ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 52867— 2007

Экологический менеджмент

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Примеры применения ГОСТ Р ИСО 14041 для определения цели, области исследования и проведения инвентаризационного анализа

Издание официальное

БЗ 10—2008/338

Москва
Стандартинформ
2010

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским институтом «ИНТЕРЭКОМС»

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 27 декабря 2007 г. № 430-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «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

© Стандартинформ, 2010

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 Общие положения 1
3 Примеры разработки функций, функциональных единиц и базовых потоков 3
4 Примеры различения функций сравнительных систем 6
5 Примеры определения входов и выходов типовых процессов и границ системы 9
6 Примеры уклонения от распределения 16
7 Примеры распределения 18
8 Примеры применения методов распределения для повторения цикла или операции 21
9 Примеры оценки качества данных 29
10 Примеры проведения анализа чувствительности 33

Введение

Все большее осознание важности охраны окружающей среды и возможных негативных воздействий на нее, связанных с производством и потреблением продукции, повысили интерес к разработке методов, позволяющих лучше понимать и уменьшать эти воздействия. Одним из методов, разрабатываемых с этой целью, является оценка жизненного цикла (ОЖЦ). Для облегчения согласованного подхода к решению проблемы Международная организация по стандартизации (ИСО) разработала комплекс стандартов по оценке жизненного цикла, включающий в себя ИСО 14040, ИСО 14041, ИСО 14042, ИСО 14043 и ИСО/ТО 14049. На их основе были разработаны национальные стандарты, в которых приведено описание принципов проведения исследований и составления отчетов по ОЖЦ при соблюдении определенных минимальных требований.

Настоящий стандарт разработан с целью предоставления дополнительной информации к ГОСТ Р ИСО 14041 — 2000 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ» на основе нескольких примеров, поясняющих основные требования ГОСТ Р ИСО 14041 для облегчения понимания требований этого стандарта.

Методы проведения исследования по ОЖЦ установлены в следующих стандартах, имеющих отношение к разным фазам оценки жизненного цикла:

ГОСТ Р ИСО 14040 — 99 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура

ГОСТ Р ИСО 14041 — 2000 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ

ГОСТ Р ИСО 14042 — 2001 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла

ГОСТ Р ИСО 14043 — 2001 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Экологический менеджмент

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Примеры применения ГОСТ Р ИСО 14041 для определения цели, области исследования и проведения инвентаризационного анализа

Environmental management. Life cycle assessment. Examples of application of GOST R ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis

Дата введения — 2009 — 01 — 01

1 Область применения

В настоящем стандарте приведены примеры проведения инвентаризационного анализа жизненного цикла (ИАЖЦ) как средства выполнения определенных положений ГОСТ Р ИСО 14041. Приведенные в настоящем стандарте примеры следует рассматривать как возможные способы, а не единственные методы применения ГОСТ Р ИСО 14041. Эти примеры отражают только некоторые этапы исследования ИАЖЦ.

Следует заметить, что приведенные примеры не исключают существования многих других примеров, иллюстрируют изложенные методологические вопросы и являются частью полного ИАЖЦ.

2 Общие положения

Примеры приведены для шести основных областей применения ГОСТ Р ИСО 14041, указанных в таблице 1.

Для некоторых основных областей применения ГОСТ Р ИСО 14041 в настоящем стандарте приведены два и более примера, вследствие существования нескольких способов практического применения методов ИАЖЦ. Решение о применении того или иного метода зависит от цели исследования и может изменяться, например, в зависимости от исследуемой системы выпуска продукции или стадии жизненного цикла. Примеры приведены в контексте соответствующих положений настоящего стандарта и при его специальном применении.

Для характеристики разных случаев применения методов, приведенных в настоящем стандарте, принята следующая структура:

- контекст стандарта;
- общее представление;
- описание примеров.

Таблица 1 — Сравнение структуры ГОСТ Р ИСО 14041 с соответствующими примерами, приведенными в настоящем стандарте

Структура ГОСТ Р ИСО 14041	Примеры, приведенные в настоящем стандарте
Введение	—
1 Область применения	—
2 Нормативная ссылка	—
3 Термины и определения	—
4 Элементы ИАЖЦ	—
4.1 Основные положения	—
4.2 Продукционная система	—

Издание официальное

Окончание таблицы 1

Структура ГОСТ Р ИСО 14041	Примеры, приведенные в настоящем стандарте
4.3 Единичный процесс	—
4.4 Категории данных	—
4.5 Моделирование продукционных систем	—
5 Цель и область исследования ОЖЦ	—
5.1 Общие положения	—
5.2 Цель исследования	—
5.3 Область исследования 5.3.1 Основные положения 5.3.2 Функция, функциональная единица и базовый поток 5.3.3 Границы исходной системы 5.3.4 Описание категорий данных 5.3.5 Критерии начального учета входных и выходных потоков 5.3.6 Требования к качеству данных 5.3.7 Критический анализ	— — 3 Примеры разработки функций, функциональных единиц и базовых потоков 4 Примеры различения функций сравнительных систем — — 5 Примеры определения входов и выходов типовых процессов и границ системы 10 Примеры проведения анализа чувствительности 9 Примеры оценки качества данных —
6 Инвентаризационный анализ	—
6.1 Общие положения	—
6.2 Подготовка к сбору данных	—
6.3 Сбор данных	9 Примеры оценки качества данных
6.4 Методы вычисления 6.4.1 Основные положения 6.4.2 Подтверждение данных 6.4.3 Данные, относящиеся к единичному процессу 6.4.4 Данные, относящиеся к функциональной единице, и агрегирование данных 6.4.5 Уточнение границ системы	— — 9 Примеры оценки качества данных — 3 Примеры разработки функций, функциональных единиц и базовых потоков 10 Примеры проведения анализа чувствительности
6.5 Распределение потоков и сбросов 6.5.1 Основные положения 6.5.2 Принципы распределения 6.5.3 Процедура распределения 6.5.4 Процедуры распределения для повторного использования и рециклинга	— — 6 Примеры уклонения от распределения 6 Примеры уклонения от распределения 7 Примеры распределения 8 Примеры применения методов распределения для повторения цикла или операции
7 Ограничение ИАЖЦ (интерпретация результатов)	9 Примеры оценки качества данных 10 Примеры проведения анализа чувствительности
8 Отчет по результатам исследования	—
Приложение А Примеры бланков для сбора данных	—
Приложение В Примеры различных процедур распределения	—

3 Примеры разработки функций, функциональных единиц и базовых потоков

3.1 Содержание ГОСТ Р ИСО 14041

В тексте ГОСТ Р ИСО 14041 указано следующее.

В пункте 5.3.2:

«При определении области исследования ОЖЦ должны быть четко сформулированы требования к функциям (функциональным характеристикам) продукции.

Для количественной оценки таких функций используют функциональную единицу.

Основная цель функциональной единицы — создание базы, на которую нормализуют (в математическом смысле) количественные оценки входных и выходных потоков. Поэтому функциональная единица должна быть четко определенной и измеряемой величиной.

Для определенной функциональной единицы необходимо определить количество продукции, требуемое для выполнения функции. Результатом такого количественного определения является базовый поток».

В пункте 6.4.4:

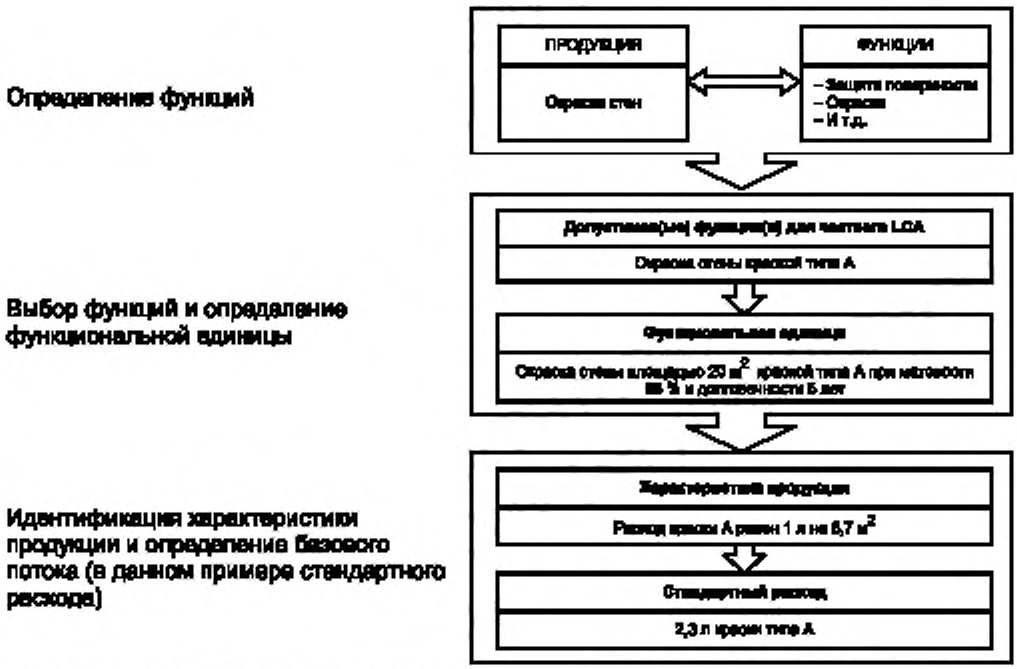
«На основании блок-схемы и границ системы единичные процессы связывают между собой, что позволяет выполнить расчеты для всей системы нормализацией потоков всех единичных процессов в системе на функциональную единицу. Значения всех входных и выходных потоков в системе рассчитывают, исходя из функциональной единицы».

3.2 Общее представление

При определении функциональной единицы и базовых потоков выделяют следующие этапы:

- определение функций;
- выбор функций и определение функциональной единицы;
- идентификация характеристик продукции и определение базового потока.

Последовательность данных этапов отображена на рисунке 1, используя в качестве примера процесс окраски стен. Этот пример также использован в 3.3 — 3.5. Дополнительные примеры приведены в 3.6.



Примечание — Процесс определения можно начинать либо с продукции, либо с самой функции.

Рисунок 1 — Общее представление примера

3.3 Определение функций

Целью функциональной единицы является получение количественной характеристики услуги, предоставляемой системой выпуска продукции (продукционной системой).

Отправным пунктом при определении функций может быть специфическая продукция, подлежащая исследованию (например, краска для стен) или конечная потребность или цель, которая в некоторых случаях может быть удовлетворена или достигнута с помощью нескольких разных продукций (например, покрытие стен может быть обеспечено как с помощью краски, так и с помощью обоев или комбинацией того и другого).

Как правило, функции относятся к специфической продукции или свойствам процесса, каждая из которых может:

- удовлетворять специфическим потребностям и вследствие этого иметь потребительскую стоимость, которая реализует экономическую выгоду для поставщика определенной продукции;
- влиять на функционирование других экономических систем (например, обои не обладают значительным эффектом изоляции, что затрагивает требование к отоплению здания).

3.4 Выбор функций и определение функциональной единицы

Не все функции могут иметь отношение к частной ОЖЦ. Таким образом, из всех имеющихся функций должны быть выявлены только необходимые.

Например для твердой внутренней стены защита поверхности может оказаться ненужной до тех пор, пока окрашивание является наиболее существенной функцией краски.

Позднее необходимые функции определяют количественно в функциональных единицах, которые могут быть выражены в виде комбинации разных параметров.

Для окраски стены функциональная единица должна определять площадь покрытия (например, 20 $м^2$), тип стены (особенно в отношении свойств впитывания и прилипания), способность краски закрашивать лежащую ниже поверхность (например, непрозрачность 98 %) и срок полезного использования (например, 5 лет).

В случае многофункциональных единиц различные количества могут быть связаны между собой, например изоляционный материал для покрытия стены может иметь предварительно окрашенную поверхность, что делает окраску стены ненужной, обеспечивая, таким образом, как изоляцию, так и окраску.

В этом случае функциональной единицей может быть следующая:

«Стена площадью 20 $м^2$, покрытая материалом термостойкостью 2 м · К/Вт и имеющая окрашенную поверхность, характеристиками которой являются непрозрачность 98 % и долговечность, в результате чего не требуется повторного окрашивания в течение 5 лет».

Другие примеры многофункциональных единиц приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Примеры функциональных единиц для многофункциональных систем

Система	Вторичная переработка бумаги	Совместное производство тепла и электричества
Функция	Возврат бумажных отходов и производство очищенной пульпы или другой метод	Производство электрической мощности, производство пара или другой метод
Выбранная функция для частной ОЖЦ	Возврат бумажных отходов или производство очищенной пульпы или другой метод	Производство электрической мощности, производство пара или другой метод
Функциональная единица	Возврат 1000 кг бумажных отходов или производство 1000 кг пульпы для газетной бумаги	Производство электрической мощности 100 МВт или производство 300000 кг пара в час при 125 °С и 0,3 МПа (3 бара)

3.5 Идентификация характеристики продукции и определение базового потока

После определения конкретной функциональной единицы следующей задачей является установление количества продукции, необходимого для выполнения данной функции количественно определенной функциональной единицей. Базовый поток (иногда называемый эталонным) является характеристикой продукции и обычно определяется по результату проведения стандартизованного метода измерения. При этом методы измерения и вычисления зависят от исследуемой продукции.

Для краски базовый поток обычно определяют количеством литров, необходимых для покрытия поверхности участка стены, как определено функциональной единицей. Например в процессе стандартизованного испытания может быть установлено, что 1 л краски А покрывает 8,7 $м^2$ поверхности (характеристика продукции). Используя пример, приведенный на рисунке 1, получаем, что требуется 2,3 л для окраски

Таблица 3 — Дополнительные примеры разработки функций, функциональных единиц и базовых потоков

Наименование продукции	Функции	Функция, выбранная для частной ОЖЦ	Функциональная единица	Характеристика продукции	Базовый поток
Лампочка	Освещение, тепловыделение и т. д.	Обеспечение освещения (только наружные лампы)	300 лк, 50000 ч, совпадение со спектром дневного света при 5600 °К	100 лк при сроке службы 10000 ч	15 ламп дневного света на 100 лк со сроком службы 10000 ч
Бутылка	Содержание напитка, облегчение обращения, часть вида продукции и т. д.	Предохранение напитка	50000 л напитка, которые сохраняются в промежутке между процессами розлива и потребления	Разовые бутылки вместимостью 0,5 л	100000 разовых бутылок вместимостью 0,5 л
Ручная сушка	Сушка рук, удаление бактерий и т. д.	Обтирание рук (функция гигиены, осуждаемая как непригодная)	1000 пар сухих рук	Одно бумажное полотенце для одной руки	2000 бумажных полотенец

20 м^2 функциональной единицы при условии, что режим испытания аналогичен тому, который требуется для данной функциональной единицы (с учетом типа поверхности и уровня непрозрачности). После этого функциональная единица может быть выражена в показателях количества продукции для того, чтобы функциональная единица и базовый поток стали идентичными. В таблице 2 приведен пример функциональных единиц, выраженных в показателях количества продукции.

3.6 Дополнительные примеры

Примеры, приведенные в таблице 3, иллюстрируют метод разработки функций, функциональных единиц и базовых потоков.

4 Примеры различения функций сравнительных систем

4.1 Содержание стандарта

В тексте ГОСТ Р ИСО 14041 указано следующее.

В пункте 5.3.2:

«Базовый поток используют для расчета входных и выходных потоков системы. Сравнения систем проводят на основе одной и той же функции, количественно оцениваемой одной и той же функциональной единицей в виде их базовых потоков.

Если дополнительные функции любой из этих систем при сравнении функциональных единиц не учитывают, такие допущения должны быть задокументированы. Например системы А и В выполняют функции *x* и *y*, которые представлены выбранной функциональной единицей, однако система А выполняет также функцию *z*, которая не представлена в функциональной единице. Следует документально зафиксировать, что функция *z* исключена из функциональной единицы. Как вариант, системы, связанные с выполнением функции *z*, могут быть включены в границы системы В, чтобы сделать системы более сравнимыми. В таких случаях выбранные процессы должны быть задокументированы и обоснованы».

4.2 Общее представление

При сравнении продукционных систем особое внимание следует уделять подтверждению того, что сравнение проводится на основе одной и той же функциональной единицы и эквивалентных условий принятия решения, таких как рабочая характеристика, границы системы, качество данных, методы распределения, правила принятия решений по оценке входных и выходных данных. В настоящем разделе приведено описание некоторых возможных подходов с иллюстрацией в виде примеров. Общие этапы, которые должны быть выполнены в процессе сравнительных исследований, указаны на рисунке 2.

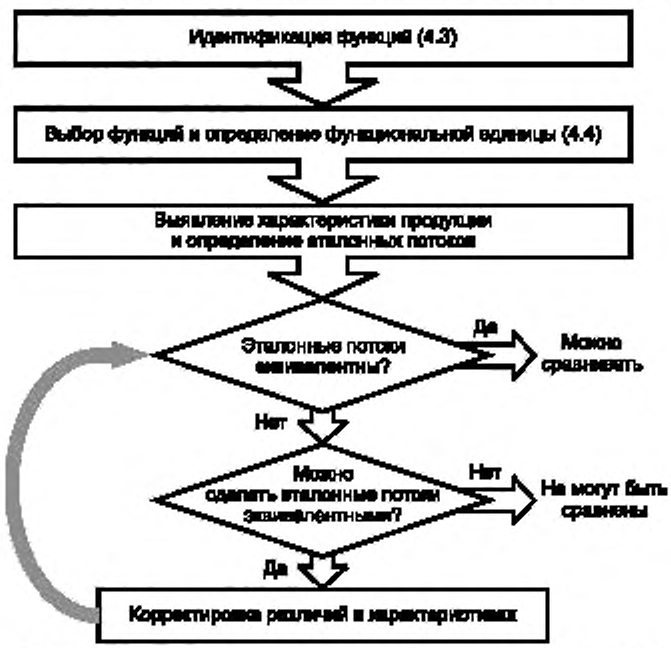


Рисунок 2 — Общие этапы в процессе сравнительных исследований

4.3 Идентификация и выбор функций

Определение функциональной единицы взаимосвязано с целью исследования. Если цель — сравнение продукционных систем, то особое внимание следует обратить на гарантию того, что сравнение является достоверным, дополнительные функции выявлены и описаны, а также учтены все функции, которые имеют отношение к цели исследования.

Пример 1 — В исследование менеджмента отходов следует включить дополнительно функции, с помощью которых повторно используют отходы (т. е. функции, выполняемые системами для снабжения повторно используемыми материалами или энергией).

Пример 2 — В исследование электрооборудования бытового назначения следует включить потери тепла, подаваемого в здание, в котором работает данное оборудование, так как это влияет на интенсивность необходимого отопления и/или охлаждения.

При поведении сравнительных исследований выбор функций становится еще более важным, чем при исследовании без сравнения. Проиллюстрируем это на примере функций, приведенных в таблице 3:

- для бутылок исключение функции внешнего вида упаковки может привести к простому сравнению упаковок, которые с технической стороны подобны (т. е. содержат одинаковое количество напитка), но которые изготовители или потребители не признают аналогичными;

- для систем, предназначенных для сушки рук, исключение гигиенической функции будет неприемлемым, например в пищевой промышленности, где способность полотенец для рук удалять бактерии считают преимуществом, не позволяющим сравнивать их с обычными электрическими системами для сушки.

4.4 Эквивалентность базовых потоков

Функциональная единица в примере с краской (см. раздел 3) представляет собой «окраску 20 м^2 поверхности стены краской типа А, обладающей уровнем непрозрачности 98 % и долговечностью 5 лет». Эта функциональная единица может быть представлена несколькими разными базовыми функциями:

- 2,3 л краски А;
- 1,9 л краски В;
- 1,7 л краски С и т. д.

Эти базовые потоки должны быть определены по результатам испытания в стандартных условиях, касающихся, например, типа поверхности и уровня непрозрачности (покрывающей способности) краски.

Стандартный режим испытания и методы измерений должны соответствовать предусмотренному сравнению. На примере сушки рук (см. таблицу 3) видно, что недопустимо использовать стандартизованное испытание на основе таких технических свойств бумаги, как масса, интенсивность впитывания и предел прочности на разрыв, если действительная масса использованной бумаги зависит от конструкции раздаточного устройства. Более подходящей мерой в этом случае будут данные, собранные путем взвешивания бумаги в начале и в конце периода, в течение которого с помощью электронных систем наблюдения для моющих раковин определятся количество высушенных рук. Таким образом, технические требования к электрической сушке для рук, например объем воздуха и его температура, могут быть неуместными в качестве основы для определения ее базовой функции, если фактическое время работы этого устройства зафиксировано с помощью, например, встроенного таймера. Поэтому для исследования необходимо определить только рабочее время и электрическую мощность оборудования.

В примере с лампочкой (см. таблицу 3) функциональная единица «300 лк в течение 50000 ч» может быть обеспечена следующим образом:

- пятикратным использованием трех лампочек по 100 лк со сроком службы 10000 ч каждая или
- десятикратным использованием двух лампочек по 150 лк со сроком службы 5000 ч каждая.

Исходные условия сравнения трех лампочек по 100 лк с двумя лампочками по 150 лк следующие:

- световой спектр лампочек двух типов является сравнимым (или разница является приемлемой для пользователя);

- три или две лампочки соответственно могут быть расположены таким образом, что распределение света является одинаковым (или разница является приемлемой для пользователя);

- свойства патронов и другие свойства влияют на работоспособность (в этом случае их необходимо включить в процесс сравнения).

Две лампочки считаются сравнимыми, несмотря на различные сроки их службы. Это различие учитывают при вычислении базового потока. Однако для продукции долговременного использования, например холодильников со сроком эксплуатации 10 или 20 лет, технологический прогресс может быть фактором, который нельзя игнорировать. Модель холодильника со сроком эксплуатации 20 лет нельзя просто

сравнить с двумя другими моделями холодильников, рассчитанных на 10 лет эксплуатации, одна из которых будет выпущена через 10 лет. Холодильники, которые будут выпускаться через 10 лет, несомненно будут более энергоэффективными (т. е. будут меньше расходовать энергии в расчете на функциональную единицу) по сравнению с современными. В первом случае энергетическая эффективность определяется эффективностью современного холодильника в течение 10 лет и эффективностью выпущенной через 10 лет модели, которая может быть установлена путем прогнозирования тенденции снижения энергоэффективности, в то время как энергетическая эффективность для варианта холодильника со сроком службы 20 лет является фиксированной.

100000 разовых бутылок вместимостью 0,5 л (см. таблицу 3) могут с технической точки зрения выполнять одну и ту же функцию сохранения 50000 л напитка. Эту задачу можно было бы решить с помощью 12500 бутылок вместимостью 0,4 л с коэффициентом повторного использования 90 %. Однако в некоторых ситуациях потребитель не всегда делает различие между бутылками разной вместимости или массы. Если потребитель считает эти бутылки равнозначными, то общее потребление напитка будет уменьшаться при вводе многократно используемых бутылок. В этом случае упаковку нельзя рассматривать отдельно от ее содержания. Это показано на примере стрелкой «Нет», направленной вправо на рисунке 2. При необходимости цель исследования можно определить повторно, допуская совместное сравнение напитка и упаковки с учетом изменений в потреблении.

Другой пример несопоставимых функций (стрелка «Нет», направленная вправо на рисунке 2) касается двух холодильников, из которых один оснащен, а второй не оснащен камерой быстрой заморозки. Если условие быстрой заморозки потребитель считает важной функцией, то два данных холодильника являются несопоставимыми и не подлежат сравнению путем какого-либо вычисления или расширения системы. То же самое относится к примерам, приведенным в 4.3.

В некоторых многофункциональных системах (см. таблицу 2), функции могут быть разделены и обеспечиваться несколькими системами:

- системы отправки макулатуры на сжигание и производства пульпы из нового древесного волокна могут вместе представлять собой такую же функциональную единицу, как и система переработки макулатуры;

- отдельные энергоблоки и районные теплоцентрали, соответственно вырабатывающие только электрическую энергию или только тепло, могут представлять собой такую же функциональную единицу, как и совместная производственная установка.

Однако некоторые функции могут быть так тесно связаны между собой, что их разделить невозможно. Например, выделение лампочкой тепла нельзя отделить от ее основной функции.

В других ситуациях разделение двух связанных между собой функций может быть технически возможно, но из-за других аспектов две разделенные функции не могут быть сравнимы с объединенными функциями. Примером является комбинация холодильника и морозильной камеры, которые могут или не могут быть сравнимы с морозильником и холодильником, изготовленными раздельно, в зависимости от выбора потребителя (отдельно установленные морозильная камера и холодильник будут занимать больше места, чем их комбинированная версия с одинаковой вместимостью).

В большинстве перечисленных выше примеров эквивалентность двух продукций устанавливается на основании ее приемлемости для пользователя. На вопрос, считаются ли две продукции сравнимыми или нет, может влиять цена альтернативных решений или дополнительная информация, сопровождающая продукцию, например информация об экологической характеристике.

Таким образом, с целью разработки новой продукции или стратегического менеджмента целесообразно сравнивать две продукции, которые на первый взгляд не являются эквивалентными, но предположительно могут быть эквивалентными при особых ценовых условиях и в случае предоставления особой информации.

4.5 Корректировка различий характеристик

В тех случаях, когда базовые потоки являются непосредственно эквивалентными (см. пример с краской, приведенный в 4.4), нет необходимости в проведении какой-либо корректировки.

В других случаях проведение корректировки необходимо. Метод корректировки должен соответствовать принципам распределения совместной продукции, т. е. предпочтительным вариантом является модификация границ системы, чтобы избежать различия характеристик. В некоторых случаях, когда модификация является невозможной или невыполнимой, можно применять метод распределения. В этом разделе приведены примеры вышеуказанных методов.

В примере с лампочкой (4.4) может потребоваться корректировка одной из систем, подлежащих сравнению, путем расширения системы за счет установки лампочек с другим типом патрона. Другим примером расширения такой системы или пересмотра исследуемых функций является пример с бутылками (4.4), когда при сравнении функций потребовалось включение в рассмотрение также и напитка.

Сравнение холодильников может быть проведено на основе их вместимости (внутреннего объема) и/или внешнего объема. Основная функция тесно связана с вместимостью, но и внешний размер может быть определяющей функцией, если холодильник предполагается устанавливать в конкретной кухне. Если требуется, чтобы внешние размеры были равными, то вместимость может быть другой вследствие разной толщины изоляции. Это может быть исправлено только за счет различного отношения к этому пользователя (например, более частые покупки, хранение некоторых продуктов вне холодильника, установка второго холодильника в другом месте дома). Каждое из указанных отношений пользователя приводит к изменению разных процессов, которые должны быть включены в исследование. При необходимости одинаковой вместимости изменение толщины изоляции может потребовать корректировки физического окружения холодильника (использование другой кухонной мебели). Если требуется, чтобы внутренний и внешний объемы были равными, то становится невозможной любая корректировка, которая может потребовать изменение толщины изоляции. Это показывает, что выбор требуемых функций также определяет возможные альтернативы, которые могут быть включены в исследование.

Корректировка расширения системы, как показано на примерах выше, не всегда возможна. Если рассматривается только функция заморозки или охлаждения для комбинации холодильника и морозильной камеры (например, для включения в жизненный цикл пищевых продуктов, которые хранятся, но не подвергаются заморозке), то не рассматривается любая корректировка среды окружения, которая может вносить поправку на эффект комбинации двух функций. Следовательно, входы и выходы комбинации холодильника и морозильной камеры должны быть распределены между двумя функциями. Это может быть сделано на основе включения требования к удельным энергиям двух камер, которые известны наряду с объемами и регулируемой температурой и вычисляются следующим образом

$$V_{кор} = V_c\,(t_r - t_c)/(t_r - 5),$$

где V_c — объем камеры;

t_r — комнатная температура;

t_c — температура в камере при исходной температуре 5 °С.

При анализе холодильника с морозильной камерой как отдельной продукции сравнение двух холодильников-морозильников с разными вместимостями будет, в конечном счете, зависеть от предпочтения покупателя. В этом случае недостаточно учитывать корректировку различия технических коэффициентов (например, объемов с регулируемой температурой).

5 Примеры определения входов и выходов типовых процессов и границ системы

5.1 Содержание ГОСТ Р ИСО 14041

В пункте 5.3.5:

«Для материальных входных потоков анализ начинают с выбора исследуемых входных потоков. Такой выбор основан на идентификации входных потоков, связанных с каждым из моделируемых единичных процессов. Эта попытка может быть предпринята на основе собранных данных о конкретной производственной площадке или на основе данных из опубликованных источников. Цель состоит в идентификации наиболее важных входных потоков, связанных с каждым единичным процессом.

Чтобы принять решение о том, какие входные потоки исследовать, в практике ОЖЦ используют следующие критерии, среди которых:

а) масса;

б) энергия;

в) экологическая значимость.

При выполнении начальной идентификации входных потоков только на основе массы может оказаться, что при этом упущены другие важные входные потоки. Поэтому энергию и экологическую значимость потоков также следует использовать в качестве критериев в этом процессе:

а) масса — при принятии решения об использовании массы в качестве критерия требуется включить в исследование все входные потоки, доля которых во входном потоке массы моделируемой продукционной системы не превышает определенного процента;

б) энергия — при принятии решения об ее использовании в качестве критерия требуется включить в исследование все входные энергетические потоки, доля которых во входном энергетическом потоке продукционной системы не превышает определенного процента;

в) экологическая значимость — при принятии решения о ее использовании в качестве критерия требуется включить в исследование входные потоки, которые вносят дополнительный определенный процент в количество каждой конкретной категории данных продукционной системы.

Все выбранные входные потоки, идентифицированные подобным образом, следует моделировать как элементарные потоки».

5.2 Общее представление

Целью ОЖЦ является отбор категорий индивидуальных данных, который может включать в себя всесторонний перечень входов и выходов или может быть специфическим в отношении частных вопросов, которые рассматриваются в процессе исследования.

Категории данных системы должны быть указаны в определении цели и области исследования. Энергетические потоки обычно включают в анализ жизненного цикла, так как данная информация часто легко доступна, а сами потоки энергии могут оказывать значительное влияние на использование природных ресурсов и удаление (сбросы, выбросы).

Решения, касающиеся материальных потоков, которые включают в область исследования ОЖЦ, влияют на результаты ОЖЦ. Важным условием является включение в исследование всех значимых потоков материалов, которые могут влиять на интерпретацию результатов исследования.

Процесс выбора материальных входов, выходов и границ системы представлен на рисунке 3.

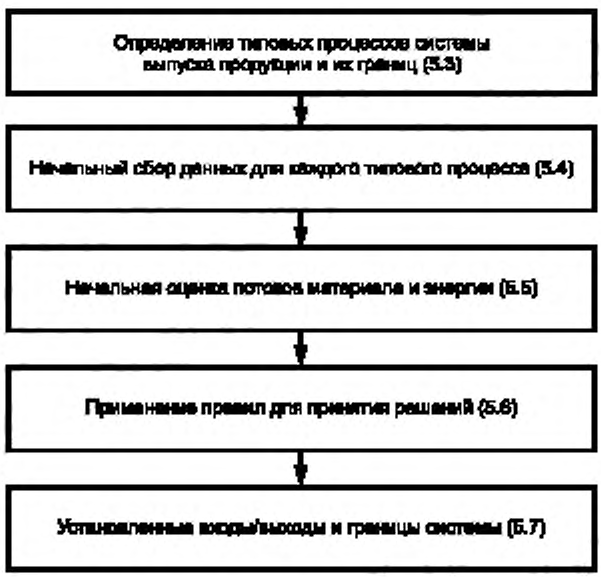


Рисунок 3 — Общее представление установленных входов, выходов и границ системы

5.3 Определение типовых процессов продукционной системы и их границ

Хранение информации обо всех типовых процессах, которые составляют продукционную систему, необходимо для обеспечения поставок продукции и цепочек применений, согласующихся с целью и областью исследования. Типовой процесс с его связанными входами и выходами представлен на рисунке 4. Примером типового процесса может быть «плавка алюминия», являющаяся частью продукционной системы. Этот типовой процесс преобразует входы сырья или промежуточного материала (очищенного оксида алюминия), связанные с вспомогательным материалом, энергией и выбросами в окружающую среду, в промежуточную продукцию, которая затем обрабатывается в пределах продукционной систе-

мы. При таком преобразовании могут быть установлены специальные процессы, осуществляющие данные преобразования. Впоследствии подготавливают список мест, откуда должны поступать отчеты, имеющие отношение к цели и области исследования.

Чтобы установить границы типового процесса, следует установить контакты с рабочими площадками с учетом занятости, представляющей интерес, для определения наименьших частей продукционной системы, для которых имеется доступная информация. Так как существует широкое разнообразие специальных процессов, которые осуществляются на определенной рабочей площадке, то границы типового процесса устанавливают путем сведения к минимуму необходимости проведения процедур распределения.

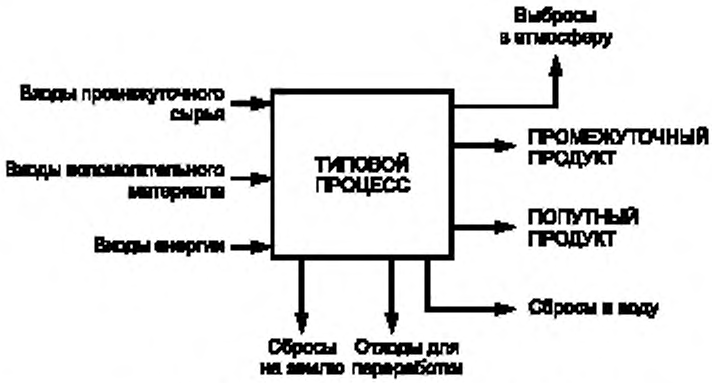


Рисунок 4 — Пример типового процесса

Другой пример описания типового процесса производства пустотелого непрозрачного стекла с соответствующими входами и выходами представлен на рисунке 5.



[1] Сырье: доломит, полевой шпат, известняковый порошок, кварцевый песок.

[2] Выбросы в атмосферу: аммиак, хлористый водород, фтористый водород, углекислый газ, угарный газ, сернистый ангидрид, оксид азота, свинец, пыль.

Рисунок 5 — Пример типового процесса для выпуска прозрачного пустотелого стекла

В качестве сырья используют доломит, полевой шпат, известняковый порошок, кварцевый песок.

В качестве выбросов в атмосферу рассматривают аммиак, хлористый водород, фтористый водород, углекислый газ, угарный газ, сернистый ангидрид, оксид азота, свинец, пыль.

В таблице 4 приведены количественные характеристики потоков для производства прозрачного пустотелого стекла.

Таблица 4 — Количественные характеристики потоков для производства прозрачного пустотелого стекла

Вход (выход)	Категория материала	Единица измерения	Количество
Вход			
Битое стекло: вторичное сырье	Продукция других систем	кг	601,30
Доломит: сырье	Элементарный поток	кг	72,50
Полевой шпат: сырье	Элементарный поток	кг	31,10
Порошок известняковый: сырье	Элементарный поток	кг	27,00
Песок кварцевый: сырье	Элементарный поток	кг	253,10
Сода (Na_2CO_3)	Промежуточный продукт	кг	62,80
Натрия сульфат (Na_2SO_4)	Промежуточный продукт	кг	3,20
Калумит	Промежуточный продукт	кг	6,50
Аммиак (NH_3)	Промежуточный продукт	кг	0,30
Натрия гидроксид (NaOH 50 %)	Промежуточный продукт	кг	21,40
Смазочные материалы	Промежуточный продукт	кг	0,662
Охлаждающая вода	Элементарный поток	$м^3$	1,70
Электроснабжение от общей сети	Промежуточный продукт	кВт · ч	291,00
Дизельное масло (производство)	Промежуточный продукт	кг	0,14
Топливо (общее сжигание)	Промежуточный продукт	кг	152,4
Выход			
Стекло прозрачное пустотелое	Промежуточный продукт	кг	1000,00
Сточные воды	Промежуточный продукт	$м^3$	1,68
Отходы производства стекла	Промежуточный продукт	кг	4,44
Особые отходы производства стекла	Промежуточный продукт	кг	0,65
Аммиак (выброс в атмосферу)	Элементарный поток	г	0,72
Хлористый водород (выброс в атмосферу)	Элементарный поток	г	53,3
Фтористый водород (выброс в атмосферу)	Элементарный поток	г	14,80
Углекислый газ	Элементарный поток	кг	521
Угарный газ	Элементарный поток	г	27,80
Сернистый ангидрид	Элементарный поток	г	1292,00
Оксид азота (выброс в атмосферу)	Элементарный поток	г	1158,80
Свинец (выброс в атмосферу)	Элементарный поток	г	44,60
Пыль (выброс в атмосферу)	Элементарный поток	г	589,60
Жир и масло (сброс в воду)	Элементарный поток	г	42,00

5.4 Начальный сбор данных для каждого типового процесса

При сборе данных следует руководствоваться результатами поиска доступных исходных данных для небольших участков, где, в конечном счете, предполагается собирать данные.

Рекомендуется разработать и разослать поставщикам продукции вопросы, которые они, в свою очередь, могут скопировать и направить своим поставщикам. Но одной рассылки вопросов недостаточно. Даже самый подробный опросный документ с примерами и объяснениями не гарантирует, что каждый отвечающий поймет вопросы одинаково. Поэтому к ответам следует относиться с большой осторожностью. Телефонные переговоры до и после отправки вопросов может увеличить число откликов и качество ответов. Для получения важной информации может потребоваться посещение компании, чтобы удостовериться в правильности присланных данных.

При работе с иностранными компаниями особое внимание следует обратить на единицы измерения и сокращения, которые могут казаться очевидными на родном языке компании, но малопонятными или вводящими в заблуждение людей, говорящих на других языках. В данных случаях не допускается использовать сокращения и применять единицы системы измерения СИ.

Общая информация, запрашиваемая для каждого типового процесса, может включать в себя следующие элементы:

- базовую единицу (например, данные получены на 1 кг масла). Базовая единица типового процесса может представлять собой один или несколько входящих или выходящих материалов или энергетических потоков. Базовая единица может быть также определенным периодом времени (например, «объем производства за год»);

- содержание данных, в том числе:

1) начало и окончание типового процесса;

2) наличие информации о дополнительных веществах, упаковке, очистке, администрировании, маркетинге, научно-исследовательских и конструкторских работах, лабораториях;

3) деятельность по обеспечению нормальной работы персонала (отопление, освещение, рабочая одежда, транспорт, столовая, туалетные комнаты);

4) машины и техническое обслуживание.

Следует также указать, представлены ли данные только для нормального режима работы или включают в себя режим остановки/запуска и прогнозируемые или аварийные ситуации;

- географическое местоположение предприятия;

- применяемую технологию/технологический уровень;

- если в рамках типового процесса выпускается несколько видов продукции, то необходимо предоставить данные распределения взаимодействий в окружающей среде, а при наличии распределения указать, как это происходит.

Следующая информации должна быть включена в спецификацию для каждого единичного входа или выхода:

- период, в течение которого были собраны данные и представляют ли эти данные усредненное значение за весь указанный период или только за его часть;

- как были собраны данные и насколько они являются представительными (например, «1 образец в месяц», «непрерывные измерения», «расчетные данные по регистрируемому потреблению», «оценочные»), включая число измерительных участков, методы измерений и вычислений (в том числе способ расчета среднего значения), значимость возможных исключений и допущений;

- фамилию, имя, отчество и принадлежность лица, ответственного за сбор данных и дату сбора;

- метод проверки достоверности.

Входы и выходы следует приводить, по возможности, с указанием неопределенности (предпочтительно с использованием статистической информации, например, среднеквадратической ошибки и типа распределения, по крайней мере, в виде интервала). Следует указать, откуда поступает входящий поток (например, «вода из частного источника водоснабжения»), а также конечный пункт назначения исходящих потоков (например, «средства обработки сточных вод»). Следует обеспечить легкое понимание в случае, если поток поступает из природной среды или возвращается в нее (например, «очищенные водные стоки сливают в ручей»), в другой технический процесс или из него (например, «ил вывозят на сельскохозяйственные земли»). Для некоторых потоков важно указать не только количество, но и качество (например, содержимое сухой массы, количество масла, запас энергии).

Процессы транспортировки предпочтительно указывать как отдельные типовые процессы. Транспортная система может быть, например, разделена на следующие части:

1) фиксированную инфраструктуру (дороги, линии, трубопроводы, порты, станции),

2) подвижное средство перевозки (грузовой автомобиль, самолет, контейнер),

3) источник энергии (дизель, электричество).

Для каждого вида перевозок могут быть указаны следующие значения:

- тип энергии и величина, относящиеся как к расстоянию в километрах, так и характеристике транспорта в виде произведения массы на расстояние (кг·км);

- обменные процессы в окружающей среде, связанные как с расстоянием, так и характеристикой транспорта;

- среднюю нагрузку в процентах, включая обратный путь без груза, и корректирующие факторы, применяемые для поездок.

5.5 Начальная оценка потоков материала и энергии

На основе собранных исходных данных начальную оценку потоков материала и энергии проводят в соответствии с примером стеклянных бутылок, приведенным в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 — Твердые вещества, используемые в качестве входов для производства стеклянных бутылок и перечисленные в порядке уменьшения содержания

Материал	Значение	Единица измерения	Всего за рабочий период
Уголь (бурый и шахтный)[1)]	53,1	кг	53,1
Сырая нефть[1)]	43,7	кг	96,8
Песок[1)]	8,7	кг	105,5
Лом белой жести и стали от других систем[1)]	7,3	кг	112,8
Известняк и известь[1)]	6,9	кг	119,7
Битое стекло от других систем[1)]	6,8	кг	126,5
Природный газ (6,22 м^3)[1)]	4,9	кг	131,4
Гидроксид натрия[1)]	4,5	кг	135,9
Дерево[1)]	4,0	кг	139,9
Хлорид натрия[1)]	2,7	кг	142,6
Серная кислота[1)]	1,1	кг	143,7
Клей[1)]	0,7	кг	144,4
Каолин[1)] и связующее вещество[2)]	0,6	кг	—
Мыло[2)]	0,5	кг	—
Сульфат натрия	0,06	кг	—
Гипохлорид	0,05	кг	—
Масло валика	0,048	кг	—
Хлор	0,030	кг	—
Хлорат натрия	0,030	кг	—
Водород	0,030	кг	—
Олово	0,025	кг	—
Уголь антрацит	0,020	кг	—
Диоксид серы	0,020	кг	—
Не задано	0,012	кг	—
Перекись	0,005	кг	—
Водород	0,002	кг	—
Оксид кобальта	0,002	кг	—
Итого (нет данных по печатной краске и цветам)	145,8	кг	—
Вода	7000	л	—

[1)] См. пример в 5.6.1.
[2)] См. пример в 5.6.3.

Таблица 6 — Процессы потребления энергии на этапах жизненного цикла стеклянных бутылок, разделенные между непосредственным потреблением электричества, термическими и другими процессами, транспортом и исходным сырьем

В процентах

Процесс потребления энергии (прямое потребление)	Электричество	Тепло	Транспорт	Исходное сырье
Добыча и очистка сырья	0,1	2,6	—	—
Производство стекла	4,5	14,2	—	—
Полоскание и наполнение	64,4	61,4	—	—
Использование (хранение в холодильниках потребителей)	15,9	—	—	—
Возврат (очистка стекла)	0,1	—	—	—
Обращение с отходами, включая сжигание	—	—	—	2,9
Наклейки (полный жизненный цикл)	4,4	8,8	—	60,6
Крышки бутылок (полный жизненный цикл)	10,2	10,5	—	12,9
Тара (полный жизненный цикл)	0,5	2,5		23,6
Распределение	—	—	79,1	—
Транспорт, кроме распределения	—	—	20,9	—
Всего	100 %	100 %	100 %	100 %
Всего в кВт·ч или МДж	78 кВт·ч	750 МДж	743 МДж	67 МДж

5.6 Применение решающих правил

Следующие правила могут быть применены в последовательном порядке.

5.6.1 Основные правила для включения массы

Часто принимают решение об исключении материала из-за его массы. В научной литературе в доступной форме изложены эмпирические правила, например, исключение материалов, которые вносят меньше 5 % для массовых входов типового процесса, или материалов, которые вносят меньше 1 % общей массы на входе определенной системы. Однако с точки зрения качества данных предпочтение следует отдавать основным правилам, которые базируются на совокупном вкладе в исследуемую систему, а не на вкладе каких-либо отдельных материалов. Одним из основных правил является требование включать все материалы, которые дают общий совокупный вклад больше установленного процентного значения от входов всей массы в систему выпуска продукции.

Пример — Для системы выпуска бутылок в таблице 4 определено, что сумма включенных материалов должна быть больше 99 % общей массы, входящей в систему. В соответствии с данным основным правилом в анализ были включены материалы, для которых приведены сноски. Остальные материалы, приведенные в таблице 4, могут быть исключены из дальнейшего анализа.

5.6.2 Основные правила для энергии

Включение процессов только на основе критерия массы в результате приводит к тому, что важные данные остаются неучтенными. В то время как масса является важным индикатором значимости материалов, некоторые материалы являются намного более важными по сравнению с другими с энергетической точки зрения. Поэтому рекомендуется заменять основное правило, базирующееся на значении массы, на решающее правило, базирующееся на требовании совокупной энергии анализируемой системы.

Пример — Энергетические требования для системы выпуска бутылок приведены в таблице 5. Эти данные отражают некоторые важные процессы, которые могли бы быть исключены, если бы анализ проводился только на основе сухих масс, подаваемых на входы. Оба процесса «полоскание и наполнение» и «использование (хранение в холодильниках потребителей)» имеют очень низкие входы материалов, но являются источниками существенной доли энергетического потребления системы.

5.6.3 Решающие правила для экологической значимости

Критерии массы, приведенные в примере со стеклом, могут быть заменены критериями экологической значимости. Количественная оценка материалов, от которых ожидают большой вклад значимых токсичных выбросов, приводит к дополнительному включению материалов, приведенных со сноской 2) в таблице 5.

Основное количественное правило для экологической значимости может быть установлено для каждой индивидуальной категории данных или категории оценки воздействия. В примере со стеклянными бутылками применено основное правило, включающее в себя процессы, совокупный вклад которых охватывает 90 % первоначально вычисленного количества для каждой категории.

Пример — Категория воздействия «токсичность для человека, воздух» должна включать в себя подробное исследование данных категорий «свинец в атмосфере» и «оксиды азота в атмосфере», так как они составляют 90 % в категории токсичности (см. таблицу 7). Это приводит к включению стекольного производства как отдельного процесса из-за выброса свинца (который вносится кусочками разбитого стекла, полученными от других систем).

Таблица 7 — Процессы системы выпуска стеклянных бутылок, вносящие вклад не меньше 90 % в категорию потенциального воздействия «токсичность для человека, воздух»

Наименование	Процесс производства
Свинец (56 %)	Стекольное производство (72 %)
	Другие термические процессы (20 %)
	Производство электроэнергии (7 %)
	Транспортные процессы (1 %)
Оксиды азота (34 %)	Транспортные процессы (73 %)
	Термические процессы и т. д. (15 %)
	Производство электроэнергии (12 %)

5.7 Установленные входы, выходы и границы системы

Используя основные положения, упомянутые выше, устанавливают материальные входы и выходы, подлежащие включению в исследование ИАЖЦ, и границу системы. Этот процесс позволяет получить дополнительную информацию в отношении пропорций к абсолютным величинам массы, энергии и экологической значимости. Следовательно, основные правила нацеливают интеллектуальные и временные ресурсы на те области исследования, которые способны улучшить общее качество исследования ИАЖЦ.

6 Примеры уклонения от распределения

6.1 Содержание ГОСТ Р ИСО 14041

Чтобы избежать процедуры распределения, в тексте ГОСТ Р 14041 установлено следующее:

В пункте 6.5.2:

«Процедура, использованная для распределения входных и выходных потоков каждого единичного процесса, должна быть документирована и обоснована».

В пункте 6.5.3:

«должны быть использованы следующие процедуры:

а) по возможности следует избегать процедуры распределения:

- разделением при распределении единичного процесса на два или более подпроцесса и сбора данных о входных и выходных потоках, относящихся к этим подпроцессам;

- расширением продукционной системы путем включения в нее дополнительных функций, относящихся к попутной продукции, принимая во внимание требования 5.3.2».

6.2 Общее представление

В данном подразделе приведены два примера уклонения от распределения, которые показывают гибкость применения ГОСТ Р ИСО 14041. Оба примера, приведенные в 6.3, 6.4 настоящего стандарта изображены на рисунке 6.

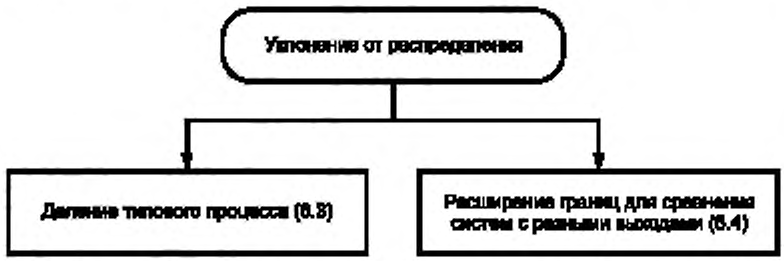


Рисунок 6 — Общее представление примеров уклонения от распределения

Пример, приведенный в 6.3, дает описание уклонения от распределения путем деления типового процесса. Пример, приведенный в 6.4, заключается в расширении границ системы для того, чтобы два измененных варианта давали то же самое количество одной и той же конечной продукции. Этот метод гарантирует, что оба варианта системы будут производить одинаковые количества, например, пластмассы и тепла, так что может быть проведено сравнение потребления общего ресурса и выделений в окружающую среду.

6.3 Пример уклонения от распределения путем деления типового процесса, подлежащего распределению, на два или более процесса

Распределение иногда применяют к продукции, производство которой можно рассматривать в виде несвязанных процессов. Это может происходить, например, при сборе данных в конкретном месте без более глубокого изучения деталей, касающихся особых процессов, происходящих на данном участке.

На рисунке 7 показано, как можно избежать ненужного распределения. В этом случае распределение между хромированными рулонами и рулонами с органическим покрытием вызывает необходимость распределения экологических входов и выходов, связанных с потреблением растворителя на линии органического покрытия, в производство рулонов с хромированным покрытием. Это может иметь последствия на всех этапах входящего потока (если выход продукции на обеих линиях нанесения покрытия различается).

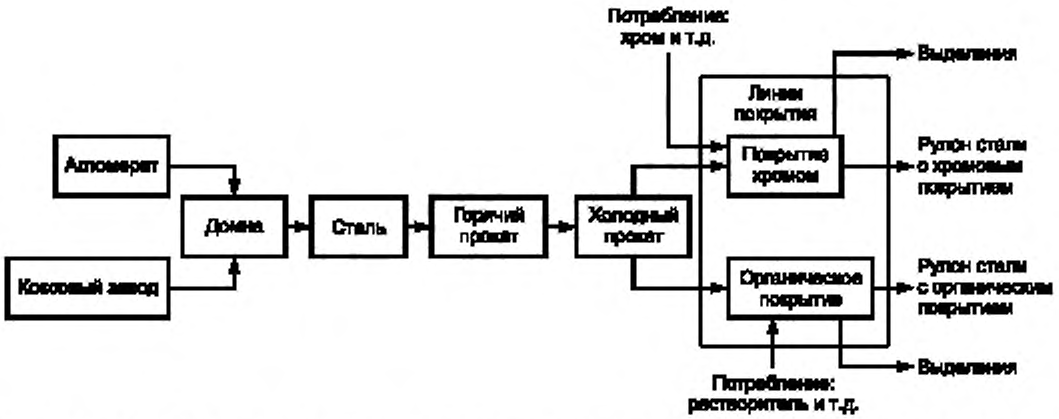


Рисунок 7 — Система, в которой распределения можно избежать путем сбора более точных данных и ее разделения на две подсистемы

В этом случае, если при сборе данных приходится иметь дело с покрытиями как хромом, так и органикой, необходимо распределять экологические входы и выходы между двумя линиями. Соответственно необходимо собирать данные отдельно для каждого покрытия, чтобы разделить единую технологическую линию покрытия на два процесса.

6.4 Пример уклонения от распределения путем расширения границ для сравнения систем с различными выходами

Пластиковые упаковочные материалы после использования потребителем могут быть переработаны в различные виды продукции, в зависимости от варианта возврата. В качестве примера на рисунке 8 показаны входы и выходы, связанные с альтернативной переработкой 1 кг пластиковых отходов. Один пример включает в себя повторное использование материалов и получение пленки из пластмассы в качестве попутного продукта. Другой вариант включает в себя возврат энергии и производство тепла в качестве побочного продукта. Так как в процессе повторного использования материала и возврата энергии вырабатывается разная продукция, то потребление ресурсов и выделения в окружающую среду в процессе проведения двух процессов нельзя сравнить.

Для облегчения сравнения этих двух вариантов может быть применено расширение границ системы в соответствии с рисунком 9.



Рисунок 8 — Пример повторного использования материала и возврата энергии



Рисунок 9 — Пример расширения границ системы

Применение этого метода расширяет границы системы так, что система в двух модифицированных вариантах может производить одинаковое количество аналогичной конечной продукции. Повторное использование материала дополняется эквивалентным процессом, называемым также взаимодополняющим, с помощью которого вырабатывается 26 МДж тепловой энергии из первичных ресурсов. Аналогично вышеуказанный эквивалентный процесс, вырабатывающий 0,8 кг пластиковой пленки из первичных ресурсов, дополняется к маршруту возврата энергии. Так как этот метод гарантирует, что оба варианта производят одно и то же количество пластика и тепловой энергии, то общее потребление ресурсов и выделения в окружающую среду могут быть сравнимы.

Данный подход может быть использован для сравнений более двух вариантов повторения цикла с разными продуктами.

Дополнительные процессы, которые предполагается добавить к системам, должны быть такими, чтобы они могли быть привлечены при коммутации между анализируемыми системами. Для выявления этого необходимо определить следующее:

- будет ли производственный объем исследуемых продукционных систем изменяться со временем (в этом случае могут иметь большое значение разные рынки и технологии) или производственный объем остается постоянным (в этом случае существует предел насыщения);

- отдельно для каждого рынка: оказывается ли непосредственное влияние на специальный типовой процесс (в этом случае типовой процесс является приемлемым) или входы поставляются через открытый рынок и тогда необходимо также определить следующее:

- имеют ли ограничения какие-либо процессы или технологии, поставляемые на рынок (в этом случае они не применимы, так как их выход не изменяется, несмотря на изменение спроса),

- какие поставщики/технологии имеют наибольшие или наименьшие производственные затраты и соответственно являются основными поставщиками/технологиями когда спрос на дополнительный продукт, как правило, уменьшается или увеличивается соответственно.

Дополнительные положения о применяемых технологиях приведены в 9.3.3.

7 Примеры распределения

7.1 Содержание ГОСТ Р ИСО 14041

В отношении методов распределения в ГОСТ Р ИСО 14041 установлено следующее:

В пункте 6.5.3:

«Должны быть использованы следующие процедуры:

б) если процедуры распределения избежать нельзя, входные и выходные потоки системы должны быть разделены между различной продукцией или функциями так, чтобы были отражены реальные физи-

ческие взаимосвязи между ними, т. е. они должны отражать то, как изменяются входные и выходные потоки при количественных изменениях продукции или функций, обеспечиваемых системой;

в) если одни физические взаимосвязи не могут быть установлены или использованы как основа распределения, то входные потоки должны быть распределены между различной продукцией или функциями таким образом, который бы отражал другие взаимосвязи между ними. Данные о входных и выходных потоках могут быть распределены между попутной продукцией пропорционально их экономически выгодным значениям».

7.2 Общее представление

Два примера, приведенные в 7.3 настоящего стандарта, соответствуют поэтапному методу, описанному в 6.4.2 ГОСТ Р ИСО 14041, и дают ответ на вопрос: возможно ли распределение, которое отражает основные физические взаимоотношения? Пример, приведенный в 7.3.1, дает ответ «да» и представляет распределение, которое осуществляется путем только физических взаимоотношений. В 7.3.2 приведен пример, в котором физические взаимоотношения для распределения отсутствуют и использован только экономический путь. Общее представление метода распределения представлено на рисунке 10.



Рисунок 10 — Общее представление метода распределения

7.3 Описание примеров

7.3.1 Пример распределения на основе чисто физических взаимоотношений

При исследовании ИАЖЦ рассматриваемой упаковочной системы распределение от цеха наполнения тары до оптовой/розничной продажи включает в себя упаковки, заполненные продукцией. Если цель исследования предусматривает ИАЖЦ упаковок отдельно от их содержимого, то в этом случае проблема может быть решена путем распределения данных ИАЖЦ между упаковками и их содержимым.

Количество потребления топлива и выхлопные газы грузового автомобиля зависят от таких факторов, как нагрузка, скорость и дорожный режим, но в данном примере учитываются только масса и объем груза. Для упрощения анализа[1] для грузового автомобиля с перевозимым грузом применили линейную зависимость между потреблением топлива и массой нагрузки. С другой стороны, количество топлива, потребляемое автомобилем без груза на обратном пути, принимают за постоянную величину (рисунок 11).

Также было сделано допущение, что причиной выделений является транспорт.



Рисунок 11 — Потребление топлива грузовым автомобилем в зависимости от перевозимого груза

[1] Любое упрощение нуждается в обосновании во избежание неправильного использования.

Задача транспортных средств — перевозить, по возможности, наибольшее число предметов потребления, но часть грузоподъемности грузового автомобиля всегда приходится на упаковки, необходимые для перевозки. Следовательно, масса упаковок, а также их конструктивное исполнение оказывают существенное влияние на максимальную перевозимую массу предметов потребления. Для распределения сначала должно быть установлено, осуществлялось использование грузового автомобиля из расчета грузоподъемности или вместимости, и необходимо ли определять долю упаковки.

Для этого требуется определить следующие пять основных значений:

- максимальную грузоподъемность грузового автомобиля;
- максимальную вместимость кузова автомобиля;
- плотность содержимого;
- реальную массу содержимого;
- реальную массу упаковок.

Далее приведены два примера распределения при использовании грузоподъемности и вместимости грузового автомобиля с допущением, что максимальная грузоподъемность автомобиля равна действительной нагрузке.

1) Использование грузоподъемности. Грузовой автомобиль с максимальной массой нагрузки 40 т и полезной нагрузкой 25 т перевозит 25 т наполненных упаковок, т. е. в пределах своей полной грузоподъемности. На долю упаковок приходится 5 т. Это означает, что 20 % грузоподъемности приходится на упаковки и соответственно 20 % экологических входов данной транспортировки (масса без груза и полезная нагрузка) должны быть отнесены к упаковкам.

2) Использование вместимости. Тот же самый грузовой автомобиль нагружен до полной вместимости и перевозит 17 т упаковок, заполненных теми же предметами потребления. 2 т из 17 т полезной нагрузки приходятся на упаковки (тару). Вследствие большого объема использованного упаковочного материала перевозимая масса предметов потребления составляет 15 т, что соответствуют 60 % максимальной нагрузки. 40 % грузоподъемности приходится на упаковки и в соответствии с этим 40 % собственной массы автомобиля приходится на упаковки. С учетом общей полезной нагрузки процент упаковок составляет 12 %. Следовательно, только 12 % экологических входов, связанных с полезной нагрузкой, приходится на упаковки.

7.3.2 Пример распределения на экономической основе

Битум производят на нефтеочистительных заводах, так же как другие попутные продукты, например, бензин, керосин, газойль и топочный мазут. В процессе переработки нефти получают 5 % массовой фракции битума и 95 % массовой фракции другой попутной продукции. Для упрощения[1)] добычу нефти, транспортирование и процесс переработки рассматривают как один типовой процесс с набором входных и выходных данных $\{D_j\}$, включая истощение нефтяных ресурсов, потребление топлива, выбросы газов при транспортировании и выделения, к которым относят, например, расходы на эксплуатацию промысла, отходы процесса переработки и отработанный катализатор, как показано на рисунке 12.

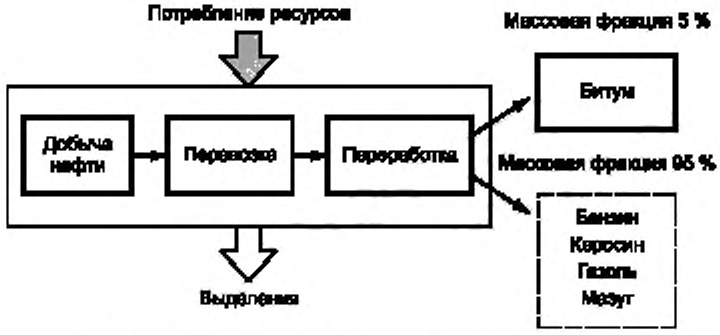


Рисунок 12 — Пример процесса производства битума

Возможность избежать распределения путем идентификации процесса, в результате которого получают только битум, отсутствует, поскольку все попутные продукты получают из того же самого входа, т. е. сырой нефти.

[1)] Любое упрощение анализа нуждается в обосновании во избежание неправильного понимания.

Следовательно должен быть найден фактор распределения F, который соответствующим образом обеспечивает совместное использование набора данных $\{D_i\}$ в битуме и других попутных продуктах. Данные $\{D_i\}$, умноженные на фактор F, определяют нагрузку на окружающую среду, которая должна быть отнесена к битуму.

Следующим этапом является установление, можно ли определить физический параметр путем вычисления фактора распределения. В соответствии с ГОСТ Р ИСО 14041 эти физические взаимоотношения должны определить путь, на котором входы и выходы обмениваются количественными изменениями в продуктах, поставляемых системой.

Один из методов определения физического параметра, заключается в непрерывном изменении отношений между разными попутными продуктами для того, чтобы выяснить, как набор данных варьируется с изменением в выходе продукта. В примере покрытия лаком металлических частей А и В (ГОСТ Р ИСО 14041, раздел В.3, пример 3) физический параметр (специальная лакированная поверхность продукции) мог бы быть идентифицирован и обоснован количественными изменениями в продуктах, поставляемых системой, т. е. путем непрерывного изменения отношения двух разновидностей лакированных металлических частей.

Этот метод в данном случае непригоден, потому что отношение между массой битума и массой других попутных продуктов можно изменять только в небольшом диапазоне, что вызывает значимое изменение в параметрах процесса, включая потребление энергии.

В таком случае любой физический параметр, например масса, запас энергии, удельная теплопроводность, вязкость, особая масса и т. д., может быть принят во внимание, чтобы установить параметр, который отражает основное физическое взаимоотношение между битумом и другими попутными продуктами. В данном случае применили массу, но ни один из упомянутых выше параметров не может быть обоснован как предпочтительный перед другими. Тот факт, что отношение между битумом и другими попутными продуктами не может непрерывно изменяться, указывает на невозможность применения метода распределения. Поэтому следует использовать третий вариант, указанный в ГОСТ Р ИСО 14041, т. е. экономическое распределение. Можно предположить, что в среднем за последние 3 г рыночная цена 1 кг битума составляет 50 % рыночной цены средней величины других попутных продуктов. Это означает, что причинная обусловленность бурения, перекачки, транспортирования и переработки нефти относится скорее к производству других попутных продуктов, чем к производству битума. В этом случае распределения определяют как $F = 0{,}5 \times 0{,}05 = 0{,}025$, что означает, что 2,5 % каждого из данных $\{D_i\}$ могут относиться к массе битума и 97,5 % — к массе других попутных продуктов. В этом случае распределение на массу битума было бы отнесено 5 % каждых данных в наборе $\{D_i\}$.

8 Примеры применения методов распределения для повторения цикла или операции

8.1 Содержание ГОСТ Р ИСО 14041

Для повторения цикла в ГОСТ Р ИСО 14041 указано следующее.

В пункте 6.5.4

«Принципы и процедуры распределения, приведенные в 6.5.2 и 6.5.3, также применяют для процессов повторного использования и рециклинга. Однако такие ситуации требуют учета дополнительных факторов по следующим причинам:

а) при повторном использовании и рециклинге (так же как при компостировании, использовании вторичных энергоресурсов и других процессов, которые могут быть отнесены к повторному использованию/рециклингу) можно предполагать, что входные и выходные потоки, связанные с единичными процессами для удаления и обработки сырьевых материалов и конечной утилизации продукции, могут быть распределены между продукционными системами;

б) повторное использование и рециклинг могут изменить соответствующие свойства материалов при их последующем использовании;

в) особое внимание необходимо при определении границ системы относительно процессов восстановления.

Некоторые процедуры распределения применимы для повторного использования и рециклинга. При этом следует учитывать изменение соответствующих свойств материалов. Некоторые процедуры, приведенные на рисунке 13 и различающиеся по приведенным параметрам, служат иллюстрацией к рассмотрению следующих ограничений:

- процедуры распределения закрытого типа применяют к продукционным системам с замкнутым контуром. Они также применимы к продукционным системам с открытым контуром, если не происходит изменение присущих материалам свойств, подвергшихся рециклингу. В таких случаях необходимость распределения отсутствует, так как использование вторичных материалов заменяет использование исходных (первичных) материалов. За первым использованием исходных материалов применительно к продукционным системам с открытым контуром могут следовать процедуры распределения открытого типа;

- процедуры распределения открытого типа применяют к продукционным системам с открытым контуром, где материал подвергается рециклингу в других продукционных системах и при этом происходят изменения свойств, присущих этим материалам. Процедуры распределения для разделенных единичных процессов (6.5.3) должны использовать как основу для распределения следующие данные:

- физические свойства;

- экономически выгодные значения (например, значение лома по отношению к значению первичных материалов);

- количество последующих использований материалов, подвергшихся рециклингу.

Для процессов восстановления границы между исходной и последующей продукционными системами должны быть идентифицированы и обоснованы при обеспечении соблюдения принципов распределения (6.5.2)».

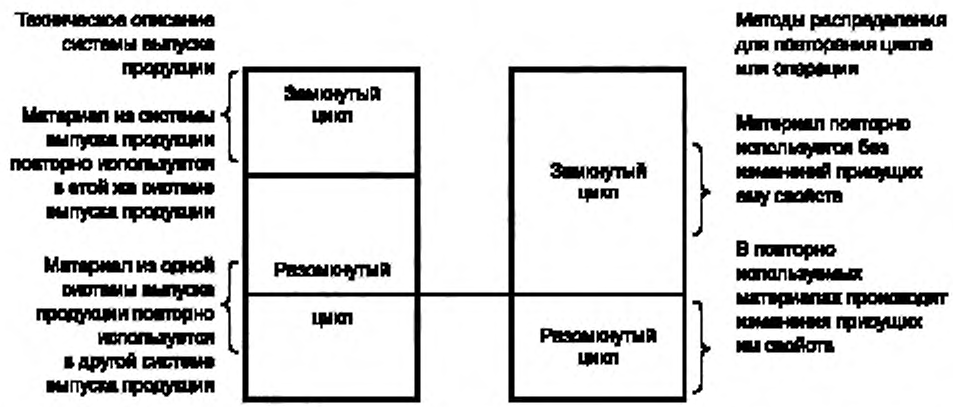


Рисунок 13 — Различие между техническим описанием продукционной системы и процедурами распределения для рециклинга

8.2 Общее представление

Приведены три следующих примера: замкнутый цикл, разомкнутый цикл с методом замкнутого цикла и только разомкнутый цикл (рисунок 14).

Установлено наблюдение, чтобы распределение не возникало при повторном использовании по замкнутому и разомкнутому циклу (с процедурой замкнутого цикла).

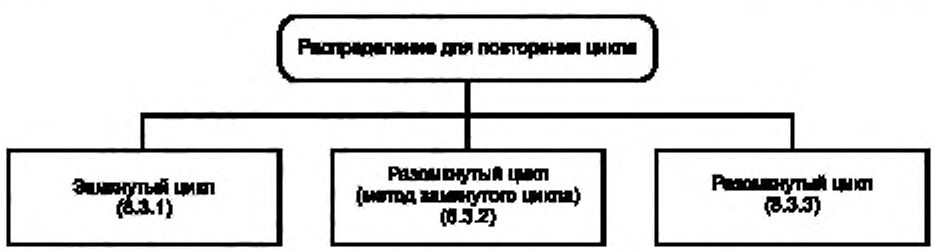


Рисунок 14 — Общее представление повторения цикла

8.3 Описание примеров

8.3.1 Пример повторного использования по замкнутому циклу

В процессе производства HFC-134a, используемого в качестве альтернативного фторуглеводородного хладагента, применяют этилен в качестве компонента сырья, но после реакции остается доля этилена (0,05 ед.) и с ней обращаются как с субстанцией, которую планируется использовать повторно.

Для этого примера может быть применен метод распределения по замкнутому циклу. Этилен на выходе замещает эквивалентное количество этилена на входе, необходимого для следующей загрузки, и чистое потребление этилена уменьшается до 0,95 ед. в расчете на производственный цикл.

Возможно, что этилен, остающийся в результате процесса, будет не таким чистым, как первичный этилен входящего потока. Поэтому в данном процессе может быть проведен дополнительный этап очистки, чтобы довести этилен повторного использования до такого же уровня качества, как первичный материал. В результате границы исследуемой системы расширяются. Метод распределения по замкнутому циклу остается применимым к расширенной системе и позволяет уклониться от необходимости расширения. Последовательность технологических операций в этом случае приведена на рисунке 15.

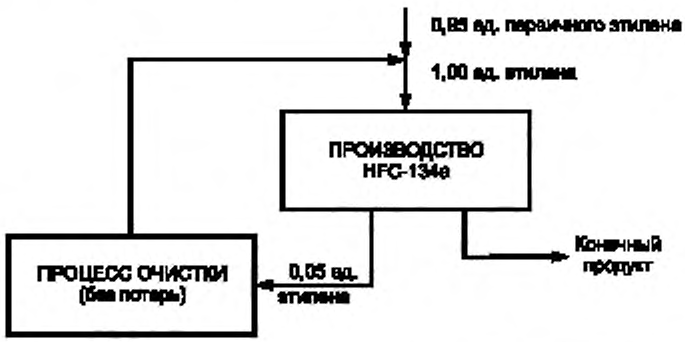


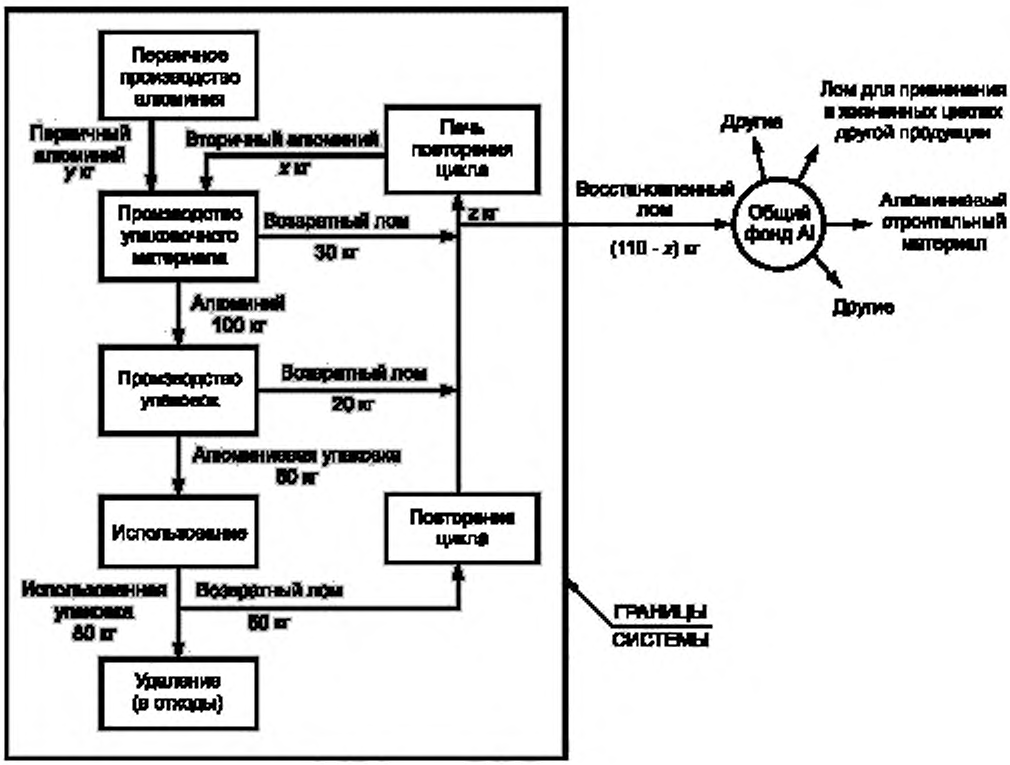
Рисунок 15 — Пример последовательности операций повторного использования по замкнутому циклу

Чистое потребление этилена остается одним и тем же в этом примере, но к исследуемому ИАЖЦ этой системы должно быть добавлено и другое потребление (например, расход электроэнергии), а также выбросы.

8.3.2 Примеры технологии повторного использования по замкнутому циклу

Существуют случаи, когда повторение цикла в специальной производственной системе происходит в независимых материальных фондах специальной продукции для повторного использования стекла, стали, алюминия и т. д. Система выпуска специальной продукции поставляет сырье в общий фонд и получает вторичный материал из этого фонда. Если импорт и экспорт вторичного сырья между общим фондом и жизненным циклом специальной продукции являются эквивалентными, то система выпуска специальной продукции может быть смоделирована аналогично повторному использованию по замкнутому циклу. Если осуществляется только экспорт или импорт вторичного сырья, то должен использоваться разомкнутый цикл (с технологическим процессом по замкнутому циклу) и необходимо дополнительное рассмотрение вопросов в отношении обращения с попутными продуктами. Возникает проблема распределения в отношении выгоды повторного использования экспорта или импорта.

Пример производства алюминия поясняет данную проблему и предоставляет решение проблемы распределения. Упрощенный жизненный цикл алюминиевой упаковки приведен на рисунке 16. В применяемой на практике технологии, требующей спецификации для алюминиевой упаковки, используется фиксированный процент содержания алюминия, полученного из вторичного сырья. Следовательно, количество восстановленного металлического лома больше, чем входная пропускная способность этой системы.



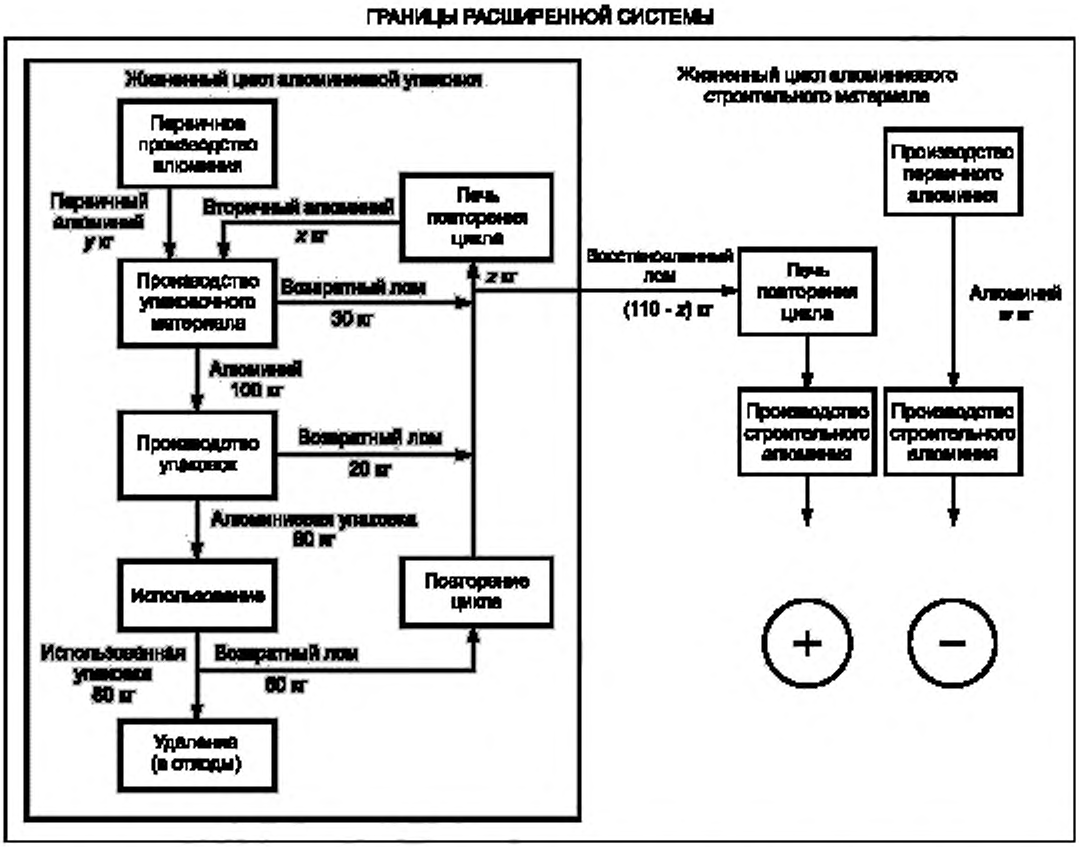
Примечание — Значения приведены для примера.

Рисунок 16 — Разомкнутый цикл с технологией повторного использования по замкнутому циклу для алюминиевой упаковки

Поэтому полезный выход лома участвует в повторном использовании по разомкнутому циклу за пределами системы выпуска специальной продукции. Выход полезного лома в общий фонд можно считать попутным продуктом.

Решение проблемы распределения заключается в расширении границ системы. На основной вопрос «какая польза от выхода полезного лома при производстве алюминия?» ответом является то, что дополнительное количество лома на рынке алюминия увеличивает количество доступного полученного из вторичного сырья алюминия, который заменяет алюминиевые металлы из первичного материала.

Метод «расширения границы системы для уклонения от распределения» позволяет вычислить эффективность выхода алюминиевого лома без примесей из системы выпуска специальной продукции в отношении замены алюминия из первичного материала на полученный из вторичного сырья алюминия, в других производственных системах, например при изготовлении алюминиевых оконных рам (рисунок 17). Обработка выхода чистого алюминиевого лома из печи путем повторения цикла, приведенного на рисунке 16, вызывает дополнительное воздействие на окружающую среду. Но при этом следует принять во внимание выгоду для окружающей среды от замены производства w кг алюминия из первичного материала (рисунок 16). Используя данную технологию вычисляют разность между производством алюминия, полученного из вторичного сырья, и производством этого же продукта из первичного материала. Разность воздействия на окружающую среду между двумя способами производства является выгодной для выхода чистого лома и приносит пользу исследуемой системы выпуска алюминиевой упаковки.



Примечание — Для жизненных циклов другой продукции используют материал из алюминия.

Рисунок 17 — Разомкнутый цикл с технологией повторного использования по замкнутому циклу для алюминиевой упаковки в системе с расширенными границами

При рассмотрении технологии производства специальной продукции ее влияние на окружающую среду может быть определено методом повторного использования по замкнутому циклу. Эта модель базируется на скорректированном технологическом разделении производства первичного и вторичного алюминия (рисунок 18). Такая модель требует, чтобы процессы производства первичного алюминия в печи повторения цикла были идентичными или не сильно отличались от системы выпуска специальной продукции и от остальной продукции из алюминия, а также чтобы свойства, присущие первичному и вторичному алюминию, были идентичными или подобными.

В этой модели повторного использования по замкнутому циклу сделаны следующие допущения:

- изготовление одного и того же количества алюминиевого упаковочного материала согласно рисунку 16, а именно, 100 кг;
- возврат одинакового количества алюминиевого лома, а именно, 110 кг.

8.3.3 Пример повторного использования по разомкнутому циклу

В данном примере рассмотрена гипотетическая система производства беленого крафт-картона (КВРВ). Пример не отражает систему выпуска специальной продукции или категорию на этом широком условии и не предоставляет точных данных. Использованные методы распределения основаны как на физических свойствах, так и на ряде последующих применений возвратных материалов. Последовательность операций, указанная на рисунке 19, показывает этапы, характеризующие данный пример.

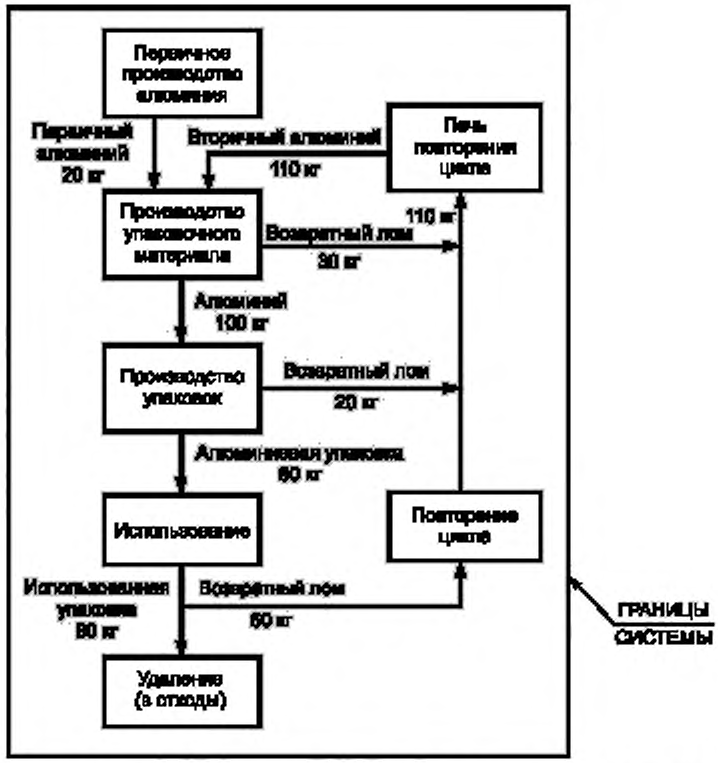


Рисунок 18 — Модель повторения цикла для алюминиевой упаковки с корректированным разделением технологического процесса выпуска специальной продукции

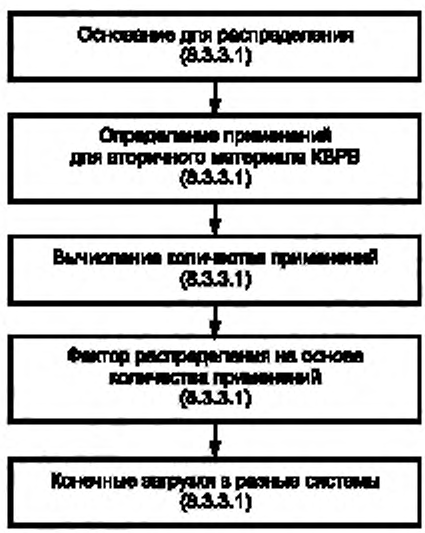


Рисунок 19 — Этапы примера повторного использования по разомкнутому циклу

8.3.3.1 Основание для распределения

Основным фактором распределения продукции является полная загрузка, которая будет распределена между первичным продуктом и продукцией, полученной из вторичного волокна, которая отражает загрузки, связанные с системой выпуска первичной (исходной) продукции до тех пор, пока не закончится жизненный цикл этой продукции. Основание для распределения показано на рисунке 20.



Рисунок 20 — Основание для распределения

8.3.3.2 Определение применений извлеченного/повторно используемого материала для производства беленого крафт-картона

Известны два основных применения тонких бумажных и картонных отходов и других продуктов, изготовленных из бумажных отходов. Разница состоит в том, что использованную тонкую бумагу или картон повторно использовать невозможно. Другие продукты из бумажных отходов возможно использовать для восстановления и повторного применения.

В данном примере считается, что 30 % КВРВ направляют на городскую свалку и предприятия для ликвидации, а 70 % поступают в системы извлечения и повторного использования бумаги, как указано выше.

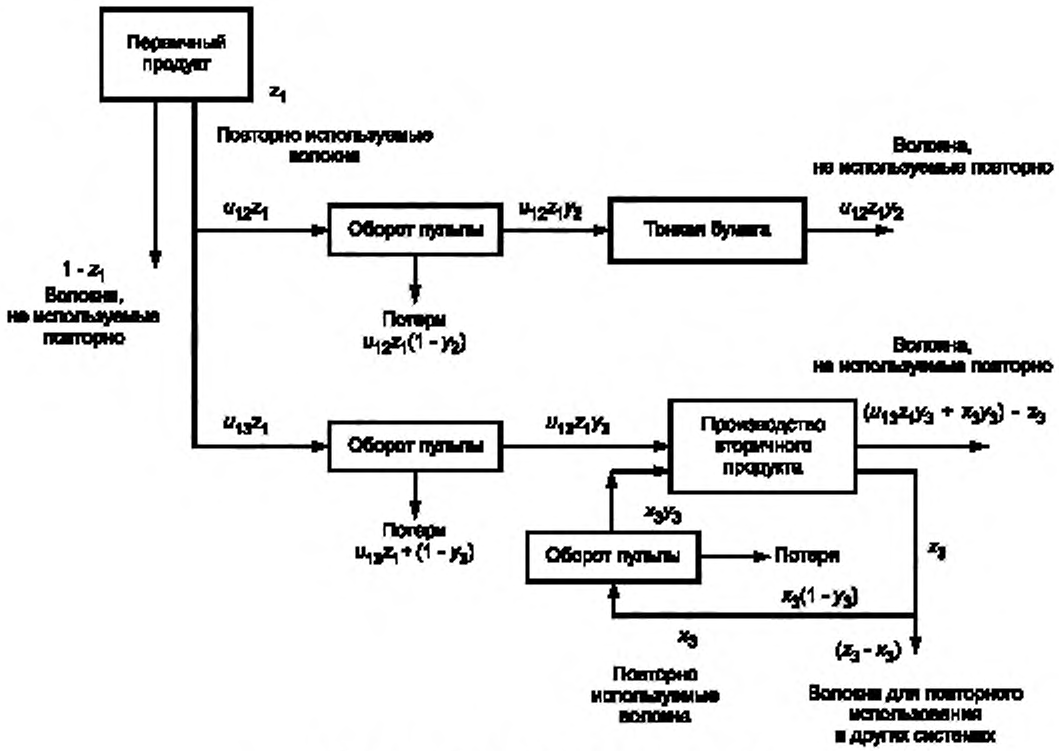
Продукционные системы, использующие утилизацию отходов и изготавливающие 70 % извлеченного КВРВ, являются разными по своей сути. Согласно расчетам 25 % всех извлеченных из отходов волокон используют для изготовления тонкой бумаги, а 75 % всех извлеченных волокон КВРВ поступают в другие продукционные системы, которые применяют технологию замкнутого или разомкнутого цикла. Информация о потоке материала и фракций приведена на рисунке 21. Значения переменных приведены в 8.3.3.3. Всю выработку считают равной 1,0 (без потерь) для того, чтобы упростить вычисления.

8.3.3.3 Вычисление числа применений

С помощью рисунка 21 возможно определить общее число применений u. Использованы следующие значения переменных:

z_1 — фракция первичного продукта, которая извлечена после первого применения и затем использована повторно;

u_{12} — фракция волокон z_1, которые повторно используют для изготовления тонкой бумаги;



$z_1 = 0{,}70$; $u_{12} = 0{,}25$; $u_{13} = 0{,}75$; $z_3 = x_3 = 0{,}5$; $y_3 = 1{,}0$.

Рисунок 21 — Разные применения отходов и извлеченного КВРВ

u_{13} — фракция волокон z_1, которые повторно используют для изготовления вторичной продукции. Сумма $u_{12} + u_{13}$ равна 1,0;

y_2 — извлечение волокон из оборотной пульпы для изготовления тонкой бумаги;

y_3 — извлечение волокон из оборотной пульпы для повторно используемой продукции;

z_3 — фракция повторно используемой продукции, которую используют в дальнейшем;

x_3 — фракция повторно используемой продукции в системе с разомкнутым циклом;

$z_3 = x_3$ отсутствие повторного использования волокон после их использования в системе с разомкнутым циклом.

Для повторного использования, представленного на рисунке 21, общее число применений u для z_1 волокон может быть вычислено следующим образом:

$u = 1$ — первое применение повторно используемой первичной продукции;

$+ z_1 u_{12} y_2$ — применение повторно используемой продукции для производства тонкой бумаги;

$+ z_1 u_{13} y_3$ — применение повторно используемой продукции (первый проход);

$+ z_1 u_{13} y_3 (z_3 y_3)$ — применение повторно используемой продукции (второй проход);

$+ z_1 u_{13} y_3 (z_3 y_3)^2$ — применение повторно используемой продукции (третий проход);

$+ z_1 u_{13} y_3 (z_3 y_3)^{n-1}$ — применение повторно используемой продукции (n-й проход)

или

$$u = 1 + (z_1 u_{12} y_2) + (z_1 u_{13} y_3) \cdot [1 + (z_3 y_3) + (z_3 y_3)^2 + ...] .$$

Вычисление последнего элемента и группирование приводит к следующему результату:

$$u = 1 + z_1 [(u_{12} y_2) + (u_{13} y_3) (1/(1 - (z_3 y_3)] .$$

Следовательно, общее число применений волокна, предназначенного для повторного использования, составляет

$$u = 1 + z_1 [(u_{12} y_2) + (u_{13} y_3) \cdot (1/1 - (z_3 y_3)] .$$

8.3.3.4 Вычисление фактора распределения на основе числа применений

После определения числа применений u, равного 2,225, фактор распределения вычисляют следующим образом.

Если фракцию z_1 беленого КВРВ извлекают при последующих применениях в других продукционных системах, то $1 - z_1$ общей загрузки остается в первичной (исходной) системе, а z_2 всех загрузок прибавляют ко всему количеству применений повторно используемой продукции. Необходимо помнить, что первичный (исходный) материал также входит в эту фракцию. Фактор распределения конечной загрузки для системы выпуска первичной (исходной) продукции определяют следующим образом:

$$(1 - z_1) + (z_1/u).$$

Этот подход к распределению, основанный на общем количестве применений плюс первое, применим к системе выпуска первичной (исходной) продукции и ко всем системам выпуска продукции из отходов. Так как $z_1 = 0,70$ и $u = 2,225$, то фактор распределения для системы выпуска первичной (исходной) продукции составляет

$$(1– 0,70) + (0,70 / 2,225) = 0,30 + 0,316 = 0,6146.$$

Точно так же все количество применений повторно используемой продукции из извлеченного материала повторно используемого КВРВ получит фактор распределения, равный

$$z_1 (u – 1)/u = 0,70 (2,225 – 1) / 2,225 = 0,3854.$$

Сумма фракций оригинала и общего количества системы выпуска повторно используемой продукции должна быть равна 1,0.

Необходимо проверить следующее условие:

$$0,6146 + 0,3854 = 1,000.$$

8.3.3.5 Конечные загрузки разных систем

Загрузки различных систем распределяются следующим образом.

Для первичной (исходной) системы все загрузки продукционных систем для картона КВРВ в расчете на функциональную единицу умножают на фактор распределения 0,6146. Это показывает важность системы выпуска первичной (исходной) продукции в результатах инвентаризационного анализа. Значительная фракция продукционной системы первичной (исходной) продукции проходит по всем продукционным системам повторно используемой продукции. Этим подчеркивается тот факт, что материал, направленный на повторное использование, является ценным попутным продуктом, а не относится к отходам.

Для различной повторно используемой продукции сырье, поступающее из системы производства КВРВ, включает в себя остальную часть загрузок или $(1 – 0,6146) = 0,3854$. При использовании системы выпуска тонкой бумаги, которая не обеспечивает дальнейшего извлечения волокна и после использования направляется в отходы, фактор распределения будет равен 0,3854 для повторно используемого сырьевого волокна в конкретном применении.

При применении других систем выпуска повторно используемой продукции фактор распределения 0,3854, который определяет количество сырья (волокна) для всего количества применений, может быть уменьшен в соответствии с опытом эксплуатации системы и процентом или долей продуктов, о которых известно, что они подлежат извлечению и повторному использованию в других системах. В этом примере $z_3 = x_3$, поэтому дальнейшее повторное использование невозможно.

В обоих случаях к загрузкам, поступающим с волокном сырьевого материала, требуется добавлять специальные загрузки вследствие переработки и т. д. сырьевого волокна в системе выпуска новой продукции.

Если повторное использование происходит в системе с разомкнутым циклом, то метод распределения аналогичен изложенному выше. Важно, чтобы допущения и вычисления фактора распределения были проверены аналогично указаниям выше для подтверждения того, что фракции добавлены до 1,0.

9 Примеры оценки качества данных

9.1 Содержание ГОСТ Р ИСО 14041

В ГОСТ Р ИСО 14041 установлены следующие требования:

В пункте 5.3.6:

«Требования к качеству данных должны включать в себя следующие параметры:

- охватываемый период времени — время, к которому относят данные (например, последние пять лет) и минимальный промежуток времени (например, один год), за который должны быть собраны данные;

- географическая протяженность — географическая область, к которой относят собираемые данные о единичных процессах, удовлетворяющие целям исследования (например локальный, региональный, национальный, континентальный или мировой масштабы);

- используемая технология — варианты технологий обработки данных (например, взвешенное среднее для смеси реальных процессов, лучшая из доступных технологий или наихудшая из функциональных единиц)».

В подразделе 6.3:

«Если данные собраны из опубликованных источников, должна быть ссылка на источник информации. Что касается данных из литературных источников, представляющихся важными для выводов исследования, необходимо, чтобы на опубликованные литературные источники, содержащие подробности о соответствующих процессах сбора информации, времени, когда данные были собраны, и других показателях качества данных, имелись ссылки. Если такие данные не соответствуют требованиям к качеству исходных данных, это должно быть зафиксировано».

В пункте 6.4.2:

«Для каждой категории данных и места, представляющего отчет, где выявлено отсутствие данных, в результате необходимых доработок следует получить:

- обоснованное «ненулевое» значение данных;
- «нулевое» значение, если оно обосновано;
- расчетное значение на основании зафиксированных значений единичных процессов, использующих подобные технологии».

В разделе 7:

«Интерпретация должна включать в себя оценку качества данных и проведение анализов чувствительности значимых входных, выходных потоков и методологических предпочтений, чтобы понять неопределенность результатов».

9.2 Общее представление

ИАЖЦ включает в себя сбор и интеграцию сотен из тысяч частей данных, касающихся исследуемой продукции, процесса или деятельности. В зависимости от области исследования информацию собирают из различных источников. В этом случае важно, чтобы менеджмент качества данных являлся неотъемлемой частью общего процесса производства.

Последовательная процедура проведения оценки качества данных, требования к качеству данных и показатели качества данных, которые допускается использовать в ИАЖЦ, приведены на рисунке 22.

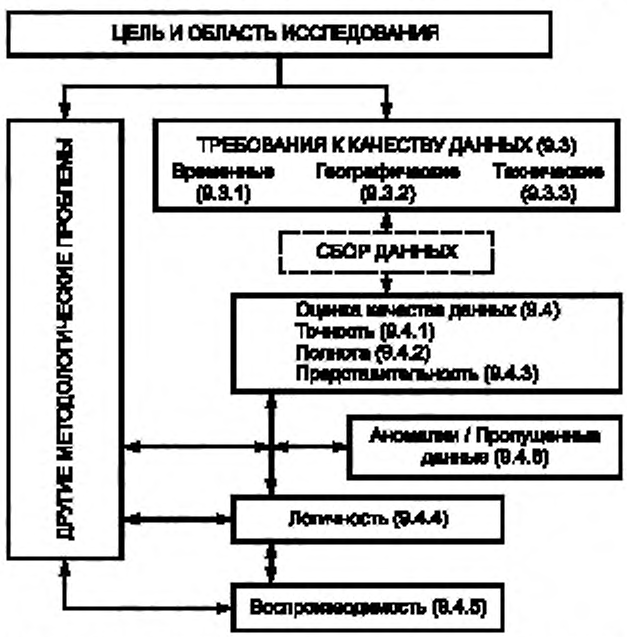


Рисунок 22 — Процедура проведения оценки качества данных

9.3 Требования к данным для составления особого списка мест

Цель исследования — установить основу для определения областей, зависящих от времени, географического места и технологических требований исследования. Эта деятельность в рамках исследования является важным первым этапом для установления требований к качеству данных.

9.3.1 Область исследования, зависящая от времени

Необходимо принять несколько решений, касающихся типа и источника данных, которые предполагается использовать в исследовании. Срок давности первичных данных, которые зависят от места расположения объекта исследования, и вторичные данные (например, опубликованные источники) могут быть приведены для уточнения.

Пример — Области исследования могут быть определены путем использования источников обоих типов.

Области могут быть определены путем использования обоих типов данных, полученных из разных источников. Например:

- первичных данных, полученных из специальной компании за последний год;

- вторичных данных, опубликованных в различных источниках за последние пять лет.

Следует отмечать случаи, когда срок давности данных не соответствует цели определения области исследования.

Фактически измеренные данные следует считать наилучшими, так как они обеспечивают понимание изменчивости, присущей процессам, которые предполагается моделировать. Однако данные, должным образом подтвержденные документами, расчетами или оценками, также являются очень ценными. По возможности, данные собирают за минимальный период — один год. Такие данные обеспечивают ясность понимания потенциальных сезонных воздействий, изменений естественных процессов и возникновения непредвиденных событий. В дополнение к специальному периоду исследования рекомендуется добавлять обзор за 12 месяцев, чтобы проверить последовательность и облегчить выявление аномалий или потенциальных ошибок в отчетах.

9.3.2 Географический охват

Пространственная граница области исследования может включать в себя зависимое от места расположения оборудование, являющееся частью производственной системы для исследования, которое может быть в дальнейшем распространено на особый район или сектор рынка. Исследование можно расширить до размеров зависящего от места расположения участка. В этом случае каждая участвующая компания первоначально устанавливает количество включаемой продукции, впоследствии прослеживаемой в обратном направлении через цепочку поставки продукции до возврата продукции, ее повторного использования и удаления. Цепочка поставки продукции может быть распространена за пределы того региона, где продается продукция, особенно в случае, когда в исследовании участвуют поставщики сырья.

Важно обеспечить поток продукции соответствующими документами, так как они являются основой для менеджмента информации и последующей оценки качества данных. Документы также являются основой для оценки степени завершенности исследования.

9.3.3 Используемые технологии

Перечень специальных производственных участков, которые предоставляют данные, используют для определения характеристик, присущих продукции, процессов и технологий контроля окружающей среды. Краткие сводки торговых ассоциаций и государственных учреждений обеспечивают получение необходимой для последующей оценки уровня представительности данных в разных отраслях промышленности.

Цель данного исследования заключается в оценке совокупности используемых технологий и количестве технологических мест, имеющих отношение к данному типу технологий. Следует учитывать уровень технологической разработки в случае, если общий жизненный цикл охватывает период времени, в течение которого такая разработка может быть завершена (см. пример с холодильником, приведенный в 4.4).

9.4 Требования для характеристики качества данных

В ГОСТ Р ИСО 14041 приведены пять показателей качества данных и методы их сбора и интеграции.

9.4.1 Точность

Точность — это мера изменения значений данных для каждой определенной категории данных. С ее помощью определяют разброс или непостоянство значений набора данных относительно среднего значения для конкретного набора данных. Для каждой категории данных вычисляют среднее значение и средне-

квадратическую ошибку отчетных данных и составляют отчет для каждого типового процесса продукционной системы. Точность измерений может быть использована для оценки отчетных значений и при анализе чувствительности результатов исследования.

9.4.2 Завершенность

На завершенность или полноту данных первичного процесса может указывать процент мест, для которых первичные данные являются доступными из общего числа таких мест. Как правило, цель, выражаемую в процентах, согласуют для каждого типа процесса перед началом сбора данных. В сравнительных исследованиях целью является завершенность каждой производственной системы до эквивалентного уровня. Следует устанавливать цели определенного уровня (например, 70 %).

9.4.3 Представительность

Представительность указывает на качественную оценку степени, до которой набор данных отражает достоверную совокупность, представляющую интерес. В сущности эта оценка аналогична завершенности, но сфокусирована на географические, зависимые от времени, и технологические размеры производственной системы. Этот показатель определяет уровень, до которого значения данных, используемые в исследовании, представляют достоверное и точное измерение совокупности, представляющей интерес. Этот указатель может также предоставлять информацию о фракции всего объема продукции, представленной участниками исследования. Любые выявленные основные изменения подлежат исследованию и объяснению.

Пример — Необъективный выбор с завершенностью.

Для того чтобы определить удельный выброс углекислого газа в киловатт-часах в определенном регионе или сети электроснабжения следует установить наблюдение за каждой перерабатывающей установкой для получения среднего значения. Тем не менее, если наблюдение устанавливается за сетью, в которой электроснабжение на 96 % обеспечивают гидроэлектростанции, а остальные 4 % приходятся на обычные угольные энергоблоки, то небрежное отношение к выбросам 4 % тепловых станций будет вносить существенную систематическую ошибку.

9.4.4 Логичность

Логичность является качественным пониманием того, как единообразно методы исследования применяют к различным изучаемым компонентам. Эта мера качества является наиболее важной для управления процессом инвентаризации. Логичность обеспечивается в результате выполнения несколько этапов. Одним из них является коммуникация. В исследовании, которое включает в себя ряд разных компаний, которые в свою очередь получают данные из других мест разных стран и континентов, должно быть четкое понимание того, какие данные необходимо запросить, как они получены и используются.

Пример — Отчетное значение от ряда производителей.

При установлении среднего значения выброса и энергетических данных для материальных входов в производственный процесс необходимо получить числовые данные от ряда производителей. Некоторые из них могут быть включены в отчет в соответствии с формой, приведенной в национальном стандарте или в другом нормативном документе, в то время как другие представляют свой собственный опыт путем реальных измерений. Так как они не являются единообразными по методам сбора или точности и трудно избежать смешивания различных подходов, то следует провести предварительную оценку для проверки отклонения.

Например, при исследовании выбросов в атмосферу сравнение может показать, что значение выброса CO_2, полученное путем измерения, несколько меньше (или больше) значения, установленного в национальном стандарте, в то время как данные по SO_2 являются идентичными.

9.4.5 Воспроизводимость

Воспроизводимость информации характеризует качественную оценку уровня, до которой информация о методах и значениях данных разрешает независимому эксперту приводить результаты в отчетах исследования. Эту качественную меру используют в том случае, когда выражена общественная претензия в отношении результатов исследования. Антимонопольное законодательство может также устанавливать требования в отношении достижения необходимого уровня прозрачности информации.

9.4.6 Выявление аномальных и пропущенных значений данных

Аномальными являются значения данных, превышающие установленные значения в наборе данных. Эти значения обычно определяют с помощью статистического анализа и/или в результате проведения экспертного обзора. Когда бы ни были выявлены аномальные или пропущенные данные, которые не были и не исключались из набора данных или заменялись расчетным значением, они должны быть зафиксированы в отчете исследования. Такие значения данных могут быть результатом неверно понятых запросов для входа данных, ошибок в отчетах, неправильного анализа образцов или отсутствия необходимых данных.

Аномальные значения выявляют при разностороннем анализе каждой категории данных каждого типового процесса. Аномальные значения данных должны быть направлены обратно в те места, откуда были получены отчеты, или собственным экспертам компании, чтобы установить их достоверность для включения в базу данных. В случае, когда аномальные значения объясняются сбоем процесса или аварийным выбросом, то они могут быть оставлены в наборе данных. Решение следует принимать согласно цели и области исследования. Если объяснение не может быть найдено или выявленная ошибка не может быть скорректирована, то аномальное значение исключают из набора данных с приведением точного, документально оформленного подтверждения исключения данного значения.

При работе с аномальными значениями пропущенные данные оценивают, чтобы установить подходящие входы для индивидуальных категорий данных. При этом следует руководствоваться тем, что каждая категория данных для каждого отчетного места должна иметь одно из следующих значений:

- приемлемое значение данных;
- нулевое значение, если оно приемлемо;
- расчетное значение на основе среднего значения;
- значение, полученное для типового процесса с аналогичной технологией.

10 Примеры проведения анализа чувствительности

Анализ чувствительности позволяет определить влияние на конечные результаты изменений в параметрах входа или решение. Анализ чувствительности в ИАЖЦ является необходимым этапом из-за неизбежной субъективности при принятии некоторых решений в начале исследований или во время их повторения, а также качества элементов в используемых данных.

Необходимо понимать последствия принимаемых решений для необходимой прозрачности исследования.

10.1 Содержание ГОСТ Р ИСО 14041

В пункте 5.3.5 указано следующее:

«Если исследование предполагается использовать для сравнительных оценок, доводимых до сведения общественности, заключительный анализ чувствительности данных входных и выходных потоков должен учитывать критерии массы, энергии, экологической значимости».

В пункте 6.4.5:

«С учетом итеративного характера ОЖЦ решения, касающиеся включения данных, должны быть основаны на определении их значимости в результате анализа чувствительности, что позволяет проверить данные начального анализа».

В пункте 7:

«Интерпретация должна включать в себя оценку качества данных и проведение анализов чувствительности значимых входных, выходных потоков и методологических предпочтений, чтобы понять неопределенность результатов».

10.2 Общее представление

Анализ чувствительности проводят в случае, если значимый результат инвентаризационного анализа зависит от значений, которые:

- установлены путем выбора (например, путем распределения);
- находятся в пределах диапазона неопределенности;
- пропущены (т. е. имеются пробелы в данных).

Следует принимать решения, касающиеся упомянутых выше значений или параметров, чтобы сделать выбор для тестирования.

10.3 Описание примеров

Пример общего подхода приведен на рисунке 23.

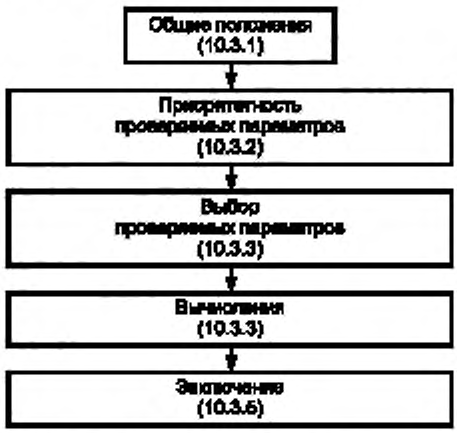


Рисунок 23 — Пример общего подхода

10.3.1 Общие положения

Анализ чувствительности может быть проведен путем изменения основных параметров анализа ИАЖЦ и их последующего пересчета, чтобы можно было сравнить результаты с базовой ситуацией. Анализ чувствительности включает в себя:

- представление параметров, соответствующих ключевым пунктам испытаний;
- изменение этих параметров для того, чтобы пересчитать ИАЖЦ для каждого анализа;
- оценку чувствительности параметров путем сравнения результатов ИАЖЦ.

При проведении анализа чувствительности некоторые параметры должны быть установлены конкретно для каждого анализа.

Число вычислений зависит от конкретного анализа чувствительности, проводимого пользователем.

Примеры ключевых элементов для рассмотрения включают в себя следующее:

- выбор функциональной единицы;
- неопределенность значения данных, входящих в установленный диапазона значений для потребления электричества, расстояния транспортирования и т. д.;
- неопределенность границ системы (география, время), выбор модели выработки электроэнергии и т. д.;
- другие методологические выборы, правила распределения, правила отбора данных, отказ от изучения этапа производства неэлементарного потока и т. д.

Результатом анализа чувствительности может быть:

- исключение стадий жизненного цикла или подсистем в том случае, когда недостаток значимости может быть определен с помощью анализа чувствительности;
- исключение материальных потоков, которые не признаны значимыми для результатов исследования;
- включение новых типовых процессов, значимость которых определена в процессе проведения анализа чувствительности.

10.3.2 Приоритетность проверяемых параметров

Анализы чувствительности проводят для того, чтобы проверить эффект, который ключевые допущения и изменчивость данных оказывают на результаты исследования ИАЖЦ. Общим подходом к анализу чувствительности является изменение входа данных для выбранных независимых переменных (например, изменение потребления горючего в типовом процессе на плюс 10 % или минус 10 %).

В случае попытки установить приоритет независимым переменным дисперсионный анализ может быть применен для определения того, какая из этих переменных существенно влияет на результаты исследования. Концептуальные размышления вне индекса дисперсии предполагают, что четыре фактора могут влиять на значимость, которую независимая переменная имеет для результатов исследования:

- количественный вклад данной категории данных для типового процесса в количественный вклад данной категории данных для производственной системы;
- относительная важность данной категории данных (фактор чувствительности);
- изменчивость данных для типового процесса в данной категории данных;
- полнота вхождения в категорию данных.

Типовые процессы с более высоким процентным вкладом оказывают большее влияние на результаты инвентаризации. Категории данных, отнесенные к материальным, энергетическим потокам и выбросам, имеют разное экологическое влияние. Точность набора данных непосредственно корректируется погрешностью результатов инвентаризации, в то время как полнота комплекта данных имеет отрицательную корреляцию.

10.3.3 Выбор проверяемых параметров

Как только параметры, представляющие интерес, установлены в качестве приоритетных, необходимо выбрать вид анализа чувствительности. После окончания анализа необходимо провести интерполяцию его результатов.

10.3.3.1 Общее представление примера

Используя в качестве основного пример повторного использования с применением системы с разомкнутым циклом (см. 8.3.3), анализ чувствительности может быть проведен для оценки адекватности входных параметров, различия данных, полученных из разных мест, включенных в исследование ИАЖЦ или влияния выбора метода распределения.

Изучение потенциальных видов анализа чувствительности привело к заключению, что по причине высокого уровня повторного использования в примере, приведенном в 8.3.3, выбранный метод распределения, независимо от его соответствия требованиям настоящего стандарта, необходимо проведение дальнейшего исследования.

Схема последовательности операций, иллюстрирующая этапы проведения анализа чувствительности, приведена на рисунке 24.

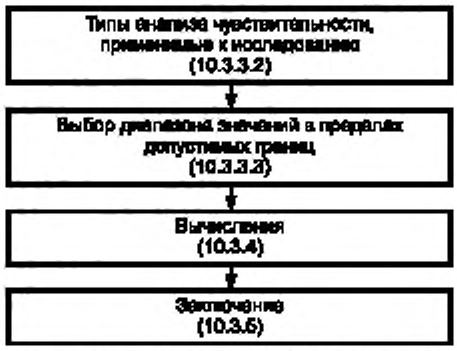


Рисунок 24 — Этапы описания примера анализа чувствительности

10.3.3.2 Типы анализа чувствительности, применимые к исследованию

Пример, приведенный в 8.3.3, показывает, что разные виды анализа чувствительности могут быть обоснованы для рассматриваемого примера. В отношении методологических правил или методов распределение при повторном использовании системы с разомкнутым циклом является важным вследствие выбора значения фактора распределения. Кроме того, важно качество данных, а также насколько они современны и точны в отдельной выборке и после их объединения и т. д. Далее, независимо от качества, так как были приняты во внимание разные места производства, средние значения, выбранные для проведенного исследования, могут демонстрировать существенную изменчивость, которая нуждается в отдельном рассмотрении. Другой вид анализа чувствительности может относиться к диапазону дальности транспортирования при распределении первичной продукции.

Эти и другие ситуации следует анализировать в конце исследования. На практике следует проводить более одного анализа чувствительности. Для краткости выбран анализ чувствительности, проводимый с помощью метода распределения. Изучение формул и метод специального распределения на основе числа применений показывает, что фактор распределения может изменяться более значительно при повторном использовании и в соответствии с количеством применений.

10.3.3.3 Выбор диапазона значений в пределах допустимых границ

Метод, изложенный на примере повторного использования продукции с помощью системы с разомкнутым циклом (см. 8.3.3 и ГОСТ Р ИСО 14041), оценивает фактор распределения для первичной продукции и общего числа последующих применений, который является, в конечном счете, функцией числа применений и фракции исходной продукции, повторно используемой в других системах.

Фактор распределения F определяют по формуле

$$F = f(u, z_1).$$

Значение F для первичной (исходной) продукции равно 0,6146.

Допуская, что реальная объединенная изменчивость равна ± 25 %, экстремальный интервал правдоподобных значений F должен быть 0,76 и 0,46.

10.3.4 Вычисления

Нет необходимости повторять все результаты исследования для двух экстремальных режимов, так как основные значения всех результатов не приведены в 8.3.3. Результаты исследования не будут прямо пропорциональны вновь полученным значениям, так как специфические различия происходят на разных стадиях производственной системы в соответствии с фактором распределения.

Общие последствия основных результатов от экстремальных допущений, сделанных для анализа чувствительности, приведены в таблице 8. С исключением специальных параметров, осуществленным специалистом и рассмотренным по ходу исследования, результаты, приведенные ниже, могли бы помочь анализу чувствительности и определению необходимости его продолжения для компонентов фактора распределения.

Таблица 8 — Последствия для разных значений F

Элемент	Значение F		
	0,46	0,61	0,76
Функциональная единица:			
масса использованной продукции	100	100	100
норма повторного использования z_1	*	0,70	*
масса повторно используемой продукции	—	70	—
число применений u	—	2,225	*
Расход или загрузка:			
для первичной продукции	0,46	0,6146	0,76
при переходе на вторичную продукцию	0,54	0,3854	0,24
произведенный объем при использовании 100 ед.	54	38,54	24,0
отклонение от исходного значения — 0,61	15,46	0	14,54

Примечание — Знаком «*» обозначена возможность использования разных комбинаций значений, так как $F = f(u, z_1)$.

10.3.5 Заключение

Правомерность проведения анализа чувствительности с помощью методов распределения продемонстрирована ожидаемыми результатами, приведенными в таблице 8. Эта изменчивость является достаточно значимой для ознакомления с результатами исследования. В данном случае это оправдывает проведение дальнейшего анализа.

Так как F является функцией числа применений и норм повторного использования, то для каждого случая следует проводить отдельные анализы. Для примера, приведенного в 8.3.3, это показало бы, что фракция нормы повторного использования является наиболее чувствительной из двух элементов, составляющих фактор распределения.

УДК 502.3:006.354 ОКС 13.020 Т58 ОКСТУ 0017

Ключевые слова: экологический менеджмент, принципы, окружающая среда, данные, мониторинг, измерения, контроль

Редактор *Т. А. Леонова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *Е. Ю. Митрофанова*
Компьютерная верстка *В. Н. Романовой*

Сдано в набор 11.05.2010. Подписано в печать 12.07.2010. Формат 60×84 $^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,20. Тираж 286 экз. Зак. 834.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ». 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru