации «стволового» примера. Материал В

Материал В			
Категория воздействия	Значение показателя	Исходная информация для нормализации	Результат нормализации
	Эквивалент, кг	Эквивалент, кг/год	Год
Изменение климата	1,46E+05	2,27E+11	6,45E-07
Истощение слоя озона	5,75E-03	3,61E+06	1,59E-09
Образование фотооксиданта	7,01E+01	6,26E+07	1,12E-06
Окисление	2,50E+01	6,41E+08	3,91E-08
Эвтрофикация	2,42E+00	1,08E+09	2,24E-09
Токсичность для человека	4,73E+02	1,45E+11	3,26E-09
Экологическая токсичность	4,76E+00	1,16E+11	4,10E-11

5.2.1.4 Описание эффекта на результаты исследования

В гистограмме на рисунке 10[1)] для примера 1 представлены результаты нормализации (нормализованный профиль ОВЖЦ). В результате нормализации может оказаться, что нормализация вызывает сдвиг значимости результатов категории воздействия. Например, образование фотооксиданта перемещается с пятого на первое место. При этом газораспределение кажется относительно значительным как источник образование фотооксиданта. Эти воздействия появляются благодаря утечке газа из труб и являются одинаковыми для двух типов материалов. Это условие касается основного варианта улучшения. Воздействия категории изменение климата перемещается с первого на второе место. К тому же воздействия на окисление представляются относительно значительными для трубопроводов из материала А. Токсические воздействия кажутся относительно малозначительными (см. замечание к 5.8.1.1 Экологическая токсичность, о хлорированных органических микрозагрязнениях). Следует заметить, что результаты нормализации не характеризуют относительную важность категорий воздействия.

[2)] Относительно рисунков 10, 11, 12 и 14: Неопределенности в характеристических коэффициентах токсичности для человека и экологической токсичности гораздо больше, чем в других коэффициентах. По этой причине категории воздействия представлены в этом отчете двумя группами: одна группа с относительно высокой определенностью, другая группа с относительно низкой определенностью. В таблицах группы разделены двойными линиями.



Исходная информация: Преобразованные общие выбросы в стране в году

Рисунок 10 — Нормализованный профиль ОВЖЦ для газораспределительной системы

5.3 Пример 2. Продолжение

5.3.1 Расчет значений показателей категории на основе исходной информации (нормализация) (4.4.3.2 ИСО 14044)

5.3.1.1 Ниже приведены примеры преобразования значений результатов с помощью нескольких выбранных исходных значений и способов, которыми можно получить различные результаты этих преобразований (нормализация)

Данный подпункт иллюстрирует несколько процедур нормализации, включая подход *per capita* (в расчете на душу населения) и подход с исходной информацией.

Выбор процедуры нормализации зависит от цели исследования и решений, принятых в процессе определения цели и области исследования. При принятии решений необходимо постоянно иметь в виду цель и область исследования, чтобы понять, каким образом процедура нормализации изменит значение показателя. Поэтому пример иллюстрирует то, как первоначальные значения показателей категории из обязательных разделов ИСО 14044 изменяются в абсолютных и относительных терминах. Пример также содержит предупреждения и рекомендации, касающиеся нормализации и других дополнительных процедур, значения показателей категории из обязательных разделов согласно 4.4.3.2.2 ИСО 14044:

«При выборе контрольной системы следует учитывать согласованность пространственных и временных масштабов экологического механизма и контрольной величины.

Нормализация расчетного показателя может изменить заключения, сделанные на стадии ОВЖЦ. Анализ чувствительности может предоставить дополнительную информацию о выборе таких контрольных данных. Полученные нормализованные расчетные показатели категории обеспечивают получение нормализованного профиля ОВЖЦ».

Нормализация может использовать некоторые известные исходные значения, содержащиеся в цели и области исследования, например, учитывать население, площадь, долю выбросов и исторический фон выбросов. Таблица 28 обеспечивает три вида данных для нескольких стран, которые можно использовать в качестве исходных значений с иллюстрацией возможного крупного изменения. Приведенные значения могут сдвигаться и, тем самым, изменять относительное положение показателя категории в зависимости от страны, используемой как исходная база для нормализации. К тому же, если только промышленные процессы были выбраны для нормализации, тогда будут использоваться всего 2 % общих выбросов SO_2 из Албании, 27 % из Бельгии и 24 % из Финляндии (т. е., получаем изменение от 2,400 до 85,600 и до 65,400 тонн для исходного значения). Это положение будет и далее увеличивать различия результирующих нормализованных показателей.

Таблица 28 — Исходные и базовые значения для нормализации

Страна	Население, тыс. чел.	Площадь, км^2	Величина выброса в год (тонны)	
			SO_2	NOx
Албания	3,119	27,000	120,000	30,000
Бельгия	10,141	33,000	317,000	352,000
Финляндия	5,154	305,000	260,000	300,000
Германия	82,133	349,000	4.520,000	2,376,000
Испания	39,628	499,000	2,265,000	1,178,000
Великобритания	58,649	242,000	3,751,000	2,701,000

Если исходной нормализацией является деноминатор, то при стандартизации результат для стран с меньшим населением, площадями или долями выбросов будет увеличиваться по сравнению с более крупными странами. В таблице 29 использованы базовые исходные данные по выбросам для значений показателя SE, полученных в применении к 5.2 пример 2 параграф 2) iii), проиллюстрированный в 4.4.2.2 ИСО 14044. Относительные изменения показаны в правой колонке таблицы 29. Существенные изменения значений имеют место в результатах анализа при выборе исходной нормализации.

Таблица 29 — Расчет нормализованных значений показателей с использованием различных исходных данных и базовых значений

Пример нормализации на душу населения					
Страна	Значение показателя, м^2	Население, тыс. чел.	Стандартизованное значение	Относительная величина	
				До	После
Албания	0,02	3,119	$0,0641 \cdot 10^{-7}$	1	1
Бельгия	1,29	10,141	$0,127 \cdot 10^{-6}$	64	20
Финляндия	15,38	5,154	$2,98 \cdot 10^{-6}$	769	465

Пример нормализации исходных базовых значений выбросов										
Страна	Значение показателя, м^2		Выбросы, т		Стандартизованное значение		Относительная величина			
							До		После	
	SO_2	NO_x	SO_2	NO_x	SO_2	NO_x	SO_2	NO_x	SO_2	NO_x
Албания	0,02	0,00[a]	120.000	30,000	$1,67 \cdot 10^{-7}$	$3,33 \cdot 10^{-10}$	1	1	1	1
Бельгия	1,28	0,008	317,000	352,000	$4,04 \cdot 10^{-6}$	$2,27 \cdot 10^{-8}$	64	800	24	68
Финляндия	15,14	0,242	260,000	300,000	$5,82 \cdot 10^{-5}$	$8,07 \cdot 10^{-7}$	757	24200	329	2420

[a] Для нормализации использовалось значение 0,00001 так, чтобы значения из Бельгии и Финляндии не надо было делить на 0.

5.4 Пример 6. Нормализация значений показателей ОВЖЦ при использовании различных холодильных газов

5.4.1 Расчет значений показателей категории на основе исходной информации (нормализация). Примеры преобразования значений показателей с использованием некоторых выбранных значений и с применением способа получения разных выходов от этих преобразований (нормализация) (4.4.3.2 ИСО 14044)

5.4.1.1 Краткий обзор

Цель этого примера заключается в демонстрации процедуры выборочной нормализации элемента, в которой значения показателей категории рассчитываются относительно исходной информации. Значение выбора системы базовых значений нормализации иллюстрируется путем сравнения трех различных комплектов исходной информации. В 4.4.3.2.2 ИСО 14044 установлено:

«При выборе контрольной системы следует учитывать согласованность пространственных и временных масштабов экологического механизма и контрольной величины».

Для того чтобы проверить важность этой рекомендации, необходимо сравнить базовые значения двух используемых систем. Одна представляет текущий уровень выбросов в Европе, другая представляет текущий уровень выбросов в географическом масштабе под влиянием данной категории воздействия, учитывая уровни выбросов в Европе для региональных категорий воздействия и уровни глобальных выбросов для глобальных категорий воздействия.

Пример основан на реальном опыте при разработке холодильника. Важно, чтобы решения, принятые при этом, были актуальными в течение срока службы продукции. Поскольку холодильник-изделие длительного пользования, с ожидаемым сроком службы 10 лет или более, то следует периодически проверять временную зависимость результатов нормализации.

Для того чтобы это проверить, выбирается система базовых значений, представляющая наиболее вероятный уровень выбросов в ближайшем будущем. Здесь опять же используются уровни выбросов в Европе для региональных категорий воздействия и уровни глобальных выбросов для глобальных категорий воздействия.

Случай связан с основанным на ОЖЦ сопоставлении экологических воздействий от альтернативных методов, используемых для замены CFC в изоляционной пене и в системе охлаждения домашнего холодильника:

- одна альтернатива использует газ А как пенный агент в изоляции и хладагент;
- другая альтернатива применяет газ В как пенный агент в изоляции и хладагент.

Функциональной единицей исследования является предполагаемая работа, обеспечиваемая 200-литровым энергосберегающим домашним холодильником в течение его срока службы, а целью — помощь в выборе, который должны сделать разработчики изделия.

Был выполнен анализ запасов, а в таблицу 30 помещены значения показателей для категорий воздействия, учитываемых при оценке двух альтернативных рабочих агентов. Пример адаптирован из [41],[42], примененная методология оценки воздействия жизненного цикла приведена в [42] и [43].

Таблица 30 — Характеристические профили ОВЖЦ для двух альтернативных проектов холодильника

Категория воздействия	Единица	Газ А	Газ В
Глобальное потепление	г CO_2 — эквиваленты	870,000	2,270,000
Истощение озона	г CFC-22 — эквиваленты	0	0
Образование фотооксиданта	г C_2H_4 — эквиваленты	101	63
Окисление	г SO_2 — эквиваленты	8,000	6,820
Обогащение питания	г NO_3 — эквиваленты	5,150	4,380
Хроническая токсичность воды	$м^3$ воды	44,000	44,000
Токсичность для человека через воду[a]	$м^3$ воды	1,610	1,610
Токсичность для человека через воздух	$м^3$ воздуха	563,000,000	613,000,000

[a] В позднейшей интерпретации следует учесть, что в каждой категории воздействия токсичность для человека охватывает несколько различных токсикологических механизмов влияния.

В дополнение к экологическим воздействиям, перечисленным в таблице 30, существует риск пожара и взрыва, связанный с газом А, чего нет в случае с газом В.

5.4.1.2 Определение требований к нормализации (относительно цели и области исследований)

Цель исследования состоит в том, чтобы решить, является ли газ А или газ В лучшей альтернативой для замены CFC в новом поколении домашних холодильников. Этот вопрос нельзя решить только на основании значений показателей, так как существуют компромиссные ситуации для некоторых категорий воздействия. Согласно значениям показателей, приведенным в таблице 30 газ А предпочтителен в смысле влияния на глобальное потепление и, в некоторой степени, лучше в части токсичности воздуха для человека, тогда как газ В лучше в смысле фотохимического образования озона и, в некоторой степени, лучше в смысле окисления и макроэлементов. Однако значения показателей для различных категорий воздействия выражены в разных единицах. Для того чтобы разобраться в интерпретации результатов относительно цели исследования, они должны быть приведены к общей шкале, и выражать значимость для каждой категории. Следовательно, существует явная потребность в нормализации.

5.4.1.3 Обзор требований, критериев и исходной информации

Целью нормализации является отнесение значений показателей продукции к набору базовых значений, которые суммарно составляют общую шкалу, знакомую пользователю и понятную для интерпретатора результатов оценки жизненного цикла. Таким образом, учет общего уровня воздействия, как правило, выбирается для каждой из категорий воздействия при создании системы базовых значений. Эти значения могут определяться на глобальном, региональном, национальном или локальном уровнях и выражаться в общем виде, в пересчете на душу населения, на единицу площади или другим аналогичным образом.

В тех случаях, когда нормализация служит также в качестве подготовки к оценке, группированию или ранжированию, выбор системы отсчета должен происходить в соответствии с принципами и критериями выбранного метода оценки, группирования или ранжирования.

Для категорий глобального воздействия типа глобального потепления или истощения стратосферного озона воздействие не зависит от расположения точки происхождения выбросов. По этой причине уровень воздействия, с которым мы сталкиваемся в любом месте на земле, вызван общими глобальными выбросами по категориям глобального воздействия. В отличие от этого для региональных и локальных категорий воздействия (типа окисления или экотоксичности) уровень воздействия, с которым мы сталкиваемся, вызван выбросами в пределах одного региона. ИСО 14044 (см. 4.4.3.2.2)

рекомендует, чтобы при выборе системы отсчета учитывалась согласованность пространственных и временных масштабов экологического механизма и контрольной величины. Поэтому исходная информация по нормализации основана на ежегодных глобальных выбросах по категориям глобального воздействия и на ежегодных региональных выбросах (обычно тех регионов, где решение принято и реализовано) по остальным категориям воздействия. С целью создания общей системы отсчета для категорий глобальных и региональных воздействий все воздействия представлены в единицах на душу населения той области, для которой подсчитываются выбросы, то есть на одного жителя мира для категорий глобального воздействия и на одного жителя региона для остальных категорий.

По стратегическим соображениям целевой уровень воздействия определяется на последний год запланированного периода на несколько лет вперед и применяется в виде модуля доступа для исходных условий нормализации в ближайшем будущем. Это особенно важно для продукции со сроком службы в несколько лет, где может оказаться важным знать экологические характеристики продукции в процессе нормализации в промежутке времени ближе к окончанию срока службы.

5.4.1.4 Выбор одного или более типов используемой исходной информации

Выбор системы базовых значений следует делать в соответствии с поставленной целью и областью применения системы, а также в зависимости от того, выполнялось ли взвешивание или группирование. И если оно выполнялось, то нужно знать какой метод и какие критерии применялись при этом.

Для того чтобы подготовиться к взвешиванию или группированию, выбранные для нормализации исходные данные должны представлять текущий или ближайший уровень воздействий в регионе (*в недалеком будущем*), для которого рассчитывались весовые коэффициенты — в данном случае для Европы. Это означает, что исходная информация для нормализации основана на европейских уровнях выбросов для региональных категорий воздействия, и на глобальных уровнях выбросов для глобальных категорий воздействий[1]. К тому же, чтобы обнаружить влияние этой пространственной дифференциации, применяется третья система базовых значений, в которой европейские уровни выбросов используются для всех категорий воздействия, независимо от того, носят они глобальный или региональный характер.

Таким образом, при сравнении двух альтернатив проектирования холодильника выбираются три системы базовых значений:

- пространственно дифференцированные исходные данные (основанные на глобальных выбросах для глобальных воздействий и на европейских выбросах для региональных и локальных воздействий), представляющие собой *текущие* уровни воздействия в Европе — «Текущие пространственно дифференцированные выбросы»;
- пространственно дифференцированные исходные данные, представляющие собой уровни воздействия в Европе *в недалеком будущем* (холодильник должен быть на рынке в течение пяти лет с этого времени, и должен быть известен срок принятия решения) — «Будущие пространственно дифференцированные выбросы»;
- исходные данные, представляющие собой уровень воздействия, который будет соотноситься с текущими европейскими уровнями выбросов для всех категорий воздействий — «Текущие европейские уровни».

Значения показателя для трех систем базовых значений выражены на душу населения в базовом регионе в таблице 31:

- текущий (1994 г.) уровень европейских выбросов для всех категорий воздействия;
- пространственно дифференцированный в недалеком будущем (2004) уровень выбросов, соответствующий целевым выбросам (в Европе для региональных категорий воздействия и глобальный для глобальных категорий воздействия).

Все базовые значения для нормализации выражены на душу населения в базовом регионе [44].

[1] Для некоторых неглобальных категорий воздействия, например фотохимического образования озона, даже европейский масштаб велик по сравнению с единичным масштабом воздействия.

Таблица 31 — Системы базовых значений для категорий экологических воздействий, представляющих текущие (1994) пространственно дифференцированные выбросы (европейские выбросы для региональных категорий воздействия и глобальные выбросы для глобальных категорий воздействия.

Категория воздействия	Единица	Текущий пространственно-дифференцированный выброс	Текущий европейский выброс	Будущий пространственно-дифференцированный выброс
Год	–	1994	1994	2004
Глобальное потепление	г CO_2 эквиваленты/человек	8.2×10^6	1.3×10^7	6.8×10^6
Фотохимическое образование озона	г C_2H_4 эквиваленты/человек	25	25	20
Окисление	г SO_2 эквиваленты/человек	74	74	49
Обогащение питания	г NO_3 эквиваленты/человек	1.2×10^5	1.2×10^5	8.5×10^4
Хроническая токсичность воды	$м^3$ вода/человек	3.5×10^5	3.5×10^5	2.9×10^5
Токсичность для людей через воду	$м^3$ вода/человек	5.2×10^4	5.2×10^4	3.5×10^4
Токсичность для людей через воздух	$м^3$ воздух/человек	3.1×10^9	3.1×10^9	2.9×10^9

5.4.1.5 Расчет нормализованных результатов

Деление значения показателей в таблице 30 на соответствующие базовые значения для нормализации в таблице 31 дает нормализованные профили ОВЖЦ для альтернативных проектов холодильников, как показано в таблицах 32, 33, 34 и графически проиллюстрировано на рисунках 11, 12 и 13.

Так как значения показателей систем базовых значений выражены на душу населения, нормализованные значения показателей для продукции показывают, насколько велика доля воздействия продукции в полном оцененном годовом негативном воздействии на усредненного человека. Они выражаются в единицах: эквивалент — человек или, что более применимо, милли-человек-эквивалент, мЧЭ. Индекс для единицы мЧЭ относится к региону, на котором основаны базовые значения для нормализации в соответствии с выбранным базовым годом.

Таблица 32 — Нормализованные профили ОВЖЦ альтернативных проектов холодильника с использованием текущего пространственно дифференцированного уровня выбросов (Европа для региональных категорий воздействия и весь мир для глобальных категорий воздействия) как система базовых значений.

Все нормализованные значения показателей выражены в милли-человек-эквивалентах, мЧЭ.

Категория воздействия	Единица	Газ А	Газ В
Глобальное потепление	$мЧЭ_{W94}$	106	277
Фотохимическое образование озона	$мЧЭ_{EU94}$	4,0	2,5
Окисление	$мЧЭ_{EU94}$	108	92
Обогащение питания	$мЧЭ_{EU94}$	43	37
Хроническая токсичность воды	$мЧЭ_{EU94}$	126	126
Токсичность для людей через воду	$мЧЭ_{EU94}$	31	31
Токсичность для людей через воздух	$мЧЭ_{EU94}$	182	198

Таблица 33 — Нормализованные профили ОВЖЦ альтернативных проектов холодильника, полученные с использованием текущих уровней выбросов в Европе как системы базовых значений.

Все нормализованные значения показателей выражены в милли-человек-эквивалентах, мЧЭ.

Категория воздействия	Единица	Газ А	Газ В
Глобальное потепление	мЧЭ$_{EU94}$	67	175
Фотохимическое образование озона	мЧЭ$_{EU94}$	4,0	2,5
Окисление	мЧЭ$_{EU94}$	108	92
Обогащение питания	мЧЭ$_{EU94}$	43	37
Хроническая токсичность воды	мЧЭ$_{EU94}$	126	126
Токсичность для людей через воду	мЧЭ$_{EU94}$	31	31
Токсичность для людей через воздух	мЧЭ$_{EU94}$	182	198

Таблица 34 — Нормализованные профили ОВЖЦ альтернативных проектов холодильника, полученные с использованием будущего пространственно дифференцированного уровня выбросов (Европа для региональных категорий воздействия и весь мир для глобальных категорий воздействия).

Все нормализованные значения показателей выражены в милли-человек-эквивалентах, мЧЭ.

Категория воздействия	Единица	Газ А	Газ В
Глобальное потепление	мЧЭ$_{W2004}$	127	332
Фотохимическое образование озона	мЧЭ$_{EU2004}$	5,0	3,2
Окисление	мЧЭ$_{EU2004}$	163	139
Обогащение питания	мЧЭ$_{EU2004}$	61	52
Хроническая токсичность воды	мЧЭ$_{EU2004}$	152	152
Токсичность для людей через воду	мЧЭ$_{EU2004}$	46	46
Токсичность для людей через воздух	мЧЭ$_{EU2004}$	194	211

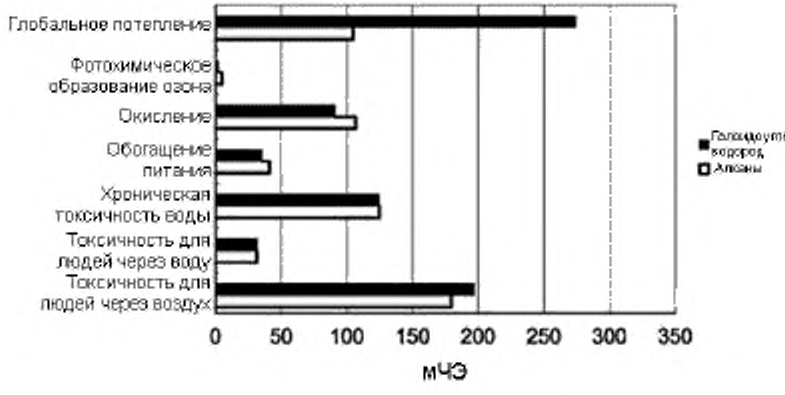


Рисунок 11 — Нормализованные профили ОВЖЦ двух альтернативных проектов, применяющих текущий пространственно дифференцированный уровень выбросов как систему базовых значений

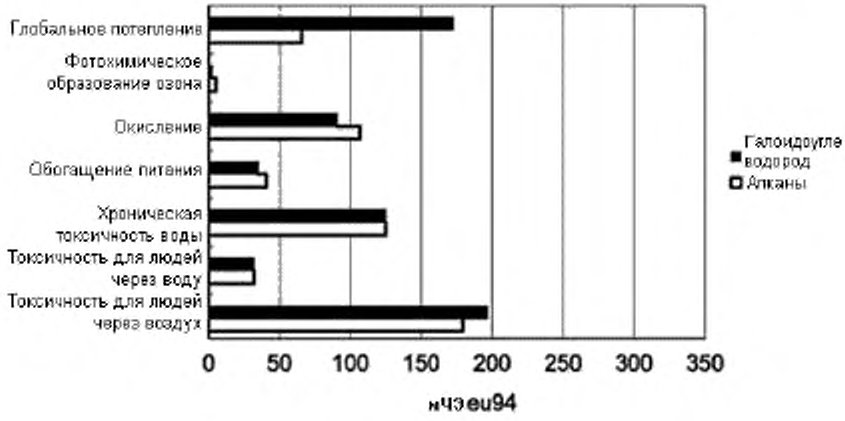


Рисунок 12 — Нормализованные профили ОВЖЦ альтернативных проектов, применяющих текущий уровень выбросов в Европе как систему базовых значений

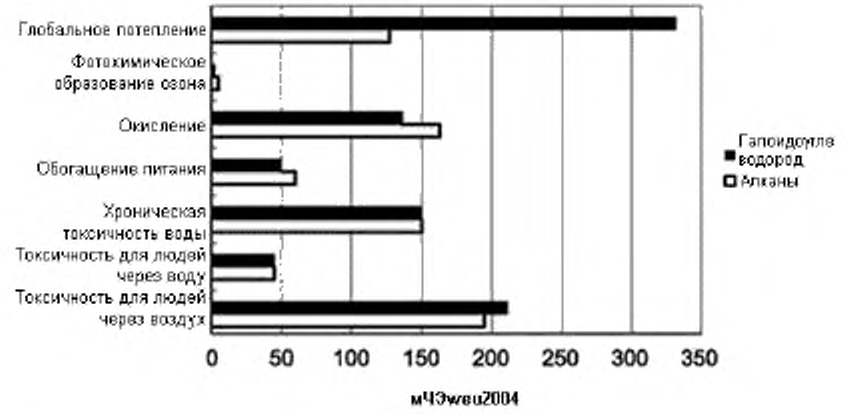


Рисунок 13 — Нормализованные профили ОВЖЦ двух альтернативных проектов, применяющих будущий пространственно дифференцированный уровень выбросов как систему базовых значений

5.4.1.6 Описание эффекта на результаты исследования

Судя по нормализованным профилям ОВЖЦ, представленным на рисунке 12, очевидно, что, при условии небольших погрешностей в значениях показателей вклады категорий воздействия глобальное потепление и токсичность во влияние на человека через воздух максимальны тогда, когда значения показателей для двух альтернативных проектов холодильника сравниваются с пространственно дифференцированными текущими уровнями выбросов. Для этих обеих категорий газ А имеет более низкие значения показателей. При сравнении, значения показателей для окисления и, особенно, для фотохимического образования озона, более низкие значения характерны для газа В.

Сравнение между рисунками 11 и 13 показывает стабильность значений во времени. Рисунок 13 содержит одинаковые значения, когда будущие пространственно дифференцированные уровни для 2004 г. используются как исходные значения для нормализации, хотя, в частности, нормализованные значения показателей для окисления становятся более значимыми и приближаются к уровню нормализованных значений показателей токсичности для человека через воздух. Это происходит из-за уменьшения исходных значений нормализации для окисления.

Применительно к категории глобального потепления сравнение между рисунками 11 и 12 демонстрирует важность выбора площади для получения правильных исходных значений для нормализации. Когда уровень воздействия, соответствующий Европейским выбросам, используется для исходных значений при нормализации, нормализованные значения показателей глобального потепления снижаются более, чем на 30% по сравнению с использованием глобального уровня воздействия. В этом случае нормализованное значение показателя токсичности для человека через воздух становится наибольшим, превышающим значение глобального потепления для газа А.

Рисунки 11, 12, 13 совместно показывают, что в конкретном случае независимо от того, какая из трех систем базовых значений используется для нормализации, относительные вклады категорий воздействия глобальное потепление и токсичность во влияние на человека через воздух являются доминирующими. Газ А имеет более низкие значения показателей для обеих категорий воздействия. Такое превосходство кажется стабильным во времени и независящим от введенной в нормализацию дифференциации согласно пространственной шкале различных воздействий.

Вывод о том, какая альтернатива практически лучше, зависит не только от приведенной информации, но также и от важности, присвоенной каждой категории воздействия, т.е. от группирования, ранжирования или взвешивания.

5.5 Пример 7. Нормализация в исследованиях по управлению отходами

5.5.1 Расчет значений показателя категории воздействия на основе исходной информации (нормализация): пример преобразования значений показателей с использованием нескольких выбранных исходных значений (нормализация) (см. 4.4.3.2 ИСО 14044).

5.5.1.1 Краткий обзор

Цель данного примера заключается в том, чтобы показать, как нормализация значений ОВЖЦ может быть использована в качестве средства передачи этих значений местным властям и населению. Пример подчеркивает важность требований к согласованности и прозрачности при использовании исходной информации, особенно при использовании разных систем базовых значений. В примере рассмотрен вопрос о риске неправильной интерпретации информации населением, речь идет о дополнительной информации, получаемой в процессе нормализации.

5.5.1.2 Определение требований к нормализации (относительно цели и области)

В следующем реальном случае ОВЖЦ применим к интегрированной системе управления отходами. Цель ОВЖЦ — оценка местными властями экологических последствий внедрения интегрированной системы управления отходами. Исследование ОВЖЦ сравнивает два сценария: сценарий А (общая ликвидация сожжением) и сценарий В (раздельный сбор/рециклинг упакованной инертной части и сожжение опасной части отходов).

Местные власти намерены использовать результаты анализа для того, чтобы поощрить сортировку упакованных инертных отходов в быту. Это объясняет то, почему нормализацию применяют как средство передачи значимости результатов местному населению.

5.5.1.3 Обзор требований критериев и исходной информации

Нормализуемые результаты включают следующие типы данных:

- результаты анализа запасов:
  - a) потребление воды;
  - b) производство безопасных инертных отходов;
  - c) загрязнение воды: COD, BOD_5, взвеси.
- значения показателей, определенные из характеристик:
- общее первичное потребление энергии (возобновляемое/ невозобновляемое);
- потенциал глобального потепления;
- окисление.

Примечание — Первые три категории определяются на уровне результатов анализа запасов.

Эти данные[1] были выбраны потому, что они отвечают следующим критериям:

- они связны с известными публичными дебатами;
- они достоверны с точки зрения их соответствующего применения в рамках ОВЖЦ;
- комплекты данных для нормализации имеются на национальном уровне.

[1] 4.4.2.2 ИСО 14044 [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46] и [47].

Потоки опасных загрязнений, к примеру, диоксинов, тяжелых металлов, и VOC, не были нормализованы из-за отсутствия достоверных исходных данных. Их следует анализировать с использованием других типов экологических инструментов (например, путем оценки риска), более точных и надежных с точки зрения результатов на местном уровне.

ОВЖЦ оценен как для Сценария А, так и Сценария В. Согласно построению систем, результаты их сравнения представлены в виде разницы между двумя результатами. Отрицательные числа для обоих Сценариев получены в результате использования методологии построения обеих систем с учетом предотвращенных воздействий, вторичного использования энергии и материалов (из отходов).

Функциональная единица определяется как сбор и обработка количества отходов, полученного за год в данной местности с населением 50000 жителей (во Франции). Подробные результаты, показанные в таблице 35, относятся к специально изученной местности и применимы только к данному примеру. Ни результаты, ни выводы не могут быть прямо применены ни в какой другой ситуации.

Данные, касающиеся сбора, обработки материалов и получения энергии, являются местными параметрами, а рециклинг материалов и данные об энергии представляют среднюю ситуацию во Франции.

Таблица 35 — Результаты сравнительной ОЖЦ для управления отходами в данной местности во Франции (50000 жителей)

Запасы категории воздействия, результаты	Сценарий А общая обработка	Сценарий В интегрированная система управления отходами	Направление экологического воздействия	Разница между сценарием В и сценарием А
Результаты анализа запасов	–	–	–	–
Потребление воды, $м^3$	71567	37319	Сохраненная вода	34248 $м^3$
Бытовые отходы, т	-287	-2820	Предотвращенные отходы	2533 т
Загрязнение воды в кг COD BOD_5 Взвеси	 20770 1052 1252	 21280 1050 459	Загрязнение воды: – произошедшее – предотвращенное – предотвращенное	 510 кг -2 кг -795 кг
Значения показателей	–	–	–	–
Общая первичная энергия в миллионах МДж	-256	-330	Сохранение энергии	74 млн МДж
Запасы категории воздействия, результаты	Сценарий А общая обработка	Сценарий В интегрированная система управления отходами	Направление экологического воздействия	Разница между сценарием В и сценарием А
Невозобновляемая энергия в миллионах МДж	-253	-298	Сохранение энергии	45 млн МДж
Возобновляемая энергия в миллионах МДж	-3	-32	Сохранение энергии	29 млн МДж
Потенциал глобального потепления 20 лет в экв.-т CO_2	-21066	-23304	Предотвращенные выбросы парникового газа	2238 т-экв. CO_2
Окисление в экв.-кг H+	-5976	-7431	Предотвращенные выбросы окислителей	1455 кг-экв. H+

5.5.1.4 Выбор одной или нескольких систем базовых значений

Восемь выбранных потоков и показателей категорий связаны, насколько это возможно, с воздействиями «эквивалента на душу населения» на годовой основе. Для того чтобы отвечать нормализации в этом случае (т. е. связать экологические последствия раздельного сбора и рециклинга бытовых упакованных инертных отходов с показателями «на душу» населения) важно учесть:

- географическую площадь;
- национальные или региональные данные;
- начало отсчета времени.

В этом случае выбраны две шкалы начала отсчета для нормализации экологических показателей:

- личная система отсчета «на душу населения», отражающая экологические воздействия на одного жителя в результате ежедневной деятельности (потребление энергии дома и/или в личном транспорте);
- национальная система «на душу населения», основанная на национальных запасах ресурсов, потреблении энергии, поступлении выбросов в окружающую среду и экологических воздействиях, деленных на душу населения. Эта система отсчета включает промышленные и другие виды деятельности.

Данные о выбросах и потреблении ресурсов во Франции публикуются регулярно. Обе системы представлены в таблице 36, чтобы оценить перед выбором системы отсчета времени разницу между ними. Эти исходные данные согласованы, поскольку они рассчитаны для подобных лиц за один и тот же период времени, получены в одном и том же месте.

Таблица 36 — Представление двух систем отсчета времени, используемых в примере 7.

Показатели	Личная система подсчета «на душу населения» на основе потребления дома и в личном транспорте	Национальная система «на душу населения» на основе национального среднего потребления во Франции
Потребление воды	150литров/день 54,75 $м^3$/г [45]	Вода из коммунальной сети 1871 л/день 683 $м^3$/г [46]
Бытовые отходы	420 кг/г [50]	825 кг/г [51]
Загрязнение воды	COD 130 г/день BOD_5: 65 г/день Взвесь: 70 г/день [45]	Нет исходных данных на душу населения
Общее первичное потребление энергии	Потребление на одного жителя в доме 30000 МДж/г [47]	Общее первичное потребление во Франции 249,36 Mtep 174603 МДж/ на все население в год [48]
Невозобновляемая энергия		Общее потребление невозобновляемой энергии во Франции 237,62 Mtep 166412 МДж/на все население в год [48]
Потенциал глобального потепления	1456 кг-экв. CO_2/на душу населения/год на отопление дома и офиса [52]	8680 кг-экв. CO_2/г [49]
Окисление	238 г-экв. H+/ на душу населения/г для индивидуального транспорта [52]	1,86 кг-экв. H+/г [49]

Таблица 37 — Нормализованные результаты для двух сценариев управления бытовыми отходами в данной местности (50000 жителей) во Франции (прямо неприменимы к другой ситуации)

Запасы, категории, воздействия, результаты	Сценарий А			Сценарий В		
	Результат	Нормализация «Личная на душу населения»	Нормали-зация «Национальная на душу населения»	Результат	Нормализация «Личная на душу населения»	Нормализация «Национальная на душу населения»
Результаты анализа запасов	–	–	–	–	–	–
Потребление воды, $м^3$	71567	1307	105	37319	682	1
Загрязнение воды, кг COD BOD_5 Взвеси	20770 1052 1252	159769 16185 17886		21280 1050 459	163692 16154 6557	
Значения показателей						
Общая первичная энергия МДж	-256	-8533	-1466	-330	-11000	-1890
Невозобновляемая энергия, млн МДж	-253		-1520	-298		-1791
Потенциал глобального потепления 20 лет в т-экв. CO_2	-21066	-14468	-2427	-23304	-16005	-2685
Окисление в кг-экв. H+	-5976	-25109	-3213	-7431	-31223	-3995
Бытовые отходы, т	-287	-683	-348	-2820	-6714	-3418

5.5.1.5 Расчет нормализованного результата

Результаты таблицы 35 нормализованы по двум системам базовых значений, представленным в таблице 36, и показаны в таблице 37. В таблице 38 сравниваются два возможных исходных значения.

Таблица 38 — Влияние системы базовых значений при нормализации сравнительных результатов ОВЖЦ для двух вариантов управления отходами в данной местности (50000 жителей) во Франции.

Экологическая выгода или нагрузка	Разница между сценарием В и сценарием А	Нормализация, основанная на личной системе отсчета времени на душу населения	Нормализация, основанная на национальной системе отсчета времени на душу населения Франции
Сохраненная вода	34248 $м^3$	630 жителей	100 средних жителей
Предотвращены отходы	2533 тонн	6000 жителей	3070 усредненных жителей
Загрязнение воды COD (образованный) BOD_5 (предотвращенный) Предотвращенные взвеси	 (510 кг) 2 кг 795 кг	 (3900 жителей) 30 жителей 11300 жителей	
Сохраненная общая первичная энергия	74 миллиона МДж	2470 жителей	430 усредненных жителей
Сохраненная не возобновляемая энергия	45 миллионов МДж		270 усредненных жителей
Предотвращенные выбросы парниковых газов	2238 тонн-экв. CO_2	1537 жителей для обогрева домов и офисов	257 усредненных жителей
Предотвращенные окисляющие выбросы	1455 кг-экв. H+	6110 экв. жителей для транспорта	782 усредненных жителей

Нормализация на основе местной личной системы отсчета негативного воздействия управления бытовыми отходами в местности X (50000 жителей)

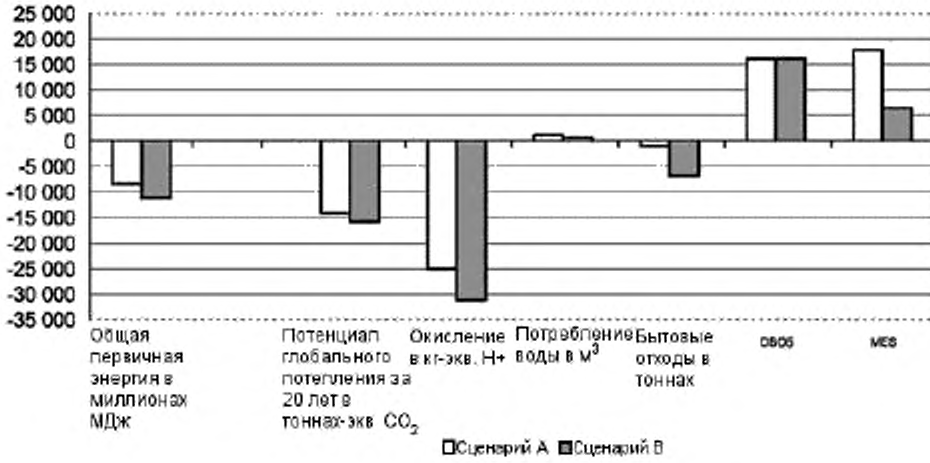


Рисунок — 14 Нормализация на местной личной основе

Нормализация на национальной основе негативного воздействия при управлении бытовыми отходами в местности X (50000 жителей)

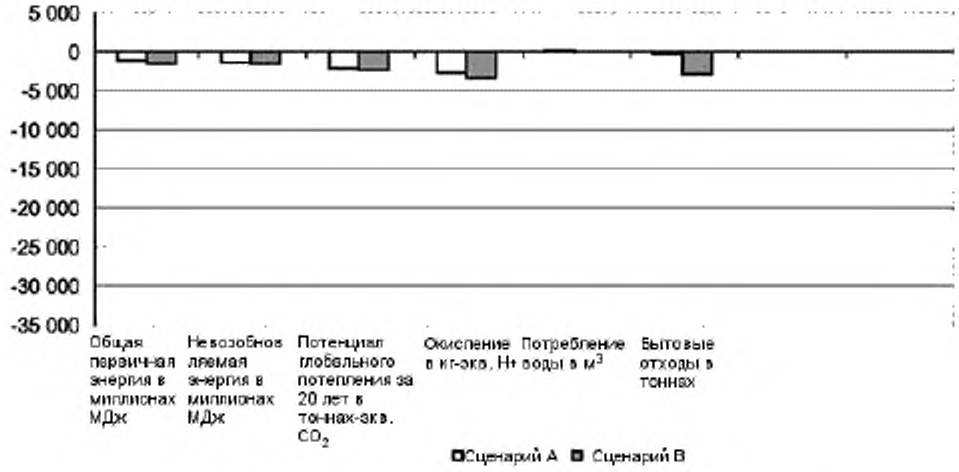


Рисунок 15 — Нормализация на подушной национальной основе

5.5.1.6 Влияние эффекта управления отходами на результаты исследования

Нормализация результатов позволяет легче понять значимость наблюденных негативных воздействий по сравнению с другими видами человеческой деятельности.

Если за основу взята система отсчета «на душу населения личная», нормализованные данные очень значительны, потому что они базируются на повседневной деятельности населения. Например:

- предотвращенные окисляющие выбросы в воздух, происшедшие в результате рециклинга упакованной инертной части отходов из определенной местности, представляют количество загрязнений, выброшенных транспортом 6000 жителей за год, что составляет 12 % населения местности;
- сохраненное количество энергии в результате рециклинга упакованной инертной части отходов из определенной местности эквивалентно потреблению энергии 2500 жителями (т.е. 5 % от населения данной местности), что демонстрирует существенное значение этой величины;
- предотвращенные выбросы тепличных газов соответствуют выбросам от обогрева домов и офисов 1500 жителей (3% населения);
- предотвращенные отходы представляют собой количество отходов, которые могли быть получены от 6000 жителей, т. е. 12% населения данной местности.

Если нормализация основана на «национальной системе на душу населения», в которую может войти потребление энергии в промышленности, сельском хозяйстве и на транспорте, тогда нормализованные значения не так существенны.

При использовании «личной системы» отсчета индекс оказывается более значимым для цели нормализации. В этом исследовании целью является демонстрация значения позитивных экологических последствий в результате рециклинга бытовых отходов на уровне каждого жителя. При этом предлагается оценивать вклад всех участников процесса в сравнении с негативными экологическими воздействиями в результате каждодневной человеческой деятельности.

5.5.1.7 Риск принятого подхода

На рисунках 14 и 15 показано, что значения нормализованных показателей различны и зависят от выбранной системы базовых значений. В процессе исследований показано, что использование «национальной системы на душу населения» снижает влияние негативных экологических воздействий от процессов управления отходами, что, однако, может быть неправильно использовано для оправдания перед общественностью неизменности своей позиции.

С другой стороны пример также показывает, что исходная шкала должна быть согласованной. Например, личная (на душу населения) шкала использует разную систему базовых значений для двух типов негативных выбросов: от личного транспорта на душу населения (для окисляющих газов) и из-

за обогрева домов (для тепличных газов). Для изучаемых показателей деятельность, включаемая в личную систему базовых значений, неодинакова. Это можно исправить, приняв новую систему, включающую как обогрев домов, так и личный транспорт.

Также следует отметить, что использование определенной системы базовых значений (транспортные выбросы, например) для окисляющих газов, может позволить предположить наличие и других негативных воздействий (шум, пары, запахи, происшествия), которые могут исказить конечную информацию.

Еще одно возможное искажение ждет пользователя, когда он будет интерпретировать нормализованные значения. Пользователь настоящего стандарта может решить, что экологические преимущества личной системы будут ощутимыми на местном уровне. Однако это утверждение не всегда правомерно, так как результаты ОВЖЦ учитывают восходящие и нисходящие эффекты движения выбросов, которые могут проявиться за несколько километров от места их появления, даже за границей. Негативные эффекты могут проявиться и в других временных рамках (например, возможные выбросы биологических газов на свалке).

Как видно, поверхностный подход не может охватить проблему полностью, так как необходимо рассмотреть и другие негативные объекты, такие как диоксины, VOC и тяжелые металлы.

5.6 Пример 1. Продолжение

5.6.1 Группирование. Описание эффекта влияния на результаты исследования (4.4.3.3 ИСО 14044)

В примере 1 можно наблюдать следующий эффект влияния на результат исследования. В нормализованном профиле ОВЖЦ негативные воздействия фотооксидантов кажутся наиболее значительными, так как за ними следует негативное климатическое изменение. При рассмотрении двух типов группирования представляется, что возможен некий компромисс: наибольшее влияние оказывает образование фотооксидантов, рассматриваемая как региональная категория с относительно низким приоритетом в экологической политике страны X, тогда как негативное влияние на изменение климата — второе по влиянию, но рассматривается как глобальная категория с высоким приоритетом в экологической политике данной страны (см. таблицы 47 и 49).

5.6.2 Взвешивание. Выбор методов взвешивания и определение весовых коэффициентов (4.4.3.4 ИСО 14044)

В примере 1 применяется взвешивание на основе рекомендаций, Советов по социальным вопросам. В данном примере Совет состоит из экспертов в области производства и потребления энергии в стране X. Используемые коэффициенты вместе равны 1000 и приведены в таблице 39 [23].

Таблица 39 — Выбранные коэффициенты взвешивания в примере 1.

Изменение климата	Истощение озона стратосферы	Образование фотоокси-данта	Окисление	Эвтрофикация	Токсичность для человека	Экологи-ческая токсичность
0,278	0,104	0,100	0,148	0,113	0,130	0,130

5.6.2.1 Определение возвещенного значения

Формирование результатов взвешивания предполагает две стадии: преобразование результатов нормализации их умножением на коэффициенты взвешивания, которые выбираются для различных категорий воздействия, и суммирование результатов преобразования в один показатель (или небольшое число показателей).

Результаты примера 1 включены в таблицы 46–49. В этом примере преобразованные результаты нормализации показывают наивысшие значения для категории воздействия изменения климата, за которой следует образование фотооксиданта и окисление. В данном случае экологическая токсичность дает самые низкие результаты. Эти выводы согласуются с описанием результатов группирования в 5.10.

5.6.2.2 Анализ чувствительности результатов взвешивания

В примере 1 анализ чувствительности результатов взвешивания выполняется с применением различного комплекта коэффициентов взвешивания, в которых образование фотооксиданта весит меньше, а окисление больше (в соответствии с политикой страны X). Комплект коэффициентов взве-

шивания приведен в таблице 40; результаты включены также в таблицы 46 –49. Во втором комплекте изменение климата остается на первом месте. Образование фотооксиданта перемещается со второго на третье место, а окисление – с третьего на второе.

Таблица 40 — Альтернативные коэффициенты взвешивания для комплекта из рассматриваемого примера

	Изменение климата	Истощение озона стратосферы	Образование фотооксиданта	Окисление	Эвтрофикация	Токсичность для человека	Экологическая токсичность
Первый комплект	0,278	0,104	0,100	0,148	0,113	0,130	0,130
Альтернативный комплект	0,250	0,100	0,050	0,200	0,200	0,100	0,100

Результаты взвешивания с первым комплектом коэффициентов:

- для материала A– 4.36E-07 (см. таблицу 47);
- для материала B– 2.98E-07 (см. таблицу 49).

Результаты взвешивания с альтернативным комплектом:

- для материала A– 3.84E-07 (см. таблицу 47);
- для материала B– 2.26E-07 (см. таблицу 49).

Альтернативный комплект для взвешивания не изменил соотношение между двумя материалами.

5.7 Пример 5. Продолжение

5.7.1 Взвешивание (4.4.3.4 ИСО 14044)

В примере 5 коэффициенты взвешивания [40] определяют для того, чтобы учитывать нежелание людей платить за изменения значений показателей. Коэффициенты взвешивания выражены в ELU на единицу показателя. Одна ELU равна одному евро в определенных условиях.

Таблица 41 — Взвешивание значений результатов

Название показателя категории	Агрегированный результат показателя категории на f.u. Сценарий А	Агрегированный результат показателя категории на f.u. Сценарий В	Весовой коэффициент, (ELU/единица показателя категории)	Неопределенность коэффициента взвешивания [a]	Результат взвешивания, Сценарий А (ELU/f.u.)	Результат взвешивания, Сценарий В (ELU/f.u.)
Алюминиевая руда	0,854	0	0,439	2	0,375	0
Уголь в земле	3,056	0,826	0,0498	2	0,152	0,0411
Урожай	0,0755	0,0721	0,15	2	0,0113	0,0108
Рыба и мясо	-0,00243	-0,00238	1	2	-0,00243	-0,00238
Заболеваемо-сть	2,11E-05	1,95E-05	10000	3	0,211	0,195
NEX	3,57E-13	3,51E-13	1,10E+11	3	0,0393	0,0386
Беспокойство	0,000819	0,000503	100	3	0,0819	0,0503
Нефть в земле	6,541	9,405	0,506	1,4	3,310	4,76
Серьезная заболеваемо-сть людей	9,85E-06	9,61E-06	100000	3	0,985	0,961
Лес	-1,305	-1,28	0,04	1,4	-0,0522	-0,0512
YOLL	3,06E-05	2,74E-05	85000	3	2,600	2,33
–	–	Воздействие других результатов ИАЖЦ не показаны в таблицах 24 и 25			3,11	0,55
–	–	–	–	Сумма	10,82	8,88
[a] Соответствует среднеквадратическому отклонению при нормальном распределении						

В таблице 41 значения показателя категории из таблицы 25 умножаются на коэффициенты взвешивания для каждого показателя категории, а полученные значения складываются для суммирования результатов в 10,82 ELU/FU (для сценария А) и 8,88 ELU/FU (для сценария В).

5.8 Пример 8. Метод определения весовых коэффициентов

5.8.1 Взвешивание (4.4.3.4 ИСО 14044)

5.8.1.1 Краткий обзор. Пример метода определения весовых коэффициентов с привлечением Совета экспертов

Этот пример иллюстрирует метод определения весовых коэффициентов с привлечением Совета экспертов. Существует две стадии (подпункт 5.6.2). На первой стадии определяют показатели на промежуточном уровне в каждом конечном объекте. На второй стадии конечные объекты сравниваются между собой. В этом отношении подход отличается от примера 1 (сравнение между показателями промежуточного уровня) и от примеров 4 и 5 (сравнение показателей уровней конечных объектов).

Весовые коэффициенты связаны с 4.4.3.4.1 ИСО 14044:

«Определение взвешенного значения представляет собой процесс преобразования расчетных показателей различных категорий воздействия с помощью числовых коэффициентов, основанных на выборе величин, что может включать в себя получение суммарного значения взвешенных расчетных показателей»

Цель примера — демонстрация развития метода взвешивания для оценки негативного экологического воздействия. Полученные результаты годятся только для демонстрации примера, но не для официального использования.

5.8.1.2 Метод взвешивания

Важность категории воздействия можно доказать следующим образом. Используется пример, в котором есть два конечных объекта для трех разных категорий воздействия. Для первого конечного объекта аналитик оценивает каждую категорию воздействия, сравнивая ее с относительной величиной ущерба, причиненного другими категориями воздействия. Второй конечный объект оценивается так же. Общий показатель для трех категорий воздействия устанавливается как 1,00 (см. таблицу 42 и рисунок 16).

Таблица 42 — Оценивание показателей категории в каждом конечном объекте

		Показатель категории			Итого
		C_1	C_2	C_3	
Конечный объект	E_1	$S_{1,1}$	$S_{1,2}$	$S_{1,3}$	1,00
	E_2	$S_{2,1}$	$S_{2,2}$	$S_{2,3}$	1,00

Каждому конечному объекту присваивается показатель относительной важности на основе сравнения нанесенного ему ущерба с ущербом другому объекту из-за комбинированных экологических проблем. Общий показатель для двух объектов также равен 1,00 (см. таблицу 43).

Таблица 43 — Оценка конечного объекта

	Конечный объект		Итого
	E_1	E_2	
Относительная влажность	a	b	1,00

После получения двух типов показателей следует умножить их и прибавить умноженные результаты для каждой категории воздействия. Комбинированный итог для каждой категории можно преобразовать в простое число. Для более легкого понимания общий показатель установлен равным 1.00. Эти преобразованные показатели указывают на относительную важность каждой категории воздействия (см. таблицу 44).

Таблица 44 — Важность показателей категории

		Конечный объект		Итого	Относительная влажность
		E_1	E_2		
Категория воздействия	C_1	$a \cdot S_{1,1}$	$b \cdot S_{2,1}$	$T_1 = a \cdot S_{1,1} + b \cdot S2,1$	T_1/T_t
	C_2	$a \cdot S_{1,2}$	$b \cdot S_{2,2}$	$T_2 = a \cdot S_{1,2} + b \cdot S_{2,2}$	T_2/T_t
	C_3	$a \cdot S_{1,3}$	$a \cdot S_{2,3}$	$T_3 = a \cdot S_{1,3} + b \cdot S_{2,3}$	T_3/T_t
Итого		$a \cdot \Sigma S_{1,j}$	$b \cdot \Sigma S_{2,j}$	$T_t = a \cdot \Sigma S_{1,j} + b \cdot \Sigma S_{2,j}$	1,00

Весовой коэффициент рассчитывается путем деления относительной важности каждой категории на годовую экологическую нагрузку каждой категории воздействия.

5.8.1.3 Определение весовых коэффициентов

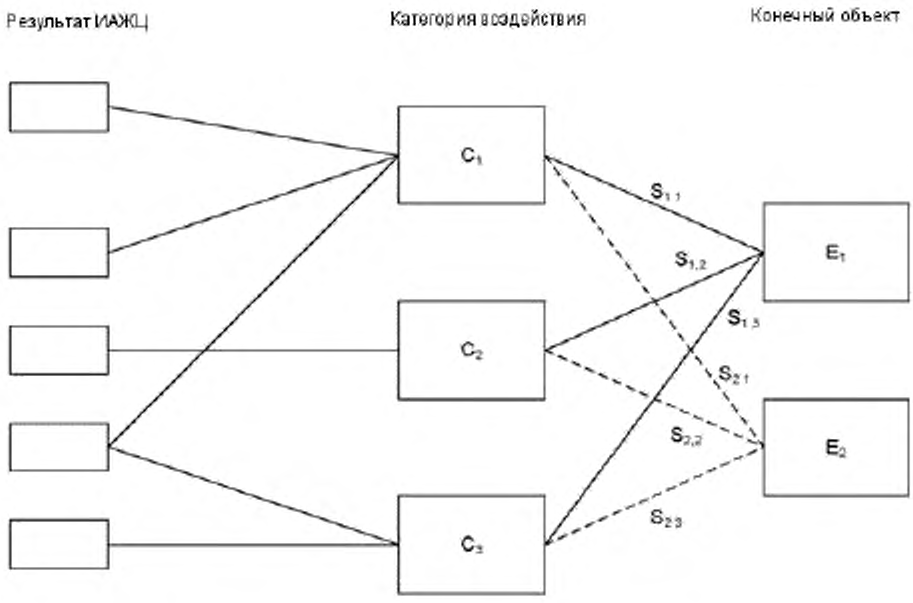


Рисунок 16 — Оценка показателей категорий с использованием каждого конечного объекта

5.8.1.4 Категории воздействия

На очередном заседании эксперты занялись составлением перечня важных для страны проблем [53]. Участие в заседании принимали 25 экспертов-экологов, включая представителей Агентства по охране окружающей среды, членов местной администрации, университетских профессоров, консультантов, исследователей из национальных институтов. Были выбраны шесть категорий воздействия:

- глобальное изменение климата;
- региональное загрязнение воздуха: вызванное оксидом азота, оксидантами, и т. д.;
- загрязнение реки, озера болота и океана: эвтрофикация;
- токсичные химикаты: загрязнение воздуха, воды и почвы, вызванное органическими хлорированными соединениями, диоксином и бензином и т. д;
- разрушение природных ландшафтов: развитие, ведущее к уничтожению лесов, строительство дамб на берегах морей и т. д.;
- массовое производство/потребление/выбрасывание (отходов): ликвидация большого количества ресурсов, энергии и засорения земель.

5.8.1.5 Конечные объекты

Следующее заседание [53] посетил 21 специалист из числа первоначальных участников, дополнительно были включены еще четверо: всего 25 человек. Идентифицировались соответствующие конечные объекты. В результате были выбраны четыре конечных объекта:

- здоровье: повышение смертности и заболеваемости, усиление физических страданий из-за болезней;
- продукция каждодневного употребления: истощение ограниченных ресурсов, ущерб производству качественных пищевых продуктов и основных материалов;
- экосистема: гибель и мутация природных организмов, сокращение жизни и количества видов, изменение экосистемы;
- ментальность: потеря покоя, страхи, боязнь неизвестных воздействий, ощущение вины за причиненные неприятностей другим людям.

5.8.1.6 Весовые коэффициенты

Все участники оценили шесть категорий воздействия в каждом конечном объекте. Определили возможный ущерб на последующие 50 лет при допущении, что идентифицированные экологические

нагрузки продолжаться (см. рисунок 17 и таблицу 42). Были также оценены четыре конечных объекта (см. рисунок 18 и таблица 43). С использованием средних значений, полученных от 25 участников, были подсчитаны общие численные показатели для категорий воздействия. Эти численные показатели должны были указать степень важности каждой категории в данной стране (см. рисунок 19 и таблица 44). Таблица 45 содержит весовые коэффициенты, полученные делением значения важности категории на годовые экологические нагрузки.

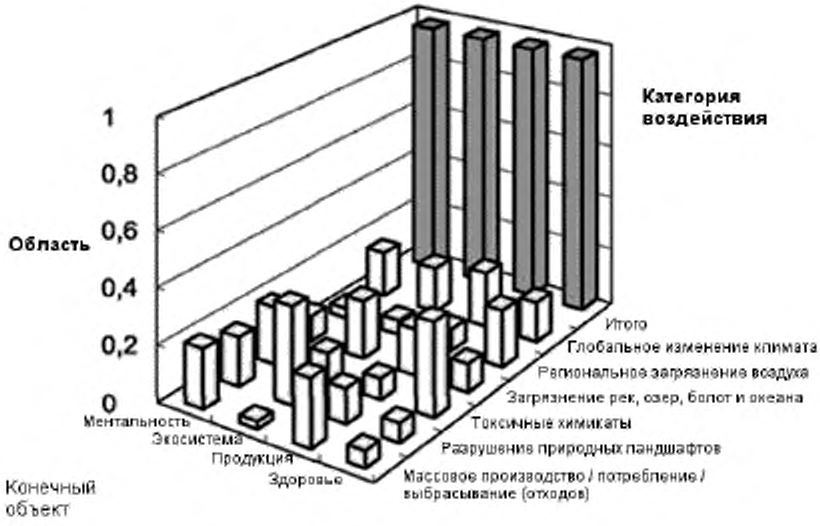


Рисунок 17 — Оценка показателей категории в каждом конечном объекте

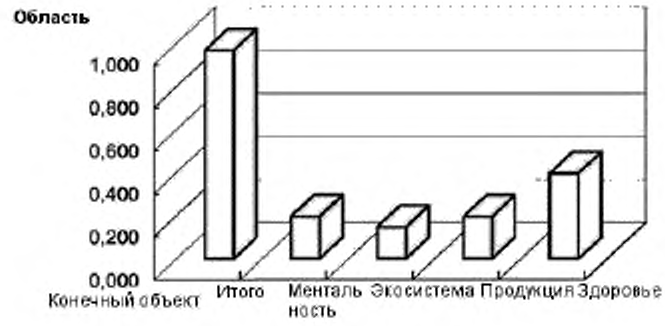


Рисунок 18 — Оценка конечных объектов



Рисунок 19 — Важность учета категорий воздействия в экологических проблемах Японии

Таблица 45 — Расчеты весовых коэффициентов

Категория воздействия	Важность a	Годовая экологическая нагрузка b (единица)	Весовой коэффициент a/b (единица)
Глобальное изменение климата	0,18	4,3E+13 (CO_2 кг-экв. × год$^{-1}$)	4,2E-15 ((CO_2 кг-экв.)$^{-1}$ × год)
Региональное загрязнение воздуха	0,13		
Загрязнение рек, озер, болот и океана	0,15	1,7E+09 (N-кг × год$^{-1}$)	1,8E-10 ((N-кг)$^{-1}$ × год)
Токсичные химикаты	0,23		
Разрушение природных ландшафтов	0,18		
Массовое производство/ потребление/ выбрасывание (отходов)	0,14	5,0E+10 (твердое вещество-кг × год$^{-1}$)	2,8E-12 (твердое вещество-кг$^{-1}$ × год)

Весовые коэффициенты были рассчитаны для следующих трех категорий воздействия: глобального изменения климата; загрязнения рек, озер, болот и океана; массового производства/потребления/выбрасывания отходов. Результаты ИАЖЦ годовых экологических нагрузок в стране оказались непроявленными для двух категорий: токсичных химикатов и разрушения природных ландшафтов. Отсутствовал также важный показатель категории для регионального загрязнения воздуха из-за того, что не была предварительно сформирована характеристическая модель. Глобальное изменение климата рассматривалось как глобальное потепление. Таким образом, выбросы парникового газа в эквиваленте диоксида углерода (преобразовано в глобальное значение GWP100) использовались в качестве показателя категории воздействия [54], [55]. Загрязнение рек, озер, болот и океана рассматривалось как эвтрофикация, а выбросы азота в стране [56] рассматривались в качестве экологической нагрузки. Массовое производство/потребление/выбрасывание (отходов) рассматривались как проблемы обращения с отходами. Количество не использованных вторично отходов [57] также считалось экологической нагрузкой. Эти элементы были отнесены к показателям категорий воздействия.

5.8.1.6.1Выводы

По результатам своего участия 25 экспертов-экологов отобрали шесть категорий воздействия и рассчитали значимость этих категорий. Для расчета весовых коэффициентов значимость каждой категории воздействия была разделена на ежегодную нагрузку на окружающую среду. Весовые коэффициенты были рассчитаны для трех категорий воздействия.

5.9 Пример 1. Продолжение

5.9.1 Дополнительный анализ качества данных ОВЖЦ (4.4.4 ИСО 14044)

5.9.1.1 Анализ важности категории воздействия

Ниже приведены результаты анализа важности категории воздействия для примера 1. Применительно к различным воздействиям показано, какие результаты влияют на значения показателей и какие единичные процессы влияют на соответствующие результаты ИАЖЦ.

a) Изменение климата

Применительно к двум рассматриваемым системам, эффекты изменения климата вызваны наличием метана и CO_2, при этом больший вклад вносит метан. Для всех систем почти все выбросы метана происходят из-за утечки газа в местах соединения элементов трубопроводов. Различные процессы сопровождаются выделением CO_2 в течение жизненного цикла системы, причем транспорт и производство материалов играют далеко не последнюю роль. Материал А вносит больший вклад из-за более плотной массы.

b) Истощение озона стратосферы

Применительно к двум рассматриваемым системам, негативные воздействия на истощение озона в большинстве случаев связаны с бромтрифторметаном, выпускаемым при производстве неочищенной нефти и ее транспортированием океанскими танкерами. В случае материала В тетрахлорметан, который также влияет на истощение озона, выбрасывается при производстве хлорина.

c) Образование фотооксиданта

Применительно к двум рассматриваемым системам, образование фотооксиданта происходит из-за утечки газа, в основном, метана, а также в небольших количествах, этана и пропана.

d) Окисление

Применительно к двум рассматриваемым системам, эффекты окисления происходят из-за выброса SO_x и NO_x, вызванного, как правило, транспортировкой и производством материалов.

e) Эвтрофикация

Применительно к двум рассматриваемым системам, эвтрофикация вызвана выбросами NO_x и фосфора. Выбросы NO_x происходят из-за сгорания топлива для обогрева, транспортированием и производством электричества. Сброс фосфора в воду связан с использованием угля. Выбросы происходят при сваливании остатков антрацита на свалках и, в основном, связаны с трубами из материала А.

f) Токсичность для человека

Обе системы приводят к выбросам SO_x, NO_x и тяжелых металлов и связаны со сгоранием ископаемых топлив. К тому же выбросы тяжелых металлов обусловлены специальными процессами, связанными с трубами из материала А, а также с использованием нефти в качестве сырья для труб из материала В.

g) Экологическая токсичность

Количество выбросов токсических веществ, например тяжелых металлов и фенолов, связано с производством материалов и использованием энергии. Конкретно, в качестве пигмента при производстве материала В используется хромат свинца.

Примечание – Для категорий токсичности следует принять во внимание тот факт, что воздействие хлорированных органических микроэлементов не рассматривается, хотя они могут оказывать негативное воздействие, особенно на трубы из материала В.

5.9.1.2 Анализ неопределенностей

В данном примере отсутствуют данные по неопределенности этих процессов, поэтому вопрос не обсуждается.

5.9.1.3 Проверка чувствительности (4.5.3.3 ИСО 14044)

В данном примере анализируется чувствительность значений показателей к различным предпочтениям с учетом характеристических моделей. Анализируются эффекты следующих альтернативных характеристических коэффициентов:

- изменение климата: GWP_{500} вместо GWP_{100} [6], [7];
- окисление: $AP_{\text{максимальный выброс протона}}$ [17] вместо $AP_{\text{критическая нагрузка}}$ [11];
- эвтрофикация: $NP_{\text{критическая нагрузка}}$ [11] вместо $NP_{\text{образование максимальной биомассы}}$ [10].

Дополнительно проверку чувствительности можно отнести к категориям токсичности для человека и для экологии. Как было указано в 4.2.2.2 моделирование категорий токсичности включает ряд технических допущений и предпочтений, которые сами по себе могут иметь значительное и независимое влияние на выход. Техническое допущение заключается для рассматриваемых металлов в том, что нет необходимости учитывать видообразование в связи с бионакоплением и токсичностью (не принимают во внимание различие между металлической и ионной формами существования металлов). Проводимое исследование может обеспечить подходы и механизмы для использования при определении различий в бионакоплении и токсичности металлов и применения в контексте ОЖЦ. Другим допущением в рамках принятой модели USES является то, что дополнительный сброс металлов в океан не имеет достаточного потенциала для негативных экологических воздействий, несмотря на высокие фоновые уровни металлов. Поэтому для некоторых металлов важно определить, считается ли океан приемником стоков, а не частью окружающей среды. При этих неопределенностях в настоящем примере только свежая вода берется в расчет в категории водной экологической токсичности.

Предпочтительные ключевые значения с учетом потенциального негативного воздействия металлов — это заданный временной горизонт негативных воздействий (например, бесконечность по сравнению с 500 годами, или со 100 годами, или даже 20 годами). Если временной горизонт снижается от бесконечности до, например, 100 лет, то результаты для категорий токсичности будут значительно ниже, особенно для негативных воздействий металлов. Использование короткого горизонта

для оценки негативных воздействий может придать больше доверия к получаемым результатам, если проблемы рассматривать на стадии интерпретации. Весьма желательна дальнейшая разработка характеристических моделей токсичности, особенно с учетом неорганических веществ, например металлов. При необходимости дальнейшей разработки нужна осторожность в интерпретации результатов. Как правило, полученная с помощью других инструментов информация может успешно дополнить процесс принятия решений.

В результате процедуры проверки чувствительности оказывается, что при использовании GWP_{500} вместо GWP_{100} результаты негативного воздействия на изменение климата существенно снижаются (более чем на 50 %). Это происходит благодаря тому факту, что основным негативно воздействующим веществом является метан, который «живет» мало. При переходе от коэффициентов N/P, основанных на образовании максимальной биомассы, к коэффициентам критической нагрузки происходит увеличение примерно на 5. Это происходит благодаря тому, что в первом случае принимаются в расчет только выбросы в воздух. При этом увеличивается другая часть нормализованных результатов: фоновые сбросы питательных веществ в воду очень велики в стране X. Нормализованные значения выбросов в данном случае низки. Таким образом, проверка чувствительности помогает идентифицировать наличие некомпетентности способов характеристического моделирования.

5.10 Пример 5. Продолжение

5.10.1 Дополнительный анализ качества данных ОВЖЦ (4.4.4 ИСО 14044)

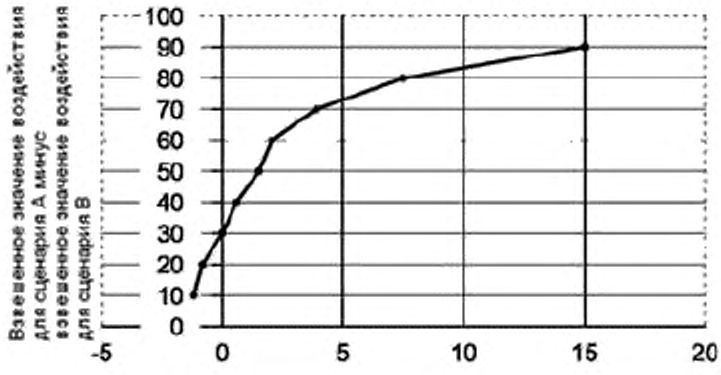
5.10.1.1 Краткий обзор

Выбор показателей категории в конечном объекте и процедура взвешивание вводят существенную неопределенность результатов. Проверка чувствительности и анализ неопределенности выполнялись для того, чтобы выявить, значительна ли разница (в статистическом смысле слова) между альтернативами А и В и чей вклад в неопределенность больше. Коэффициенты неопределенности для результатов анализа запасов оцениваются как 1.02 для нефти в земле и алюминиевой руды 1.05 для CO_2 и угля в земле; 1,2 для SO_2 и NO_x. Коэффициенты представляют собой среднеквадратическое отклонение при нормальном логарифмическом распределении.

5.10.1.2 Анализ неопределенности

При сравнении суммарных и взвешенных результатов для альтернативы А с такими же результатами для альтернативы В наблюдается уменьшение с 10,82 до 8, 88 ELU/f.u. Для того чтобы понять, является ли эта разница существенной, была использована модель Монте-Карло. Результат показан на рисунке 20, где нормально распределенные погрешности вводились во все входные данные. В этом примере используются коэффициенты неопределенности и распределения, представленные в таблицах 24 и 45.

Тест на значимость ранжирования



Примечание — Кривая представляет собой кумулятивное распределение.

Рисунок 20 — Результат моделирования общего улучшения экологической характеристики путем восстановления энергии при управлении отходами в соответствии с моделью Монте-Карло

Результат моделирования по Монте-Карло показал, например, что существует 50 %-ная вероятность того, что Материал В не менее, чем на 2 ELU/f.u. лучше материала А, и что существует 70 %-ная вероятность того, что Материал А более негативно воздействует на окружающую среду, чем Материал В. Эту информацию можно использовать либо качественно, чтобы выразить степень сходимости в анализе, либо количественно, чтобы оценить результативность вложений в экологическую эффективность. Если материал В выбран как альтернатива стоимости 100 долл., то результативность вложений, вероятно, равна долл. 40. В 30% случаев принимается неправильное решение, а в 70% случаев — правильное. Конечно результат будет равен 70% — 30% = 40% неопределенности.

5.10.1.3 Анализ чувствительности

Поскольку результативность вложений в улучшения оказалась низкой, важно выяснить, какие входные данные больше всего влияют на неопределенность, показанную на рисунке 20. Для этого был проведен специальный анализ чувствительности [41]. При этом были определены все коэффициенты f_i, на которые должны умножаться некоторые входные данные, чтобы изменить порядок ранжирования. Рассчитано также отношение коэффициента неопределенности к f_i для каждого входа (т.е. «относительная чувствительность»). Коэффициенты с наибольшими соотношениями в примере показаны на рисунке 21.

Ранжирование в примере 5 было наиболее чувствительным к данным о запасах, РАН, нефти в земле и CO_2 для Альтернатив А, В и В, соответственно. Далее следует характеристический коэффициент для РАН с учетом показателя категории YOLL. Примечательна чувствительность для результатов анализа запасов РАН и характеристический коэффициент РАН для YOLL. Несмотря на относительно низкий вклад в общий результат взвешивания, она значительно влияет на неопределенность при ранжировании. Это происходит из-за того, что неопределенность при измерениях выбросов и характеристический коэффициент достаточно велики. Однако можно улучшить общую сходимость ранжирования, если известны более точные значения выбросов РАН из продукционной системы Альтернативы А. Новые, более специфические для места выбросов характеристические коэффициенты также могут быть оценены с меньшей неопределенностью.

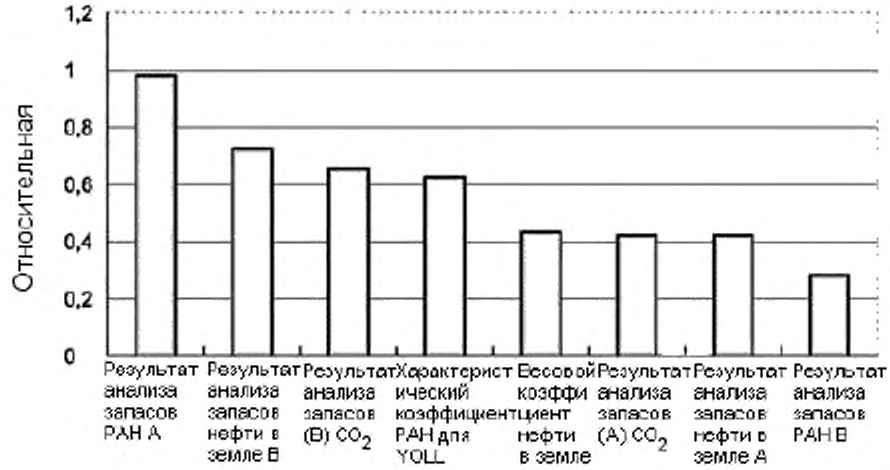


Рисунок 21 — Входные данные, наиболее важные по отношению к неопределенности ранжирования альтернатив

Анализ важности данных тоже был выполнен, но он не показан, поскольку выглядит почти так же, как и в «стволовом (основном)» примере. Однако, когда показатели взвешены и агрегированы, указание на варианты улучшения становится более четким и пригодным для проектирования.

5.11 Пример 1. Продолжение

5.11.1 Заключения, ограничения и рекомендации (4.5.4 ИСО 14044)

Комментарии в рамках отдельных примеров приведены в 4.5.4 ИСО 14044.

5.11.2 ОВЖЦ, предназначаемая для использования в сравнительных утверждениях, предназначенных для уведомления общественности (4.4.5 ИСО 14044)

Комментарии в рамках отдельных примеров даны в 4.4.5 ИСО 14044.

5.11.3Подготовка отчета (раздел 5 ИСО 14044)

5.11.3.1 Краткое описание

Представленный ниже отчет составлен в качестве примера. Он не предназначен для иллюстрации требований отчету третьей стороны как 5.1.2 ИСО 14040.

Пример 1 это постоянный пример, который охватывает все стадии процесса по 4.4 ИСО 14044: от выбора категории воздействия до анализа качества данных. Пример нацелен на сравнение экологических последствий от применения двух различных типов материала для газовых труб в стране X и на идентификацию вариантов улучшения. Пример основан на реальном исследовании, выполненном по поручению газовой компании в этой стране. Выбранной функциональной единицей служит поставка 20 мл. $м^3$ природного газа в год по газораспределительной сети между фидерной системой и 10000 сервисных соединительных точек. Сравниваемые материалы– материал А и материал В.

Для выбора категории воздействия за начальную точку взят перечень недостатков [22]. Пример фокусируется на выбросах в воздух и сбросах в воду. Включены следующие категории воздействия: изменение климата истощение озона стратосферы; образование фотооксиданта; окисление; эвтрофикация; токсичность для человека и экологическая токсичность. Использовались характеристические модели из различных источников, а ссылки на них приведены в тексте. Значения показателя нормализовались с использованием преобразованных общих выбросов за год в стране.

Нормализованные значения рассортированы и ранжированы по различным критериям. Взвешивание по всем категориям воздействия выполнено с использованием весовых коэффициентов согласно рекомендациям Совета экспертов, учрежденного в стране. Проведен также анализ важности, который фокусировался на значениях показателей, а проверка чувствительности проведена с использованием других характеристических коэффициентов и других весовых коэффициентов.

В примере 1 получены нижеследующие результаты: материал В получил больше баллов, чем материал А. Так получилось в основном благодаря, большой массе материала А и последующей высокой степени негативного воздействия на окружающую среду при его производстве и транспортировании. Таким образом, с экологической точки зрения материал А оказался менее предпочтительным в качестве материала для труб. Но следует заметить, что количество хлорированных органических микроэлементов-загрязнений не принималось во внимание, хотя их выбросы могут быть значительными при производстве материала В. Этот момент следует отметить и обязательно рассмотреть на стадии интерпретации результатов.

Оба материала оказывают значимое негативное воздействие на образование фотооксидантов из-за утечки газа в местах соединения труб: это важный момент для улучшения, которое существенно для обоих материалов. Проверка чувствительности не привела к другим выводам, но помогла, в частности, идентифицировать недостатки в процедурах расчета.

5.11.3.2 Данные и расчеты

Подробные результаты примера 1, полный процесс оценки негативного воздействия жизненного цикла (4.4 ИСО 14044), представлены в таблицах с 46– 49.

Таблица 46 — Обязательные элементы материала А. Подробные результаты процесса ОВЖЦ.

Материал А								
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОВЖЦ								
Категория воздействия	Вещество	Присвоенный результат ОВЖЦ		Характеристический коэффициент		Преобразованный результат ОВЖЦ		Значение показателя (профиль ОВЖЦ), кг экв
		Выброс в воздух, кг	Сброс в воду, кг	Выброс в воздух, кг. экв /кг	Сброс в воду, кг .экв /кг	Выброс в воздух, кг...экв /кг	Сброс в воду, кг ..экв /кг	
Изменение климата	Диоксид углерода	4,22E+4		1,00E+00		4,22E+04		1,84E+05
	HALON-1301	1,55E-03		5,60E+03		8,66E+00		
	Метан	6,73E+3		2,10+01		1,41E+05		
Истощение озона стратосферы	HALON-1301	1,55E-03		1,20E+01		1,86E-02		1,86E-02
	Тетрахлорметан			1,20E+00				
Образование фотооксиданта	Метан	6,73E+03		6,00E-03		4,04E+01		6,95E+01
	Этан	1,94E+02		1,23E-01		2,39E+01		
	Пропан	2,97E+01		1,76E-01		5,23E+00		
Окисление	Диоксид серы	3,06E+02		1,00E+00		3,06E+02		3,51E+02
	Аммоний	8,76E-02	5,44E-01	1,30E+00		1,14E-01		
	Диоксид азота	1,11E+02		4,10E-01		4,53E+01		
Эвтрофикация	Аммоний	8,76E-02	5,44E-01	3,50E-01	3,30E-01	3,07E-02	1,79E-01	1,85E+01
	Диоксид азота	1,11E+02		1,30E-01		1,44E+01		
	P		1,22E+00		3,10E+00		3,79E+00	
	N		4,05E-01		4,20E-01		1,70E-01	

Окончание таблицы 46

Материал А								
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОВЖЦ								
Категория воздействия	Вещество	Присвоенный результат ОВЖЦ		Характеристический коэффициент		Преобразованный результат ОВЖЦ		Значение показателя (профиль ОВЖЦ).
		Выброс в воздух, кг	Сброс в воду, кг	Выброс в воздух, кг. экв./кг	Сброс в воду, кг...экв./кг	Выброс в воздух, кг ..экв./кг	Сброс в воду, кг .экв./кг	кг . экв
Токсичность для человека	Диоксид серы	3,06E+02		9,60E-02		2,94E+01		1,81E+04
	Диоксид азота	1,11E+02		1,30E+00		1,44E+02		
	Мышьяк	2,47E-02	4,14E-02	3,48E+05		8,58E+03		
	Свинец	4,72E-01	1,16E-01	4,67E+02		2,20E+02		
	Никель	1,57E-01	1,05E-01	3,50E+04		5,51E+03		
	Ванадий	5,72E-01	1,03E-01	6,24E+03		3,57E+03		
Экологическая токсичность	Фенол	9,40E-05	1,55E-01	1,50E+00	2,37E+02	1,41E-04	2,37E+01	1,66E+02
	Кадмий	1,64E-02	1,56E-03	2,89E+02	1,52E+03	4,73E+00	2,38E+00	
	Свинец	4,72E-01	1,16E-01	2,40E+00	9,62E+00	1,13E+00	1,11E+00	
	Хром	3,23E-02	2,08E-01	1,90E+00	6,90E+00	6,14E-02	1,43E+00	
	Медь	3,54E-02	1,04E-01	2,22E+02	1,16E+03	7,84E+00	1,20E+02	

Таблица 47 — Материал А, дополнительные элементы. Подробные результаты процесса ОВЖЦ

Материал А								
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОВЖЦ								
Категория воздействия	Вещество	Коэффициент нормализации кг экв./г	Результат нормализации, г.	Сортировка по группам	Ранжирование по группам	Весовые коэффициенты Соц.лакет	Преобразованный результаты нормализации, г.	Результат взвешивания, г.
Изменение климата	Диоксид углерода HALON-1301 Метан	2,27E+11	8,08E-07	глобальный	высокий	0,278	2,25E-07	4,36E-07
Истощение озона стратосферы	HALON -1301 Тетрахлорметан	3,61E+06	5,14E-09	глобальный	средний	0,104	5,35E-10	
Образование фотооксиданта	Метан Этан Пропан	6,26E+07	1,11E-06	региональный	низкий	0,1	1,11E-07	
Окисление	Диоксид серы Аммоний Диоксид азота	6,41E+08	5,48E-07	региональный	средний	0,148	8,11E-08	
Эвтрофикация	Аммоний Диоксид азота P N	1,08E+09	1,72E-08	региональный	средний	0,113	1,94E-09	–

Окончание таблицы 47

Материал А								
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОВЖЦ								
Категория воздействия	Вещество	Коэффициент нормализации кг экв./г	Результат нормализации, г	Сортировка по группам	Ранжирование по группам	Весовые коэффициенты Соц.пакет	Преобразованный результаты нормализации. г.	Результат взвешивания, г
Токсичность для человека	Диоксид серы Диоксид азота Мышьяк Свинец Никель Ванадий	1,45E+11	1,24E-07	местный	средний	0,13	1,62E-08	–
Экологическая токсичность	Фенол Кадмий Свинец Хром Медь	1,16E+11	1,43E-09	местный	средний	0,13	1,86E-10	–

Таблица 48 — Обязательные элементы материала B. Подробные результаты процесса LCIA

Материал B								
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОВЖЦ								
Категория воздействия	Вещество	Присвоенный результат ОВЖЦ		Характеристический коэффициент		Преобразованный результат ОВЖЦ		Значение показателя (профиль ОВЖЦ),
		Выброс в воздух,	Сброс в воду,	Выброс в воздух,	Сброс в воду,	Выброс в воздух,	Сбросы в воду,	
		кг	кг	кг..экв./кг	кг .экв./кг	кг . экв./кг	кг . экв./кг	кг. экв
Изменение климата	Диоксид углерода	4,81E+3		1,00E+00		4,81E+03		1,46E+05
	HALON-1301	4,30E-04		5,60E+03		2,41E+00		
	Метан	6,75E+3		2,10E+01		1,42E+05		
Истощение озона стратосферы	HALON-1301	4,30E-04		1,20E+01		5,16E-03		5,75E-03
	Тетрахлор-метан	4,90E-04		1,20E+00		5,88E-04		
Образование фотоксиданта	Метан	6,75E+03		6,00E-03		4,05E+01		7,01E+01
	Этан	1,98E+02		1,23E-01		2,44E+01		
	Пропан	2,99E+01		1,76E-01		5,26E+00		
Окисление	Диоксид серы	1,83E+01		1,00E+00		1,83E+01		2,50E+01
	Аммоний	8,01E-03	1,23E-01	1,30E+00		1,04E-02		
	Диоксид азота	1,64E+01		4,10E-01		6,72E+00		
Эвтрофикация	Аммоний	8,01E-03	1,23E-01	3,50E-01	3,30E-01	2,80E-03	4,04E-02	2,42E+00
	Диоксид азота	1,64E+01		1,30E-01		2,13E+00		
	P		5,41E-02		3,10E+00		1,68E-01	
	N		1,80E-01		4,20E-01		7,54E-02	

Окончание таблицы 48

Материал В								
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОВЖЦ								
Категория воздействия	Вещество	Присвоенный результат ОВЖЦ		Характеристический коэффициент		Преобразованный результат ОВЖЦ		Значение показателя (профиль ОВЖЦ), кг экв
		Выброс в воздух, кг	Сброс в воду, кг	Выброс в воздух, кг экв./кг	Сброс в воду, кг экв./кг	Выброс в воздух, кг экв./кг	Сбросы в воду, кг экв./кг	
Токсичность для человека	Диоксид серы	1,83E+01		9,60E-02		1,76E+00		4,73E+02
	Диоксид азота	1,64E+01		1,30E+00		2,13E+01		
	Мышьяк	1,92E-04	1,90E-03	3,48E+05		6,68E+01		
	Свинец	3,62E-03	4,93E-02	4,67E+02		1,69E+00		
	Никель	6,40E-03	6,77E-03	3,50E+04		2,24E+02		
	Ванадий	2,51E-02	5,36E-03	6,24E+03		1,57E+02		
Экологическая токсичность	Фенол	9,00E-06	1,54E-02	1,50E+00	2,37E+02	1,35E-05	3,65E+00	4,76E+00
	Кадмий	1,75E-04	1,47E-04	2,89E+02	1,52E+03	5,06E-02	2,24E-01	
	Свинец	3,62E-03	4,93E-02	2,40E+00	9,62E+00	8,70E-03	4,74E-01	
	Хром	3,54E-04	1,02E-02	1,90E+00	6,90E+00	6,73E-04	7,04E-02	
	Медь	1,27E-03		2,22E+02	1,16E+03	2,81E-01		

Таблица 49 — Материал В, дополнительные элементы. Подробные результаты процесса ОВЖЦ.

Материал В								
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОВЖЦ								
Категория воздействия	Вещество	Коэффициент нормализации, кг экв./г	Результат нормализации, г.	Сортировка по группам	Ранжирование по группам	Весовой коэффициент Соц.пакет	Преобразованный результат нормализации, г.	Результат взвешивания, г
Изменение климата	Диоксид углерода HALON-1301 Метан	2,27E+11	6,45E-07	Глобальный	Высокий	0,278	1,79E-07	2,98E-07
Истощение озона стратосферы	HALON-1301 Тетрахлорметан	3,61E+06	1,59E-09	Глобальный	Средний	0,104	1,66E-10	
Образование фотооксиданта	Метан Этан Пропан	6,26E+07	1,12E-06	Региональный	Низкий	0,1	1,12E-07	
Окисление	Диоксид серы Аммоний Диоксид азота	6,41E+08	3,91E-08	Региональный	Средний	0,148	5,78E-09	

Окончание таблицы 49

Материал В								
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОВЖЦ								
Категория воздействия	Вещество	Коэффициент нормализа-ции, кг экв./г	Результат нормализации, г.	Сортировка по группам	Ранжирова-ние по группам	Весовой коэффициент Соц.пакет	Преобразованный результат нормализации, г	Результат взвешивания, г
Эвтрофикация	Аммоний Диоксид азота P N	1,08E+09	2,24E-09	Региональный	Средний	0,113	2,53E-10	
Токсичность для человека	Диоксид серы Диоксид азота Мышьяк Свинец Никель Ванадий	1,45E+11	3,26E-09	Местный	Средний	0,13	4,23E-10	
Экологическая токсичность	Фенол Кадмий Свинец Хром Медь	1,16E+11	4,10E-11	Местный	Средний	0,13	5,33E-12	

5.11.3.3 Представление результатов

Вышеуказанные таблицы 46 — 49 являются основным способом представления результатов. Примечание: в официальных сравнительных оценках результаты дополнительных элементов не предоставляются.

Нормализованные значения показателей из примера 1, помимо табличного представления, могут быть также показаны в виде гистограммы (см. рисунок 10).

5.11.3.4 Пояснения и выводы

В примере 1 результаты используются для сравнения экологических последствий от применения различных видов материала и для идентификации возможных вариантов улучшения. Применительно к этому примеру можно сделать следующие выводы. Относительно выбора между двумя видами материалов: материал В вообще считается значительно лучше материала А. Так считается из-за большей массы труб из материала А и, как следствие этого, значимых негативных воздействий на окружающую среду при производстве и транспортировании. Понятно, что с экологической точки зрения материал А не представляется предпочтительным. Однако, несмотря на это утверждение, следует заметить, что выброс хлорированных органических микроэлементов, который может сопровождать производство материала В, в расчет не принимался. Если же это представляется важным, то следует рассмотреть вопрос об альтернативах материалу В, которые не будут нести в себе такого не поддающегося количественному определению риска. Оба материала сильно воздействуют на образование фотооксиданта из-за утечки газа в местах соединения труб: это серьезный фактор для совершенствования, который одинаково важен для обоих материалов.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 14001:2004	IDT	ГОСТ Р ИСО 14001–2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»
ИСО 14040:2006	IDT	ГОСТ Р ИСО 14040–2010 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура»
ИСО 14044:2006	IDT	ГОСТ Р ИСО 14044–2007 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации»
ИСО/ТО 14047:2012	IDT	В разработке ГОСТ Р ИСО/ТО 14047 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла продукции. Примеры, иллюстрирующие применение ИСО 14044 для конкретных ситуаций по оценке воздействий»
ИСО/ТО 14049:2012	IDT	В разработке ГОСТ Р ИСО/ТО 14049 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры использования ИСО 14044 для определения цели и области исследования и инвентаризационных анализов»
ИСО 14050:2009	IDT	ГОСТ Р ИСО 14050–2009 «Менеджмент окружающей среды. Словарь»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] ИСО 14001:2004 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению

(ISO 14001:2004) Environmental management systems — Requirements with guidance for use

[2] ИСО 14040:2006 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структурная схема

(ISO 14040:2006) Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework

[3] ИСО 14044:2006 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и руководящие указания

(ISO 14044:2006) Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines

[4] ИСО/ТО 14049:2012 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры использования ИСО 14041 для определения цели и области исследования и анализа запаса

(ISO/TR 14049:2012) Environmental management — Life cycle assessment — Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to goal and scope definition and inventory analysis

[5] ИСО 14050:2009 Экологический менеджмент. Словарь

(ISO 14050:2009) Environmental management — Vocabulary

[6] Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, J. Bruce, H. Lee, B.A. Callander, E. Haites, N. Harris & K. Maskell (eds), 1994: Climate change 1994. Radiative forcing of climate change an evaluation of the IPCC IS92 Emissions scenarios. Cambridge University Press, Cambridge

[7] Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg & K. Maskell, 1995: Climate change 1995. The science of climate change: contribution of WGI to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge

[8] WMO (World Meteorological Organization), 1992: Scientific assessment of ozone depletion: 1991.Report no. 25. Geneva

[9] WMO (World Meteorological Organization), 1995: Scientific assessment of ozone depletion: 1994.Report no. 37. Geneva

[10] Heijungs, R., Guinée, J.B., Huppes, G., Lankreijer, R.M., Udo de Haes, H.A., Wegener Sleeswijk, A., Ansems, A.M.M., Eggels, P.G., van Duin, R., and de Goede, H.P. 1992: Environmental life cycle assessment of products: Guide and Backgrounds. Centre of Environmental Science, Leiden University, the Netherlands

[11] Huijbregts, M.A.J., U. Thissen, J.B. Guinée, T. Jager, D. van de Meent, A.M.J. Ragas, A. Wegener Sleeswijk and L. Reijnders (2000): Toxicity assessment of toxic substances in life cycle assessment. I: Calculation of toxicity potentials for 181 substances with the nested multi-media fate, exposure and effect model USES-LCA. Chemosphere 41, pp. 541-573

[12] Jenkins, M.E. and G.D. Hayman, 1999: Photochemical ozone creation potential for oxygenated volatile organic compounds: sensitivity to variations in kinetic and mechanistic parameters. Atmospheric environment 33, pp. 1775-1293

[13] Derwent, R.G., M.E. Jenkin, S.M. Saunders & M.J. Pilling, 1998: Photochemical ozone creation potentials for organic compounds in Northwest Europe calculated with a master chemical mechanism. Atmospheric Environment, 32. p 2429-2441

[14] Andersson-Sköld, Y., P. Grennfelt & K. Pleijel, 1992: Photochemical ozone creation potentials: a study of different concepts. J. Air Waste Manage. Assoc. 42(9), p 1152-1158

[15] Carter, W.L.P, 1994: Development of ozone reactivity scales for volatile organic compounds. Journal of Air & Waste Manage. Assoc, 44 p. 881-899

[16] Carter, W.L.P, D. Luo & I.L. Malkina, 1997: Environmental chamber studies for development of an updated photochemical mechanism for VOC relativity assessment. Draft, final report to CARB, CRC, NREL

[17] Hauschild, M & H. Wenzel, 1998: Environmental Assessment of products. Volume 1: Methodology, tools and case studies in product development; Volume 2: Scientific background. Chapman & Hall, London

[18] Goedkoop, M. and R. Spriensma, 1999: The Eco-indicator 99, a damage oriented method for life cycle impact assessment. Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, Zoetermeer, the Netherlands (www.pre.nl)

[19] Latour, J.B., I.G. Staritsky, J.R.M. Alkemade, J. Wiertz, Nature Planner, Decision support system nature and environment, RIVM report 711901019, RIVM, Bilthoven, the Netherlands

[20] Kros et al., 1995. Modelling of soil acidity and nitrogen availability in natural ecosystems in response to Changes in Acid deposition and Hydrology. Report 95, SC-DLO, Wageningen, the Netherlands

[21] Alkemade, J.R.M., J. Wiertz, J.B. Latour, 1996. Kalibratie van Ellenbergs milieuindicatiegetallen aan werkelijk gemeten bodemfactoren. Rapport 711901016, RIVM, Bilthoven, the Netherlands

[22] Udo de Haes, H.A., O. Jolliet, G. Finnveden, M. Hauschild, W. Krewitt, R. Müller-Wenk. (1999). Best Available Practice Regarding Impact Categories and Category Indicators in Life Cycle Assessment. Background Document for the Second Working Group on Life Cycle Assessment of SETAC-Europe (WIA-2). International Journal of LCA, 4, nr 2, pp. 66-74; and 4, nr. 3, pp. 167-174. ECOMED publishers, Landsberg, Germany

[23] Huppes, G., H. Sas, E. de Haan and J. Kuyper, 1997: Efficient environmental investments. Report SENSE, international workshop. CML, Leiden, the Netherlands

[24] Potting J. et al., 1998: Journal of Industrial Ecology, Volume 2, pages 63-87

[25] Burke et al, 1996: Human Health Assessment and Life-cycle Assessment: Analysis by an Expert Panel. International Life Sciences Institute, Washington, DC

[26] Galeano, S. F., 1999: Carbon Sequestration Inventory Issues — the Significance of their Resolution for the Forest Products Industry". TAPPI International Environmental Conference — Nashville, TN

[27] Row, C., Phelps, R.B., 1996: Wood carbon flows and storage after timber harvest. Forest and global change, American Forests, Volume 2, Chapter 2, Washington D.C

[28] Miales, J.A., Skog, K.E., 1997: The decomposition of forest products in landfills. International Biodeterioration & Biodegradation, Volume 39, No 2-3, United Kingdom

[29] Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-1998. EPA 236-R-00-001. April 2000 (Fulfilling reporting commitments of the UNFCCC)

[30] Goedkoop,M.J., R. Spriensma, 1999: The Eco-indicator 99, a Damage Oriented Approach for LCIA, Ministry VROM, The Hague

[31] Frischknecht R. (final editor), U. Bollens, S. Bosshart, M. Ciot, L. Ciseri, G. Doka, R. Hischier, A. Martin (ETH Zürich), R. Dones, U. Gantner (PSI Villigen), 1996: Ökoinventare von Energiesystemen, Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz, 3rd Edition, Gruppe Energie — Stoffe — Umwelt, ETH Zürich, Sektion Ganz — heitliche Systemanalysen, PSI Villigen [ESU 1996]

[32] Murray, C., A. Lopez, 1996: The Global Burden of Disease, WHO, World Bank and Harvard School of Public Health. Boston

[33] Frischknecht R., A. Braunschweig, P. Hofstetter, P. Suter. 1999: Modelling human health effects of radioactive releases in Life Cycle Impact Assessment, Draft from 20 February 1999, accepted for publication in Environmental impact Assessment Review No. 2, 2000

[34] European Environmental Agency, 1998: Europe's environment, The Dobris Assessment, Copenhagen

[35] Dreicer M., V. Tort, P. Manen, 1995: ExternE, Externalities of Energy, Vol. 5. Nuclear, Centre d'étude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire (CEPN), edited by the European Commission DGXII, Science, Research and Development JOULE, Luxembourg

[36] Hofstetter, P., 1998: Perspectives in Life Cycle Impact Assessment; A Structured Approach to Combine Models of the Technosphere, Ecosphere and Valuesphere. Kluwers Academic Publishers

[37] Müller-Wenk, R., 1998-1: Depletion of Abiotic Resources Weighted on the Base of "Virtual" Impacts of Lower Grade Deposits in Future. IWÖ Diskussionsbeitrag Nr. 57, Universität St. Gallen, ISBN 3-906502-57-0

[38] Thompson M., R. Ellis, A. Wildavsky, 1990: Cultural Theory, Westview Print, Boulder

[39] Steen, B. 1999: A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000 — General system characteristics. Chalmers University of Technology (CPM), Report 1999;4

[40] Steen, B. 1999: A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000 — Models and data. Chalmers University of Technology (CPM), Report 1999;5

[41] Steen, B., 1997: On uncertainty and sensitivity of LCA based priority setting. Journal of cleaner production, Volume 5, Number 4, pp. 255 — 262

[42] Wenzel, H., M. Hauschild, L. Alting, 1997: Environmental assessment of products. Vol. 1 — Methodology, tools, techniques and case studies, 544 pp. Chapman & Hall, United Kingdom, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA. USA. ISBN 0 412 80800 5

[43] Hauschild, M.Z., H. Wenzel, 1998: Environmental assessment of products. Vol. 2 — Scientific background, 565 pp. Chapman & Hall, United Kingdom, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA. USA. ISBN 0412 80810 2

[44] Stranddorff, H., L. Hoffmann, A. Schmidt, 2001: Normalization and weighting– update of selected impact categories. Environmental report from the Danish Environmental Protection Agency. Copenhagen

[45] "La pollution des eaux — Que sais-je? N° 983", 1994

[46] Institut Français de l'Environnement, 1999. Chiffres clés

[47] Centre d'Etude et de Recherche sur l'Energie — France

[48] Observatoire de l'énergie, 1998. Bilan

[49] Institut Français de l'Environnement, 1998. From Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmospherique

[50] ADEME — ITOMA, 1998. Household waste

[51] ADEME — ITOMA, 1998. Municipal Solid waste

[52] Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmospherique, 1994. CORINAIR

[53] Matsuhashi A., A. Terazono, Y. Moriguchi, 1998: Identification of Environmental Problem Area and Safeguard Subjects for a Valuation Process in LCIA, Proceedings of The Third International Conference on Ecobalance, Tsukuba, Japan

[54] Gruebler A., (IIASA), K. Riahi (IIASA), S. van Rooijen (ECN), S. Smith (NCAR), Global Emissions, Harmonized Data, http://sres.ciesin.org/index.html

[55] [Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996: Climate Change 1995 — The Science of Climate Change

[56] Kawashima H., T. Kawanishi, C. Yasue, Y. Hayashi, 1997: Estimation of Real Nitrogen Load affecting Environment generated from Food Production and Consumption Processes , J.JASS 13(2) pp91-95

[57] Data compiled by Japanese Ministry of Health and Welfare, 1996. Ministry of Health and Welfare, 1996

УДК 502.3:006.354 ОКС 13.020.10; 13.020.60 Т58 ОКСТУ 0017

Ключевые слова: экологический менеджмент, жизненный цикл продукции, негативные воздействия, измерения, данные, окружающая среда, парниковые газы, примеры

Подписано в печать 03.03.2015. Формат 60x84¼.
Усл. печ. л. 12.09. Тираж 31 экз. Зак. 1043

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»,
123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru