

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Международный государственный
экологический университет имени А. Д. Сахарова»

Кафедра экологического мониторинга, менеджмента и аудита

Оценка жизненного цикла продукции

Курс лекций

Олег Иванович Родькин, кандидат биологических наук, доцент

Минск, 2010

Лекция 1.

Понятие, значение и история развития ОЖЦ.

1. Значение и развитие систем ОЖЦ
2. Основные термины и понятия ОЖЦ
3. Структура и этапы ОЖЦ. Эволюция методов ОЖЦ.
4. Эволюция методов ОЖЦ.

1. Значение и развитие систем ОЖЦ

ОЖЦ можно определить как инвентаризацию, сбор и классификацию процедур для выявления уровня воздействия продукции на окружающую среду на всех этапах ее жизненного цикла.

В соответствии со стандартом ИСО СТБ 14040 **Оценка жизненного цикла; ОЖЦ (life cycle assessment)** – учет и оценка входных и выходных потоков материалов, веществ, энергии производственной системы, ее воздействия на окружающую среду на всех стадиях жизненного цикла.

В широком смысле с помощью этого метода оценивают экологические аспекты и потенциальные воздействия на протяжении всего жизненного цикла продукции (т.е. «от колыбели до могилы») от приобретения сырья до производства, эксплуатации и утилизации. Основными категориями воздействий на окружающую среду являются использование ресурсов, здоровье человека и экологические последствия.

Первые попытки ОЖЦ продукции были предприняты в США, компанией кока-кола в конце 60 годов, при поддержке Исследовательского института среднего запада (США). Он включал оценку нескольких стадий жизненного цикла продукции компании, в том числе упаковку и отходы. Основной вопрос был в обосновании выбора оптимальных путей для производства и использования напитков (стальные или алюминиевые банки, пластиковые бутылки, стеклянные бутылки или одноразовые контейнеры). Кока-кола проанализировала все аспекты производства включая материальные затраты, энергию, и воздействие на окружающую среду по всей цепочке. Результаты были опубликованы.

В Европе в семидесятые годы похожие исследования проводились в Англии, Германии и Швеции.

Позднее методология получила активное развитие, в 80 и 90 году было проведено и опубликовано сотни исследований. Основной акцент в них делался на сравнение одноразовой и многоразовой продукции и упаковки с учетом материального, энергетического и экологического аспектов. Результаты публиковались для широкого ознакомления, что способствовало популяризации метода и маркетингу компаний.

В 1991 году была организована первая научная конференция по данной тематике под эгидой Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Основной темой дискуссий на конференции являлась методология новой науки.

Для активного внедрения метода в практику было принято решение о разработке стандартов, первый из которых (ISO 14040) был опубликован в 1997 году. Позднее Европейская Комиссия утвердила статус ОЖЦ как составной части и платформы для Директивы IPP (Integrated Product Policy). Соответственно метод ОЖЦ должен быть доступен для общественности, иметь свою методологию и нормативную основу и быть обеспеченным базой данных необходимой для активного внедрения и применения.

ОЖЦ является одним из инструментов экологического менеджмента сфокусированным на оценке экологического воздействия. К другим подобным инструментам в частности относятся: Environmental Impact Assessment (EIA), Ecological Risk Assessment (ERA), Material Flows Analysis (MFA) так же как и более экологический метод Cost Benefit Analysis (CBA). Следует отметить, что метода ОЖЦ является самым многосторонним и комплексным из них.

Результаты ОЖЦ имеют значительную ценность сами по себе, так как позволяют получать детальную информацию о воздействии на окружающую среду. Интерес к процедуре ОЖЦ определяется возможностью использовать ее в процессе проведения экодизайна.

Вначале ОЖЦ рассматривался как элемент экодизайна. ОЖЦ это достаточно долгий и сложный процесс который по этим причинам не всегда востребован даже крупными компаниями, а тем более мелкими.

В принципе каждый продукт может быть оценен по категориям его воздействия на окружающую среду, среди которых можно выделить:

- нарушение ландшафта
- снижение биоразнообразия
- эвтрофикация в результате эмиссии Р и N
- глобальное потепление в результате эмиссии парниковых газов
- разрушение озона при эмиссии загрязнителей
- закисление среды при эмиссии кислотообразующих загрязнителей
- загрязнение воздуха
- загрязнение тяжелыми металлами
- загрязнение СОЗ и т.д.
- фотохимический смог
- физическое, в том числе шумовое загрязнение
- изменение биологического разнообразия и т.д.

Конечно, в современных подходах к ОЖЦ имеется ряд недостатков

В первую очередь, этот метод ориентирован на оценку собственно воздействия на окружающую среду. Экономический фактор при этом учитывается в недостаточной степени. Дальнейшие исследования направлены на разработку методов позволяющих оценивать окупаемость экологических действий, с точки зрения отношения стоимости мероприятия и получаемого эффекта.

Во-вторых, сегодня ОЖЦ интегрирована во времени и в пространстве. Между тем воздействие на окружающую среду значительно зависит от местности, и в особенности от региона (страны). По времени ОЖЦ более ориентирована на будущее чем настоящее.

Сложным вопросом остается недостаток баз данных. Очевидно, что преодоление этих противоречий является основной целью развития ОЖЦ.

Система стандартов ОЖЦ включает:

СТБ ИСО 14040-2000. Экологический менеджмент. Анализ жизненного цикла. Принципы и основная схема.

СТБ ИСО 14041-2001. Экологический менеджмент. Анализ жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ

СТБ ИСО 14042-2003. Экологический менеджмент. Анализ жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла.

СТБ ИСО 14043-2003. Экологический менеджмент. Анализ жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла.

СТБ ИСО 14049-2007. Экологический менеджмент. Анализ жизненного цикла. Примеры использования ИСО 14041 для определения цели, области исследования и инвентаризационного анализа.

СТБ ИСО 14050-2007-2004. Управление окружающей средой. Термины и определения

Кроме того, можно использовать ряд стандартов утвержденных на международном уровне.

ISO 14044. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines.

ISO 14047. Environmental management - Life cycle impact assessment – Examples of application of ISO 14042.

ISO 14048. Environmental management - Life cycle impact assessment – Data documentation format.

2. Основные термины и понятия ОЖЦ

Основные термины ОЖЦ как и других подобных случаях приводятся в стандартах. Знание терминологии необходимо так как при проведении собственно анализа постоянно используются ссылки на соответствующие определения. К числу наиболее общих определений относятся:

3.1. Распределение (allocation) — разделение входных или выходных потоков единичного процесса применительно к исследуемой производственной системе.

3.2. Сравнительное заключение (comparative assertion) — заключение, характеризующее экологическую эффективность (экологичность) различных видов продукции одного функционального назначения.

3.3. Элементарный поток (elementary flow) :

входящие в исследуемую систему материал или энергия, которые были изъяты из окружающей среды без их предварительного преобразования человеком, или

выходящие из исследуемой системы материалы или энергия, которые выбрасываются в окружающую среду без их последующего преобразования человеком.

3.4. Экологический аспект (environmental aspect) — элемент деятельности, продукции или услуг организации, который может взаимодействовать с окружающей средой.

3.5. Функциональная единица (functional unit) — количественная характеристика производственной системы, используемая в качестве стандартной единицы (измерения) при исследовании ОЖЦ.

3.6. Входной поток (input) — материалы или энергия, которые поступают в единичный процесс.

Примечание. Материалы могут включать в себя сырье и изделия (комплектующие).

3.7. Заинтересованная сторона (interested party) — отдельное лицо или группа лиц, которые заинтересованы в экологической эффективности (экологичности) производственной системы или результатах ОЖЦ.

3.8. Жизненный цикл (life cycle) — последовательные или взаимосвязанные стадии производственной системы от приобретения сырья или разработки природных ресурсов до утилизации продукции.

3.9. Оценка жизненного цикла, ОЖЦ (life cycle assessment) — собирание и оценивание входных и выходных потоков, а также потенциальных воздействий на окружающую среду со стороны производственной системы на всех стадиях жизненного цикла продукции.

3.10. Оценка воздействия на протяжении жизненного цикла (life cycle impact assessment) — фаза оценки жизненного цикла, направленная на понимание и оценивание величины и значительности потенциальных воздействий со стороны производственной системы на окружающую среду.

3.11. Интерпретация жизненного цикла (life cycle interpretation) — фаза оценки жизненного цикла, на которой результаты инвентаризационного анализа или оценки воздействия, или того и другого увязывают с поставленной целью и областью применения, с тем чтобы сделать определенные выводы и дать рекомендации.

3.12. Инвентаризационный анализ жизненного цикла (life cycle inventory analysis) — фаза оценки жизненного цикла, включающая собирание и количественное определение входных и выходных потоков для данной производственной системы на всех стадиях жизненного цикла продукции.

3.13. Выходной поток (output) — материалы или энергия, которые выходят из единичного процесса.

Примечание. Материалы могут включать сырье, полуфабрикаты, готовые изделия, выбросы (сбросы) и отходы.

3.15. Производственная система (product system) — совокупность материально или энергетически связанных единичных процессов, которая выполняет одну или более конкретных функций.

3.16. Сырье (raw material) — первичный или вторичный материал, используемый для производства продукции.

3.17. Граница системы (system boundary) — интерфейс между производственной системой и окружающей средой или другими производственными системами.

3.18. Прозрачность (transparency) — открытое, адекватное и доступное для понимания представление информации.

3.19. Единичный процесс (unit process) — наименьшая часть производственной системы, для которой собирают данные в процессе ОЖЦ

3.20. Отходы (waste) — любой выходной поток из производственной системы, который удаляется.

Вспомогательный входной материал — материал, который используется в единичном процессе для производства продукции, но не является составной частью этой продукции

Качество данных — характеристика данных, определяющая их способность соответствовать установленным требованиям

Конечная продукция — продукция, которая не требует дополнительной переработки для ее использования

Случайные выбросы — неконтролируемые выбросы, сбросы в оду. Воздух или почву

Попутная продукция — один, два или более видов продукции, получаемых в ходе одного и того же единичного процесса

Полуфабрикат - входная или выходная продукция для единичного процесса, требующая дальнейшей переработки

Эталонный поток — количество необходимых выходных потоков из процессов в заданной производственной системе, необходимых для выполнения функции, выраженной функциональной единицей

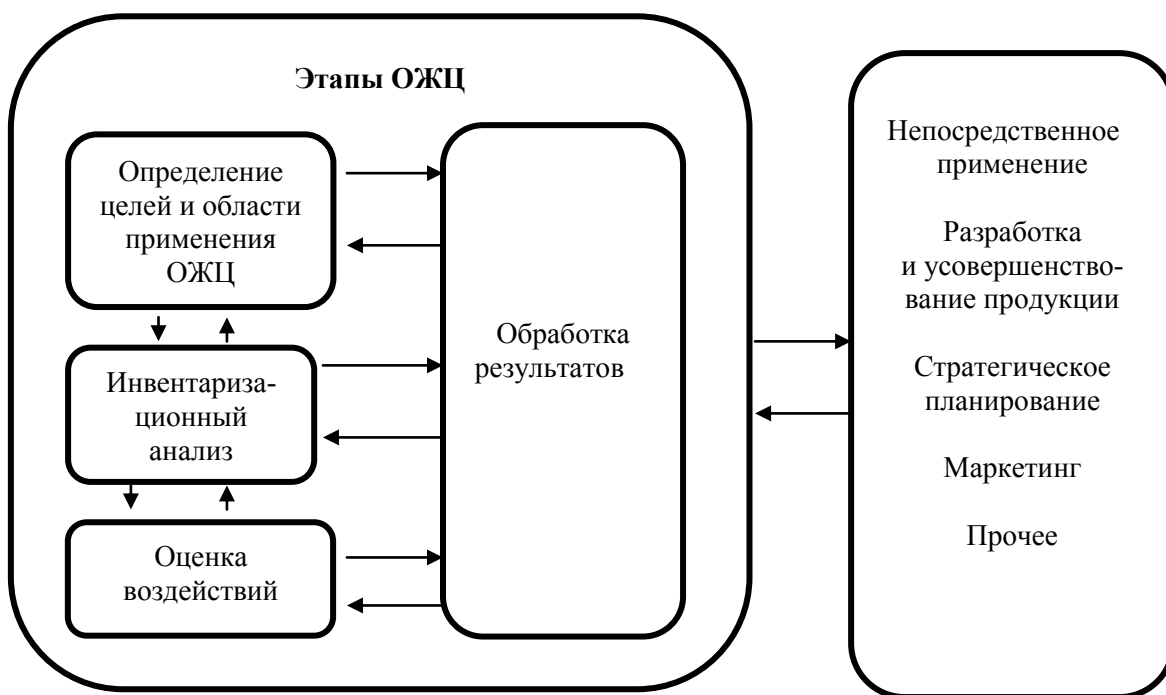
Энергетический поток — входной или выходной поток из единичного процесса или производственной системы, измеряемый в единицах энергии

Производственная система — совокупность единичных процессов, связанных между собой потоками полуфабрикатов, выполняющих одну или более заданных функций

3. Метод оценки жизненного цикла включает в себя:

- проведение инвентаризации соответствующих входных и выходных потоков производственной системы;
- оценку потенциальных воздействий на окружающую среду, связанных с этими потоками;
- интерпретацию результатов инвентаризационного анализа и этапов оценки воздействий в зависимости от цели исследования

С помощью этого метода оценивают экологические аспекты и потенциальные воздействия на протяжении всего жизненного цикла продукции (т.е. «от колыбели до могилы») от приобретения сырья до производства, эксплуатации и утилизации. Основными категориями воздействий на окружающую среду являются использование ресурсов, здоровье человека и экологические последствия.



Метод ОЖЦ дает возможность:

- выявить улучшения экологических аспектов продукции в различные моменты ее жизненного цикла;
- принятия решений в промышленных, государственных или негосударственных организациях (например, при стратегическом планировании, определении приоритетов, проектировании и перепроектировании продукции или процесса);
- выбора соответствующих показателей экологической эффективности, включая методы измерений;
- маркетинга (например, при заявлении об экологическом иске, связанном с системой экологической маркировки или декларацией об экологической чистоте продукции).

Практическое значение ОЖЦ для конкретного предприятия может выражаться в следующих направлениях:

- достижение более полного понимания воздействия на окружающую среду, рисков и возможной ответственности, связанных с конкретной продукцией или услугой. Например, система расширенной ответственности производителей.
- росте эффективности взаимодействия с поставщиками и потребителями
- улучшении окупаемости экологических инвестиций
- разработке показателей уровня воздействия на ОС
- видоизменения абстрактного массива данных в конкретную информацию, которая может быть использована для оценки достижений компании, анализа достигнутых показателей с позиции экологической результативности и с учетом требований устойчивого развития

Метод ОЖЦ находится на ранней стадии разработки. Некоторые составляющие метода, например, оценка воздействия, находятся на стадии становления, поэтому необходимо проделать значительную работу и накопить практический опыт, чтобы перейти к следующему уровню практического применения метода ОЖЦ. Таким образом, важно правильно интерпретировать и соответственно применять результаты ОЖЦ.

Для успешного применения метода ОЖЦ в понимании экологических аспектов продукции существенно важно, чтобы он сохранял свою техническую достоверность и в то же время обеспечивал гибкость, практичность и экономическую эффективность применения. Это особенно важно для малых и средних предприятий.

ОЖЦ — как уже отмечалось это один из нескольких методов управления окружающей средой и он применим не для всех ситуаций. Как правило, ОЖЦ не касается экономических и социальных аспектов продукции.

Для метода ОЖЦ характерны следующие ограничения:

- характер выбора и допущений, сделанных применительно к ОЖЦ (например, установление границ системы, выбор источников информации и категории воздействий), может быть субъективным;
- модели, используемые для инвентаризационного анализа или оценки воздействия на окружающую среду, ограничены соответствующими допущениями и могут быть непригодны для всех потенциальных воздействий;
- результаты исследований ОЖЦ, сфокусированные на глобальных и региональных проблемах, могут быть непригодны для локальных применений, т.е. локальные условия могут быть неадекватными представленным региональным или глобальным условиям;
- осуществление ОЖЦ трудоемко и требует значительного объема данных, что увеличивает возможность ошибки при их сборе и интерпретации;
- точность исследований ОЖЦ может быть ограничена степенью доступности необходимой или отсутствием соответствующей информации, ее качеством, например пропусками, видами имеющейся информации, ее группированием, усреднением, специфичностью для данного местоположения объекта;
- отсутствие пространственных и временных параметров в инвентаризационных данных используемых для оценки воздействий, вносит неопределенность в результаты воздействий. Эта неопределенность меняется в зависимости от пространственных и временных характеристик каждой категории воздействий.
- для сравнения результатов разных исследований ОЖЦ необходимо учитывать совместимость применяемых для оценки методик и обязательно учитывать местные и региональные условия

Следует отметить, что информацию, полученную в процессе исследования ОЖЦ, следует использовать как часть более емкого процесса принятия решения, она может быть использована для того, чтобы прийти к общему компромиссу. Сравнение результатов различных исследований ОЖЦ возможно только тогда, когда допущения и контекст каждого исследования одни и те же. Эти допущения в целях прозрачности должны быть также четко сформулированы

4. Эволюция методов ОЖЦ.

Эволюция ОЖЦ идет в направлении замены качественных методов оценки на количественные.

Качественные методы не используют процедуры расчета. Оценка происходит непосредственно на базе выбросов (сбросов) в окружающую среду или использования сырья. Такой подход может успешно применяться и сегодня. Его преимуществом являются простота и скорость выполнения. Основным недостатком это субъективизм. Для реализации качественных методов на практике необходимо задействовать грамотных хорошо подготовленных экспертов, способных принять оптимальное решение.

Среди качественных методов можно выделить два основных.

Метод красных флажков.

В этом случае первым шагом является инвентаризация источников и составление таблицы воздействия. В таблице сведены все виды эмиссии в окружающую среду и материалы на протяжении жизненного цикла.

№	Статья	Раздел	Единица измерения	Количество
1	Окись бария	Сырье	гр.	7
2	Никель ✓	Сырье	мг.	23
3	Песок	Сырье	гр.	4
4	Кадмий ✓	Выброс в воздух	мг.	978
5	Метан ✓	Выброс в воздух	гр.	10
6	Мышьяк ✓	Сброс в воду	мг.	1
7	Калий	Сброс в воду	мг.	555
8	Хром ✓	Эмиссия в почву	мкг.	460
9	Разлив нефти	Эмиссия в почву	мкг.	73

После составления таблицы специальными значками (красными флажками) отмечаются аспекты оказывающие наиболее значительное воздействие. В дальнейшем проводится глубокий анализ всего жизненного цикла продукции с учетом возможности изменения (замены) наиболее проблемных стадий (процессов).

Метод матрица МЕТ.

Так называемый метод МЕТ матрицы основан на анализе трех основных категорий воздействия (материалы, энергия, токсичность). Эти категории опять же согласовываются и анализируются на всех этапах жизненного цикла.

МЕТ анализ так же включает несколько стадий и может быть применим как для продукции так и сервисной услуги.

1. Оценивается и обсуждается общественная значимость продукции и направления ее производства и реализации. Это обуславливается тем, что как правило МЕТ анализ используется при необходимости изменения дизайна продукции, что требует предварительного тщательного обоснования.

2. Изучается весь жизненный цикл продукции и проводится сбор и анализ всех имеющих к нему отношение данных.

3. Составляется матрица воздействия в виде таблицы.

	М - материалы	Е – энергия на протяжении цикла	Т – отходы, токсические выбросы (сбросы)
Производство и снабжение всеми материалами и компонентами			
Распределение			
Использование включая сервисное сопровождение			
Окончание ЖЦ продукта. Восстановление или утилизация.			

На основе анализа матрицы данных идентифицируются наиболее серьезные проблемы и разрабатываются направления улучшения производства продукции или сервисной услуги.

Лекция 2.

Процедура проведения ОЖЦ

1. Основные особенности ОЖЦ

2. Цель исследований и область применения исследований

3. Функциональная единица и эталонный поток

1. Основные особенности ОЖЦ

Для любого продукта ОЖЦ имеет целью рассмотрение всего жизненного цикла начиная с добычи сырья и заканчивая его переработкой и утилизацией. Поэтому ОЖЦ является важным инструментом изучения вопросов переработки, которые обязательно учитываются при интерпретации результатов.

Таким образом, несмотря на то, что в данном случае слово «цикл» является достаточно условным, так как полностью цикличной или замкнутой система не является, определенные внутренние циклы имеют место.

Примером внутреннего цикла является сбор стеклотары, бумаги или пластмассы для вторичной переработки, повторное использование воды в замкнутых системах водоснабжения и т.д. Значение переработки в современном общественном производстве постоянно усиливается, а технологические возможности расширяются.

Экологический цикл обычно представляется в виде производственной системы, которая состоит из ряда взаимосвязанных между собой производственных процессов.

К особенностям ОЖЦ можно также отнести следующие:

1. Высокая степень детализации процессов входящих в ОЖЦ и временные рамки исследования которые могут варьировать в зависимости от корректировки задач и глубины исследований.

2. При проведении ОЖЦ устанавливаются меры по его конфиденциальности и защите прав потребителя.

3. При проведении ОЖЦ значительное внимание уделяется качеству данных, использованию нескольких независимых источников информации, системности анализа. Сбор данных для ОЖЦ должен быть соответствующим образом документирован.

4. При проведении ОЖЦ допускаются определенные, четко установленные отклонения и ограничения.

5. Значительное внимание в совершенствовании системы проведения ОЖЦ уделяется новейшим научным разработкам.

6. При проведении ОЖЦ обязательно учитывается специфика конкретных обстоятельств. Сложно предложить совершенно одинаковые модели анализа даже для схожих производств.

7. ОЖЦ может быть использован не только для промышленных предприятий, но и при анализе жизненного пути любой продукции.

8. ОЖЦ отличает возможность глобального, концептуального, стратегического взгляда на выпускаемую компанией продукцию в существующих условиях поэтому от применим к кампаниям различного уровня

Крупные кампании реализуют проекты по ОЖЦ для констатации факта экологического превосходства своей продукции над конкурирующей выполняющей аналогичные функции. При этом материалы исследования становятся доступными и прозрачными, то есть предоставляются открыто для всех заинтересованных сторон. Мультинациональные корпорации рассматривают ОЖЦ как инструмент влияния на принятие решений многочисленными поставщиками и потребителями.

Малые и средние предприятия чаще используют отдельные подходы ОЖЦ, чем масштабные процедуры, фокусируя внимание на совершенствовании экологической результативности, обосновании выбора сырьевых или вспомогательных материалов,

упаковки и т.д. используя уже имеющиеся сведения. Например, использование экономичных источников света, отказ от хлорорганических препаратов, рециклинг отходов производства и т.д.

В общем виде структуру описания жизненного цикла можно представить в виде схемы:



Выбросы, сбросы,
Отходы

2. Определение цели и области применения

Правильный выбор цели исследования является ключевым вопросом от решения которого зависит эффективность проведенного анализа в целом.

Цель исследования должна устанавливаться в соответствии с ответами на следующие вопросы:

1. Для чего мы проводим изучение данной проблемы? Конечная цель исследований?
2. Какие задачи являются ключевыми, сравнительный анализ производства, улучшение существующей системы, разработка новой продукции или что-то еще?
3. Для кого предназначен выполненный анализ?
4. Какая предполагаемая функциональная единица будет использована?
5. Предполагаемые масштабы исследования. Глубина и границы.

Цели и представление ОЖЦ изменяется в зависимости как от масштаба так и временного промежутка использования результата. Соответственно можно выделить следующие направления:

1. Короткий промежуток времени, используемый для совершенствования процесса производства продукции.
2. Дизайн и оптимизация на протяжении всего жизненного цикла
3. Сравнение нескольких альтернативных продуктов с учетом их дизайна и предложений по улучшению.
4. Применение экологической маркировки в краткосрочной и долгосрочной перспективе.
5. Долговременное стратегическое планирование.

Каждая цель требует собственного типа анализа и моделирования. Соответственно различаются требования к точности и репрезентативности данных. В любом случае данных должно быть достаточно для оценки воздействия жизненного цикла продукции на окружающую среду. Эффект воздействия это прямая взаимосвязь между изучаемой системой и окружающей средой. На практике все эффекты воздействия переводятся в практические результаты на основе использования специальных методов. Примеры были рассмотрены в предыдущей лекции.

В свою очередь сегодня метод ОЖЦ наиболее разработан и применим для следующих направлений:

- Инфраструктура
- Производство машин и оборудования
- Производство энергии
- Тяжелая индустрия
- Производство товаров потребления
- Домашнее хозяйство

Тем не менее, использование метода ОЖЦ может быть реализовано и в других направлениях (отраслях).

По окончании ОЖЦ его результаты можно использовать в следующих направлениях:

- Улучшение продукта или процесса
- Дизайн продукта или процесса
- Публикация информации о производстве продукции
- Соответствие по экомаркировке
- Исключение или наоборот внедрение продукции на рынке
- Разработка политики компании (инвестиционной, маркетинговой, взаимоотношения с стейк-холдерами).

Результаты ОЖЦ могут быть использованы несколькими группами населения: экологами, исследователями, представителями НГО, СМИ, покупателями, поставщиками и т.д. При постановке цели адресность использования ОЖЦ так же должна учитываться, что бы в наиболее полной степени отвечать конкретным запросам.

Например, проведение исследований необходимо для экологического обоснования производства биотоплива на возобновляемой основе путем выращивания специальных энергетических культур. Этот вопрос важен, так как только детальная оценка всего жизненного цикла позволит оценить реальный уровень воздействия на окружающую среду и масштабы использования природных ресурсов для производства продукции, в том числе и традиционного ископаемого топлива.

Такой подход позволит с определенным приближением сопоставить воздействие на окружающую среду при использовании традиционного топлива (нефть, газ) и древесного топлива на возобновляемой основе.

Пример формулировки цели исследования можно взять применительно к одной из наиболее разработанных систем ОЖЦ, по которой имеется, целый ряд публикаций.

Отчет 1. Elsie Masters, UK.

Сравнение экологического воздействия 2 основных существующих систем использования детских пеленок:

Одноразовые бумажные пеленки **Carefree** и многоразовые х/б **BleService**

Цель. Определить которая из двух наиболее доступных систем имеет минимальное воздействие на окружающую среду в течение полного жизненного цикла продукции.

Данная цель не предполагает улучшения одной или обеих систем хотя отчет содержит информацию позволяющую идентифицировать экологическое воздействие отдельных компонентов обеих систем.

Цель касается сегодняшних проблем без отношения к возможности будущего изменения или выбора. Тем не менее возможно, что появление новой системы или нового производителя может привести к другим заключениям

ОЖЦ проводилась специально для конкретного региона с определенными географическими условиями. Соответственно она может быть использована только в регионе Storeby County, Denmark.

Отчет 2. Исследователь Frank Friday. La Valetta. Malta

Те же исходные системы, но несколько другая формулировка цели исследования.

Цель. Определить которую из двух доступных систем предпочтительнее использовать в регионе Storeby County, Denmark для детских яслей относительно общего экологического воздействия каждой системы, с учетом всех эффектов на протяжении жизненного цикла.

При определении области применения исследования ОЖЦ следует установить

- функции производственной системы или, в случае сравнительных исследований функции рассматриваемых систем;
- функциональную единицу;
- исследуемую производственную систему;
- границы производственной системы;
- процедуры распределения (входных, выходных потоков);
- типы воздействия и используемые методологии оценки воздействия, а также последующую интерпретацию;
- требования к данным;
- допущения;
- ограничения;
- требования к качеству первичных данных;
- вид критического пересмотра, если таковой имеется;
- вид и форму отчета, требуемого для исследования.

Область применения должна быть очерчена достаточно хорошо, чтобы гарантировать совместимость, достаточность широты, глубины и детализации исследований. Область применения исследования ОЖЦ должна четко устанавливать функции исследуемой системы.

3. Функциональная единица и эталонный поток

При определении области применения исследования ОЖЦ как уже было обозначено должны быть четко сформулированы требования к функциям (функциональным характеристикам продукции). Для количественной оценки таких функций используют **функциональную единицу**. Функциональная единица является мерой характеристик функциональных выходных потоков продукционной системы.

Она должна отвечать следующим требованиям:

- Функциональная единица должна быть совместима с целью и областью применения;
- одним из основных назначений функциональной единицы является обеспечение эталона. В силу этого функциональная единица должна быть четко определяемой и соизмеримой;
- после определения функциональной единицы необходимо дать количественную характеристику продукции, необходимой для выполнения этой функции. Результатом такого количественного представления является эталонный поток.

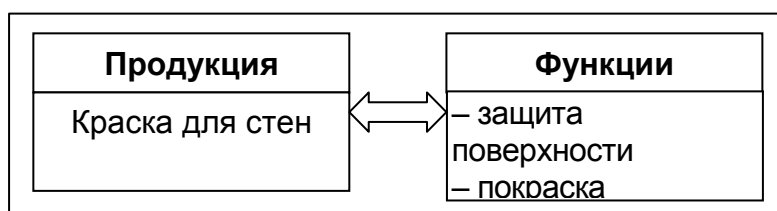
В дальнейших исследованиях на основе блок-схемы и границ системы осуществляется соединение единичных процессов с целью обеспечения вычислений для всей системы, в результате чего получают входные и выходные данные для всей системы, которые соотносятся с функциональной единицей.

При определении функциональной единицы и эталонных потоков выделяют следующие этапы:

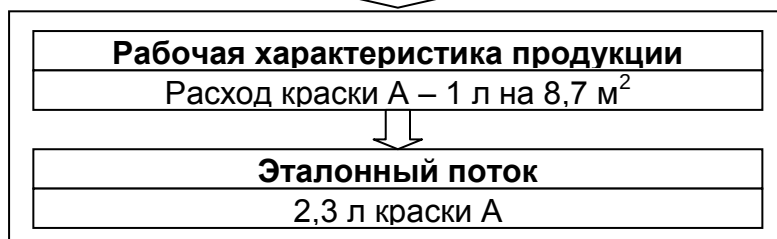
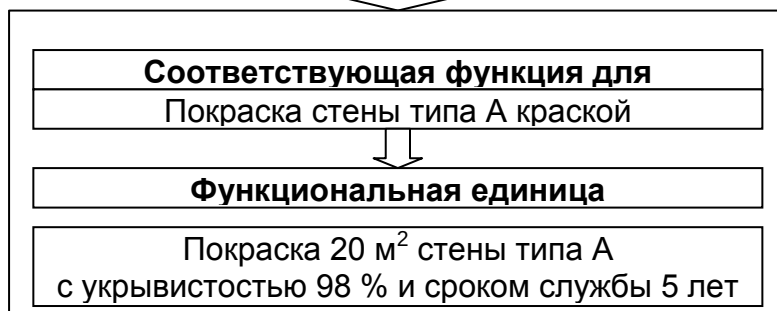
- идентификацию функций;
- выбор функций и определение функциональной единицы;
- идентификацию рабочей характеристики продукции и определение эталонного потока.

Последовательность данных этапов представлена на рисунке 1 на примере краски. Данный пример рассматривается в стандарте СТБ ИСО 14049

3.3 Идентификация функций



3.4 Выбор функций и определение функциональной единицы



3.5 Идентификация рабочей характеристики продукции и определение эталонного потока

Целью функциональной единицы является количественное определение функции, предоставляемой продукционной системой. Следовательно, первый этап заключается в идентификации цели, обеспечиваемой продукционной системой, т. е. в идентификации ее функции или функций.

Отправной точкой данной процедуры может быть конкретная продукция, подлежащая исследованию (например, краска на стенах), или конечная потребность или цель, которая в некоторых случаях может быть удовлетворена несколькими отдельными видами продукции (например, декорирование стен, которое можно осуществить краской и обоями или их сочетанием).

Функции обычно связаны с конкретной продукцией или свойствами процесса, при этом каждая функция может:

- удовлетворять потребности и таким образом иметь потребительную стоимость, которая обычно создает экономическую стоимость для поставщика продукции;
- воздействовать на функционирование иных экономических систем (например, обои могут иметь (небольшой) изолирующий эффект, влияя таким образом на количество потребляемого тепла в здании).

Один продукт может иметь **несколько функций**. В этом случае учитывается:

Не все функции могут быть существенны для определенной ОЖЦ. Следовательно, из всех возможных функций следует выделить существенные.

Для прочной внутренней стены, например, защита поверхности может быть излишней, тогда как окрашивание является существенной функцией краски.

Далее существенные функции количественно представляются через функциональную единицу, которая может быть выражена как комбинация различных параметров.

Примеры многофункциональных единиц также приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Примеры функциональных единиц для систем с множеством функций

Пример №	(1)	(2)
Система	Переработка бумаги	Комбинированное производство тепловой и электрической энергии
Функции	– переработка макулатуры; и – производство очищенной от краски волокнистой массы – другая	– производство электроэнергии; и – производство пара – другая
Выбранная функция для определенной ОЖЦ	– переработка макулатуры; или – производство очищенной от краски волокнистой массы	– производство электроэнергии; или – производство пара
Функциональная единица	– переработка 1 000 кг макулатуры; или – производство 1 000 кг волокнистой массы для газетной	– производство 100 МВт электроэнергии; или – производство 300 000 кг пара в час с температурой 125 °С и давлением 0,3

	бумаги	МПа (3 бар)
--	--------	-------------

На основании предварительного анализа выбираются функции для конкретной ОЖЦ. Дальнейшие исследования ведутся с учетом выбранной функции, что увязывается с целью исследования.

Например, при производстве биотоплива образуются побочные продукты которые можно использовать, но они не являются главной целью наших исследований.

В исследованиях ОЖЦ биотоплива за функциональную единицу взята единица условного топлива.

В некоторых случаях при определении функциональной единицы необходимо вводить коэффициенты зависящие от продолжительности использования продукта.

Пример.

ОЖЦ алюминиевого и ПВХ окна

Цель:

1. Сравнительная оценка воздействия на окружающую среду
2. Целевая группа – изучение метода ОЖЦ.

Функциональная единица.

Симметричное окно состоящее из двух половинок устанавливаемое снаружи здания. Размер 1465x 1435 мм. Время жизненного цикла пластикового окна 40 лет, алюминиевого 50 лет. Таким образом все дальнейшие анализы выполняются с коэффициентом $50/40 = 1.25$. Одно алюминиевое окно сравнивается с 1.25 окна ПВХ.

Отчет 1. Варианты:

1. Одна пленка.

Разная кратность использования.

2. Один ребенок.

Ребенок использующий х/б пеленки отказывается от них на пол года раньше.

3. Ребенок до определенного возраста

2.5 года.

Отчет 2.

Количество пеленок используемых для дневных яслей одинаково. Пеленки меняются дважды в день в 11-00 и перед тем как детей забирают. Во втором случае при обеих системах второй раз меняют бумажную пеленку. Дети уходят домой, а пеленки отправляются в стирку и по домам не разносятся. За функциональную единицу в данном случае берется среднегодовое количество смен пеленок в яслях.

Для дальнейших исследований используется понятие эталонный поток. Это количественная характеристика продукта необходимая для выполнения определенной функции. Эталонный поток в дальнейшем используется для вычисления входных и выходных потоков системы.

Лекция 3

Границы продукционной системы

1. Определение эталонного потока и сопутствующей продукции
2. Идентификация функций сравнимых систем
3. Определение границ продукционной системы
4. Элементарный единичный процесс

1. Определение эталонного потока и сопутствующей продукции

После определения функциональной единицы следует определить количество продукции, необходимой для выполнения функции, количественно выраженной функциональной единицей. Эталонный поток связан с рабочей характеристикой продукции и обычно определяется как результат стандартного метода измерения. Характер данного измерения и вычисления зависит от исследуемой продукции.

Эталонный поток (reference flow) – количество необходимых выходных потоков из процессов в заданной производственной системе, необходимых для выполнения функции, выраженной функциональной единицей (СТБ ИСО 14041).

Например, для краски эталонный поток обычно выражается как количество литров, необходимых для покрытия поверхности площадью, определяемой функциональной единицей. Например, в ходе стандартного испытания может быть определено, что 1 л краски А можно покрыть 8,7 м² поверхности (рабочая характеристика продукции). Таким образом, из примера на рисунке 1 следует, что для покрытия 20 м² функциональной единицы требуется 2,3 л краски, при этом условия стандартного испытания должны быть подобны условиям использования продукции (относительно типа поверхности и укрывистости краски).

Функциональная единица может быть выражена через количество продукции, так что функциональная единица и эталонный поток будут идентичными. В таблице приведены примеры функциональных единиц, выраженных через количество продукции.

Таблица 1 – Дополнительные примеры разработки функций, функциональных единиц и эталонных потоков

Пример №	(1)	(2)	(3)
Продукция	Электрическая лампочка	Бутылка	Сушилка для рук
Функции	– обеспечение освещения – выработка тепла – другая	– защита напитка – упрощение погрузки-разгрузки – часть внешнего вида продукции – другая	– сушка рук – гигиеническая функция – другая
Выбранная функция для определенной ОЖЦ	обеспечение освещения (только наружная лампочка)	защита напитка	сушка рук (гигиеническая функция не учитывается)
Функциональная единица	300 лк за 50 000 ч, соответствующие со спектром дневного света 5600 К	50 000 л напитка, защищенного между производством и потреблением	1 000 пар высушенных рук
Рабочая характеристика продукции	100 лк со сроком службы 10 000 ч	одноразовая бутылка вместимостью 0,5 л	1 бумажное полотенце для сушки одной руки
Эталонный поток	15 лампочек дневного света освещенностью 100 лк со сроком службы 10 000 ч	100 000 одноразовых бутылок вместимостью 0,5 л	2 000 бумажных полотенец

Для определения эталонного потока как правило анализируется несколько источников, особенно если одной из задач ставится сравнение нескольких однотипных видов продукции. Необходимым аспектом является рабочая характеристика продукции. Это определение позволяет четко обозначить количественные характеристики продукции

в соответствии с функциональной единицей. Эталонный поток должен быть удобен для последующего сбора данных и проведения расчетов.

В примере с ОЖЦ биотоплива наиболее оптимальный эталон это 1 тонна условного топлива (ТУТ), так как к этой единице приводятся все энергетические источники. Определение ТУТ основано на выходе энергии от сгорания того или иного вида топлива.

В примере с окнами эталонный поток будет соответствовать функциональной единице.

При выборе ЭП в примере с пеленками берется в расчет возраст ребенка, анализ продаж, опросы, анкетирование и другие данные. По-возможности параллельно проводятся собственные исследования.

Например, для **первого отчета** до 4 месяцев ребенку необходимо 60 смен в неделю, до 12 – 35 и далее 25. Кроме того учитывается количество незапланированных смен допустим при обязательном посещении врача, частота которого также зависит от возраста.

После изучения различных источников и проведения собственных исследований формируется сводная таблица. Которая дает возможность окончательно скорректировать цифры ЭП.

Таблица1. Количество смен пеленок до возраста ребенка 2.5 года по различным источникам.

	Franklin 1990	Nylander 1991	Bast 1990	Собственная оценка
Одноразовые	4900	4015	5567	5300
Многоразовые	8850	4900	7000	6400

Разница между одноразовыми и многоразовыми пеленками основывается на заключении, что многоразовые пеленки меняются гораздо чаще. Соотношение примерно 1.8. для США и 1.2 для Европы.

Таким образом, за базовую разность была взята величина 2 смены в день, что составляет 10% вероятность. Эти выводы и легли в основу окончательной величины ЭП: 5300 для одноразовых пеленок и 6400 для многоразовых.

Сопутствующая продукция также должна оцениваться если она имеет место. В данном примере многоразовые пеленки используются совместно с х/б трусами той же фирмы. Одной пары трусов достаточно для 6400 смен пеленок.

Отчет 2.

В данном случае определить количественную сторону ЭП значительно проще.

Среднее число детей в яслях – 25.

Таким образом, среднегодовое использование пеленок составит

$25 \times 5 \text{ (дней в неделю)} \times 52 \text{ (недели в году)} = 6500.$

2. Идентификация функций сравнимых систем.

При сравнении производственных систем особое внимание следует уделить тому, чтобы подтвердить, что сравнение основано на той же функциональной единице и эквивалентности методологических учитываемых факторов, таких как рабочая характеристика, границы системы, качество данных, методики распределения, правила принятия решений по эквивалентным входным и выходным потокам.

Основные этапы, которые следует выполнить при сравнительных исследованиях, представлены на рисунке

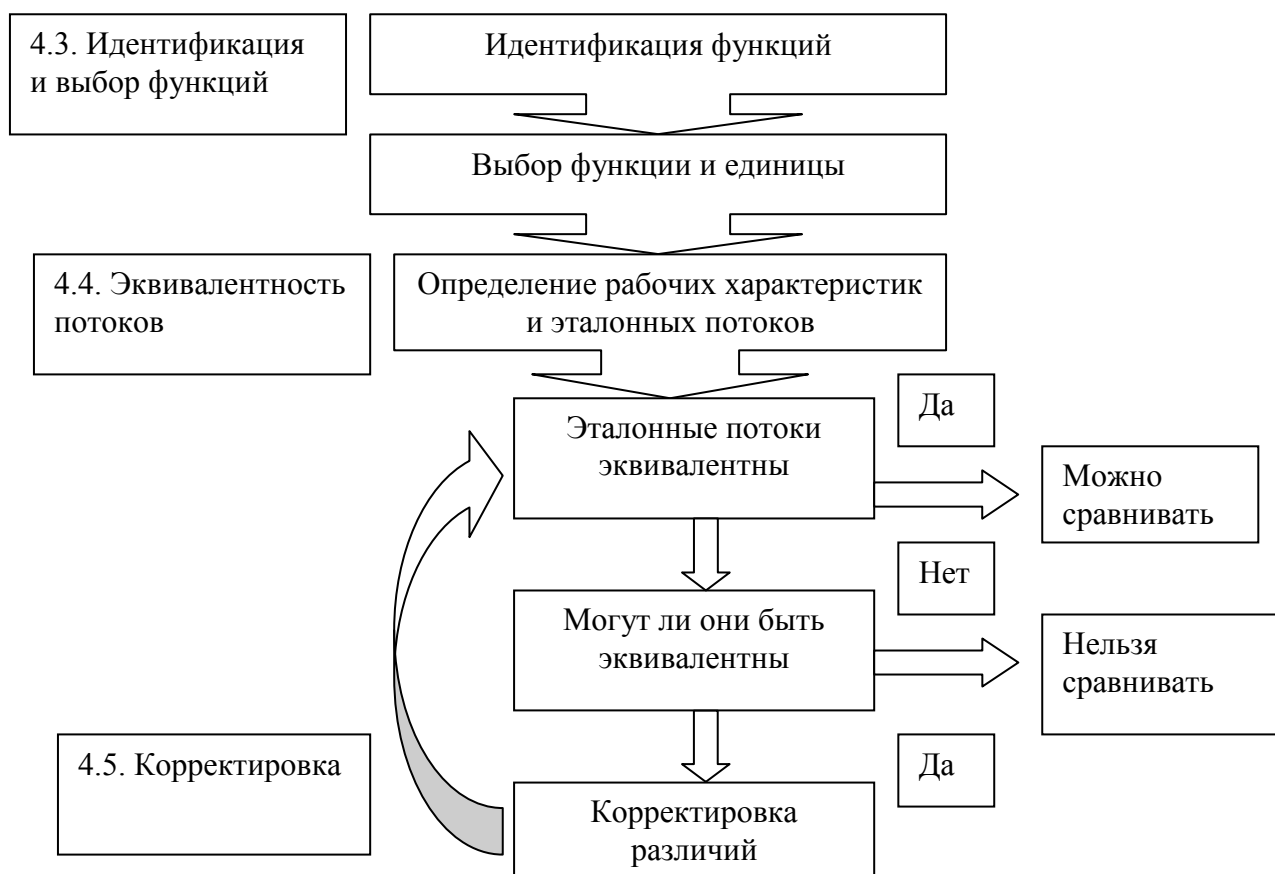


Рисунок 2. Обзор этапов сравнительных исследований (СТБ ИСО 14049)

Если цель исследования состоит в том, чтобы сравнить производственные системы, то особое внимание следует уделить обеспечению достоверности сравнения, идентификации и описанию дополнительных функций, а также учету всех соответствующих функций.

Для сравнительных исследований выбор функций является более важным, чем при несравнительных исследованиях. С учетом функций, приведенных в таблице 2, получаем, что:

- для бутылок (пример 2) исключение функции внешнего вида упаковки позволит осуществить сравнение с технически подобными упаковками (т. е. содержащими такой же объем напитка), когда производитель или потребитель не рассматривает внешний вид как функцию заслуживающую сравнения.

Функциональной единицей в примере для краски было «окрашивание 20 м² стены типа А с укрывистостью 98 % и сроком службы 5 лет». Эта функциональная единица может быть представлена несколькими различными эталонными потоками:

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

Данные эталонные потоки будут рассчитываться на основе испытания в стандартных условиях, касающихся, например, типа поверхности и укрывистости.

Стандартные условия испытания и методы измерений должны соответствовать предполагаемому сравнению

В случае с лампочкой функциональная единица «300 лк за 50 000 ч» может быть обеспечена следующим образом:

- 5 раз по три лампочки на 100 лк со сроком службы 10 000 ч каждая; или
- 10 раз по две лампочки на 150 лк со сроком службы 5 000 ч каждая.

Базовыми условиями для сравнения трех лампочек на 100 лк с двумя лампочками на 150 лк являются:

- сравнимый спектр видимого излучения двух типов лампочек (или различие приемлемо для пользователя);
- три и две лампочки, соответственно, могут быть размещены так, чтобы распределение света было одинаковым (или различие приемлемо для пользователя);
- патроны и другая арматура не влияют на выбор (в каком случае их следует учитывать при сравнении).

Таким образом, две лампочки были признаны сравнимыми, несмотря на разницу в сроке службы. Эта разница просто принимается во внимание при расчете эталонного потока.

Однако для долговечной продукции, такой как холодильники со сроком службы 10 или 20 лет, технологические разработки могут оказаться факторами, которые нельзя не учитывать. Один холодильник со сроком службы 20 лет просто нельзя сравнить с двумя холодильниками последующего поколения со сроком службы 10 лет. Холодильники, которые будут доступны через 10 лет, несомненно, будут более энергоэффективными (т. е. более низкое потребление энергии на функциональную единицу), чем современные, при этом, если рассматриваются два холодильника со сроком службы по 10 лет (второй холодильник используется после окончания срока службы первого), энергоэффективность второго холодильника должна определяться с учетом проектных изменений, в то время как энергоэффективность холодильника со сроком службы в 20 лет будет оставаться постоянной.

Пример несравнимых функций (пример по стрелке «Нет» справа на рисунке 2) – это два морозильника, один с режимом быстрой заморозки, а другой без него. Если режим быстрой заморозки рассматривается потребителем как основная функция, то два морозильника просто не сравнимы, и их невозможно сделать сравнимыми какими-либо вычислениями или расширением системы. То же действительно для двух последних примеров, приведенных в 4.3.

В некоторых системах с множеством функций (как приведенные в таблице 2) функции могут быть разделены и обеспечены несколькими системами:

- передача макулатуры на сжигание и производство бумажной массы из впервые переработанного волокна может дать ту же функциональную единицу, что и система рециркуляции бумаги;
- отдельные электрические и нагревательные установки, соответственно производящие только электроэнергию и только тепло, могут дать ту же функциональную единицу, что и теплоэлектростанция.

Однако некоторые функции могут быть так тесно связаны, что их невозможно разделить. Например, выработка тепла лампочкой не может быть отделена от ее основной функции.

В случаях, когда эталонные потоки эквивалентны непосредственно (как в примере с краской), корректировка не требуется.

В других случаях корректировка необходима. В процедуре корректировки соблюдаются те же принципы, что и при распределении попутной продукции, т. е. предпочтительным вариантом является изменение границ систем для исключения различий в рабочей характеристике продукции. В некоторых случаях, когда данное изменение невозможно или неосуществимо, может применяться распределение.

В случае с лампочкой может быть необходима корректировка одной из сравниваемых систем (расширение ее посредством дополнительного патрона для лампочки). Другой, более радикальный пример такого расширения системы или пересмотра исследуемых функций – это пример с бутылками, где необходимо учитывать содержимое бутылки.

100 000 одноразовых бутылок вместимостью 0,5 л (пример 2 в таблице 3) технически могут выполнять функцию защиты 50 000 л напитка, как например 12 500 возвратных бутылок вместимостью 0,4 л с коэффициентом оборачиваемости 90 %. Однако в некоторых

ситуациях потребитель не всегда может различить бутылки с разной вместимостью или массой. Если потребитель считает одну бутылку равной другой бутылке, то полное потребление напитка уменьшится, когда введутся возвратные бутылки. В этом случае упаковку нельзя изучать независимо от ее содержимого. Это пример по стрелке «Нет» справа на рисунке 2. Цель исследования может быть впоследствии определена повторно и предусматривать сравнение напитков вместе с упаковкой с учетом изменений в потреблении.

3. Определение границ производственной системы

Производственная система – совокупность единичных процессов, связанных между собой потоками полуфабрикатов, выполняющих одну или более заданных функций

Границы производственной системы (географические, физические) в каждом конкретном случае определяются целью исследований.

Границы системы определяют какие единичные процессы должны включаться в ОЖЦ. Установление границ зависит от комплекса факторов: предполагаемое применение, цель исследования, сделанные допущения и ограничения, критерии выбора, финансовые затраты.

Необходимость определения границ связано прежде всего с тем, что ОЖЦ метод основан на определенном моделировании. Функция, связанная с продуктом представляется как модель сложной технической системы. Она представляет собой последовательную модель производства, транспортировки, использования и утилизации. Модель иллюстрируется графически в виде дерева процессов, примеры представлены далее. Такая модель или блок-схема является основой для дальнейшего инвентаризационного анализа. В дальнейшем создаются модели механизмов экологического воздействия что бы связать входные и выходные потоки этапов жизненного цикла с нагрузкой на окружающую среду соответствующую их конкретному вкладу. Например, выбросы оксидов провоцируют закисление окружающей среды. Как результат это связано с воздействием на почву, воду, биоразнообразие в экосистемах, влияет на хозяйственную деятельность и жизненные стандарты населения. Такие модели базируются на стандартах ОВЖЦ.

По определению модель это отображение реальности в некоторой упрощенной форме. Система без упрощения слишком сложна для анализа. Так если включать все этапы ОЖЦ без исключения неизбежно надо анализировать процесс добычи полезных ископаемых и воздействие на окружающую среду, полную переработку отходов в неопределенном времени и т.д. Как результат дерево процессов становится фактически бесконечным.

С другой стороны одна производственная система не существует изолированно, и в той или иной степени связана с другими. Например, анализируя ОЖЦ бутылок, мы неизбежно учитываем транспортировку, значит надо проводить ОЖЦ грузовика или электровоза. Такой феномен называется бесконечной регрессией.

Что бы избежать такой ситуации необходимо четко определить границы производственной системы. Типичный вопрос о включении в систему капитальных сооружений. В большинстве ОЖЦ их исключают. Это, как правило, не приводит к искажению цели ОЖЦ на выходе. Тем не менее, подобные исключения не позволяют в полной мере оценить нагрузку на окружающую среду. При производстве электричества, например, около 30% потенциального воздействия приходится на капитальные сооружения.

Другая проблема это сельскохозяйственные земли, которые можно рассматривать как часть природы и одновременно средство производства. Например, пестициды если с/х земли это природа полностью рассматриваются как эмиссия, если часть экономической системы, то только те которые уходят за ее пределы.

Схожая проблема отходы. Это одновременно и конечный результат ОЖЦ и старт нового

долговременного цикла их захоронения и утилизации.

Что бы сузить границы системы используя правило «Обрезания». Это означает, что если потоки не оказывают существенного воздействия на окружающую среду то они исключаются из ОЖЦ так же как и соответствующие им единичные процессы. Это позволяет упростить модель продукционной системы. Следует понимать, что исключение потоков это во-многом субъективный процесс и требует соответствующего опыта.

Например, для оценки воздействия продукции с территории национального парка на его охраняемые природные комплексы целесообразно учитывать транспортировку сырьевых компонентов к месту их переработки и локального производства части необходимой энергии и завершить на этапе транспортировки продукции потребителю если она используется за пределами парка.

Полнота оценки требует также учета воздействия на рассматриваемую территорию производства закупаемой электроэнергии, добычи сырья и т.д.

В идеальном случае продукционные системы должны быть смоделированы, что бы входные и выходные потоки на границах были представлены элементарными потоками.

Очевидно, что чем шире границы системы, тем более достоверные и эффективные результаты можно получить в результате анализа, но тем более сложно собрать и обработать необходимые начальные данные. Во-многих случаях не имеется достаточно данных, времени и ресурсов для проведения полного анализа. В конечном итоге должны быть приняты решения относительно учитываемых процессов, которые должны быть смоделированы при ОЖЦ, а также относительно уровня их детализации. Должны быть также приняты решения относительно учета воздействия на окружающую среду. Правила используемы для выбора входных и выходных потоков должны быть четко определены и записаны, также как и любые допустимые отклонения.

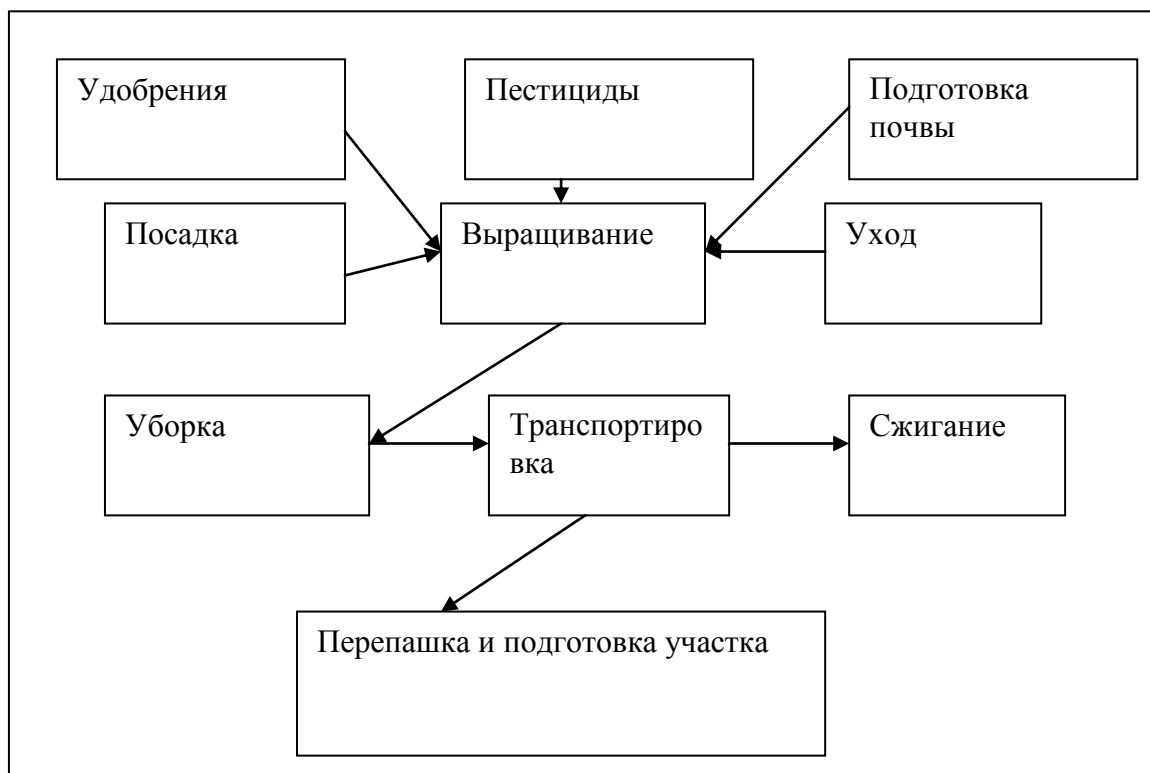
В границы системы могут входить следующие элементы:

- материальные и энергетические входные и выходные потоки
- транспортирование
- производство и использование топлива, электроэнергии и тепла
- потребление продукции
- удаление и размещение отходов производства
- производство дополнительных материалов и т.д.

Например, выращивание рапса требует средств защиты растений, минеральных удобрений, топливно-энергетических и других природных ресурсов. Учесть все вышеназванные факторы в курсовой работе не представляется возможным. Поэтому за входной поток были взяты материалы и энергетическое сырье уже доставленные к месту выращивания ивы.

Выходной поток включает полученную продукцию, эмиссию в воздушную среду продуктов сгорания топлива, остатки минеральных удобрений.

Для определения границ системы разрабатывается схема жизненного цикла продукции, например для биотоплива или блок-схема.



Для **отчетов 1 и 2** жизненный цикл будет иметь следующий вид.
Жизненный цикл одноразовых бумажных пеленок

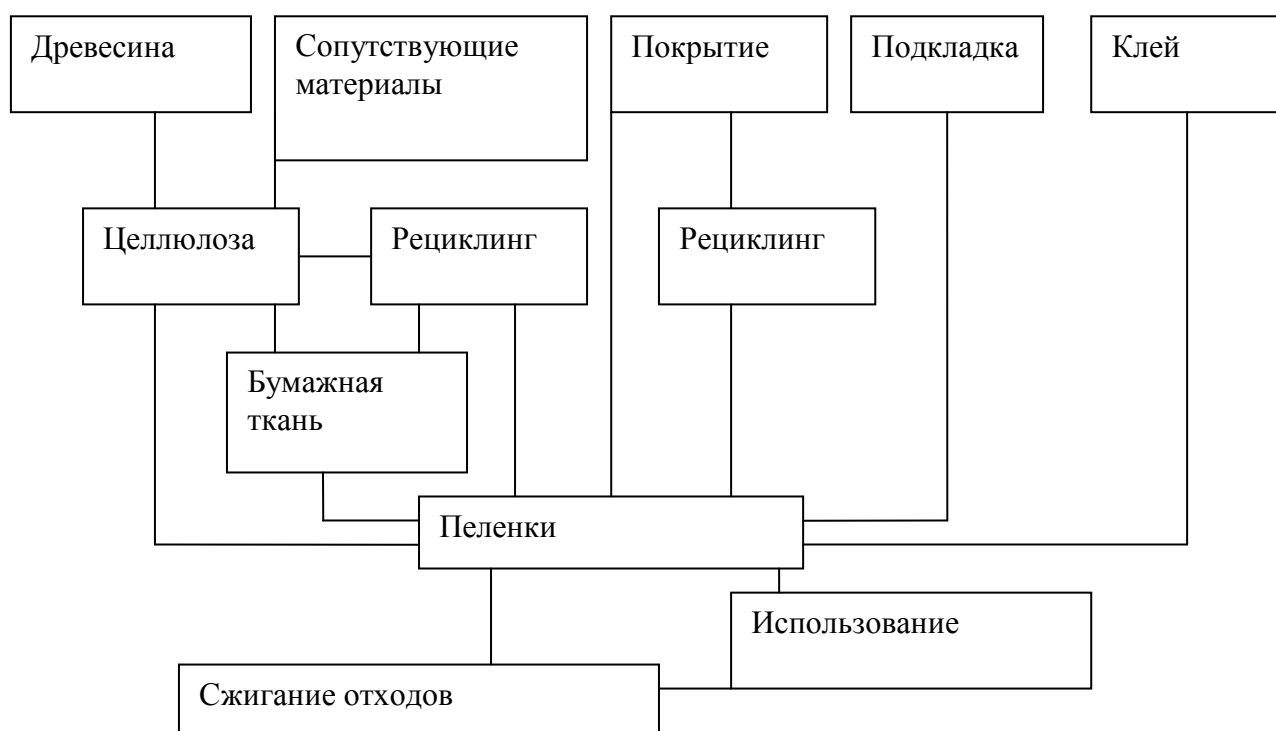
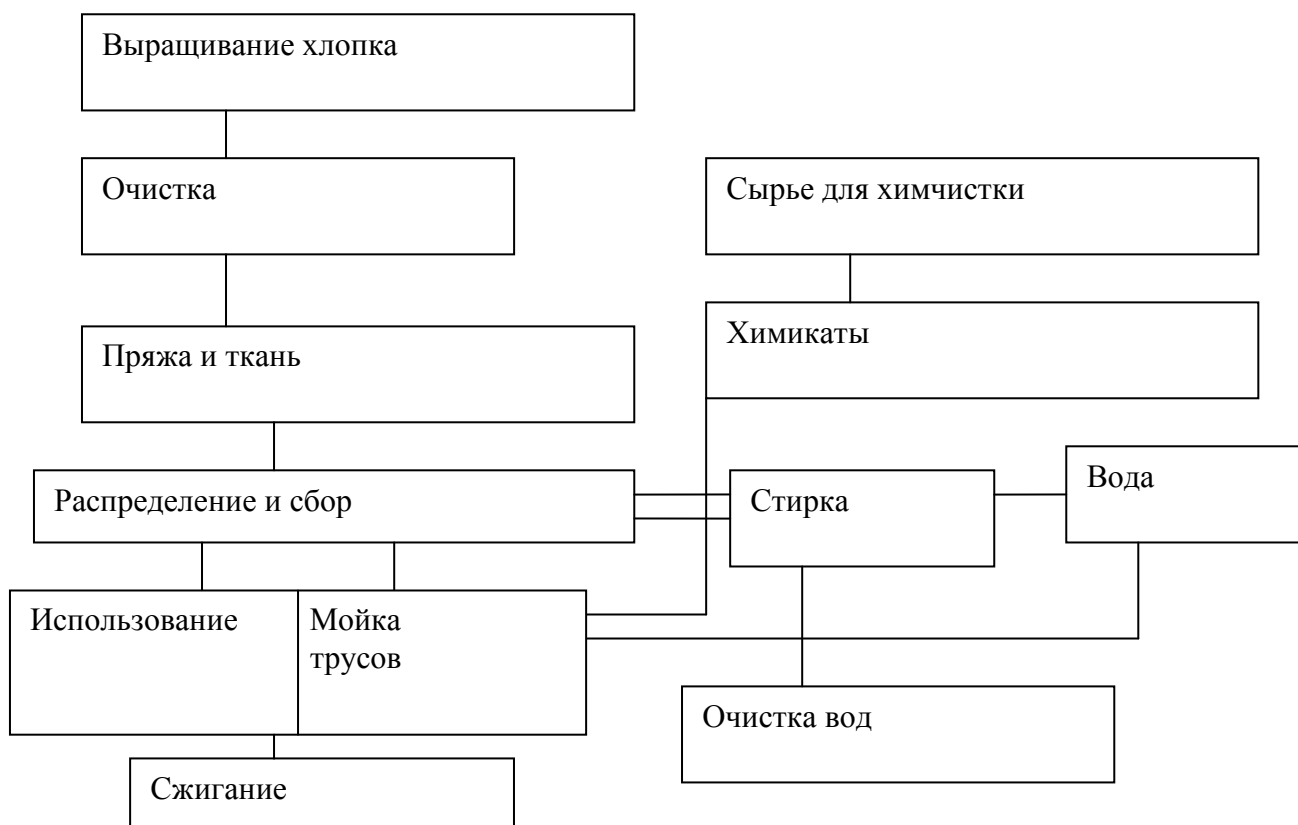


Рис. 3. Жизненный цикл многоразовых х/б пеленок

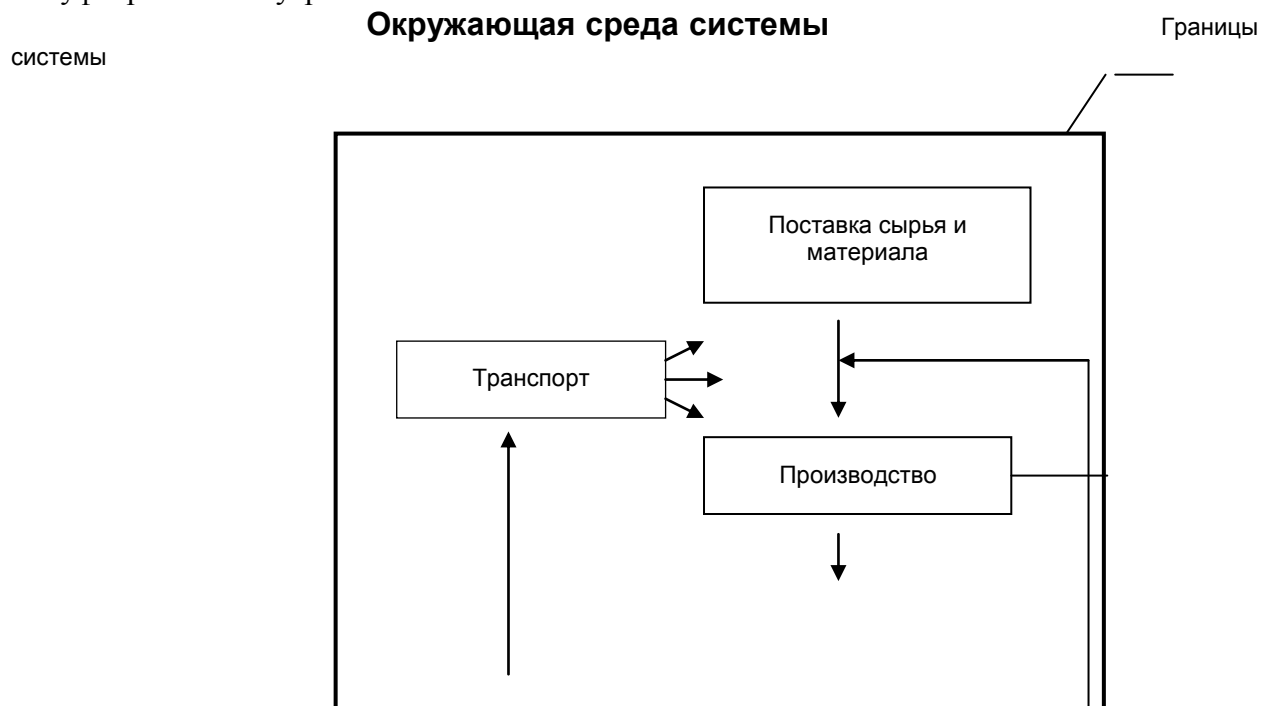


Таким образом, в анализ не включено экологическое воздействие лесной промышленности и с/х производства, так как оно незначительно или сложно для исследования.

Не учтено также воздействие капитального оборудования используемого для производства продукции (целлюлоза, бумага, ткань)

4. Элементарный единичный процесс

Продукционная система является совокупностью единичных процессов, связанных между собой потоками полуфабрикатов, выполняющих одну или более заданных функций. Пример продукционной системы приведен на рисунке 1. Описание продукционной системы включает единичные процессы, элементарные потоки, потоки продуктов через границы системы (направленные в систему или из нее), а также потоков полуфабрикатов внутри системы.



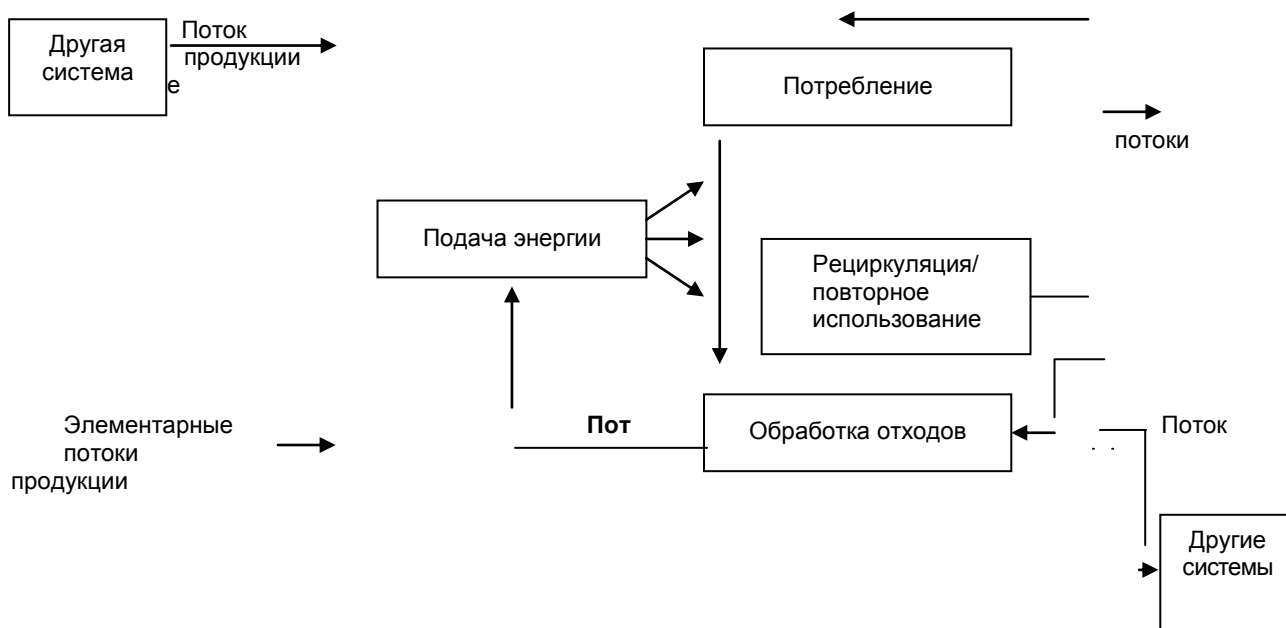


Рисунок 1 – Пример производственной системы для инвентаризационного анализа жизненного цикла

Любой жизненный цикл представляет собой модель единой производственной системы, которая должна быть разделена на совокупность единичных процессов. Единичные процессы соединяются между собой потоками полуфабрикатов и (или) отходов, предназначенных для переработки, потоками продукции и элементарными потоками с окружающей средой.

Единичные процессы, которые составляют производственную систему, должны включаться в цепь поставки и использования продукции, согласующуюся с целью и областью применения исследования. На рисунке 4 представлено схематическое описание единичного процесса со связанными с ним входными и выходными потоками. Примером единичного процесса может служить «выплавка алюминия» – часть производственной системы для алюминиевой продукции. Данный единичный процесс преобразует входные потоки сырья или промежуточного материала (очищенного глинозема), связанные с вспомогательными материалами, энергией и воздействием на окружающую среду, в «полуфабрикат», который далее перерабатывается внутри производственной системы. На основе данной информации могут быть налажены конкретные процессы, за счет которых осуществляется преобразование. Далее составляют перечень участков, которые охватывает цель исследования.

Для установления границ единичного процесса может быть установлена связь с участками в пределах рассматриваемого перечня для определения наименьших составляющих производственной системы, для которых приемлемы данные. Из-за изменчивости определенных процессов, осуществляемых на конкретном участке, границы единичного процесса устанавливаются с целью минимизации потребности в процедурах распределения.

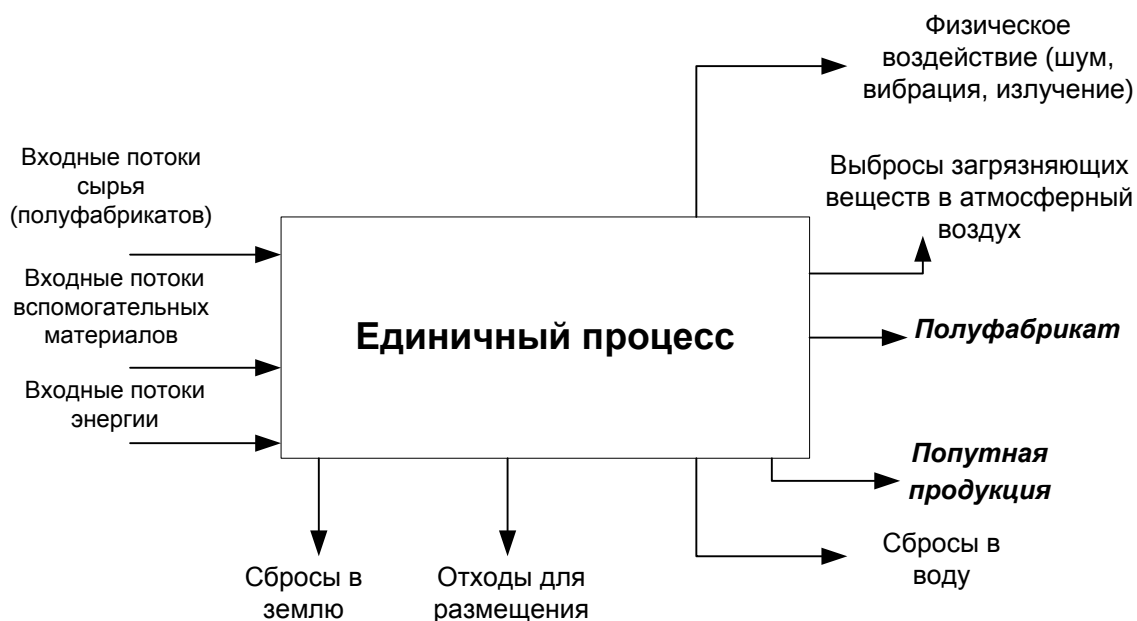


Рисунок 4 – Схематический пример описания единичного процесса

Примерами элементарных потоков входящих в ЕП являются сырая нефть и солнечная энергия, выходящих из единичного процесса, - выбросы в атмосферу, сбросы в воду, излучение, твердые отходы, шум, вибрация.

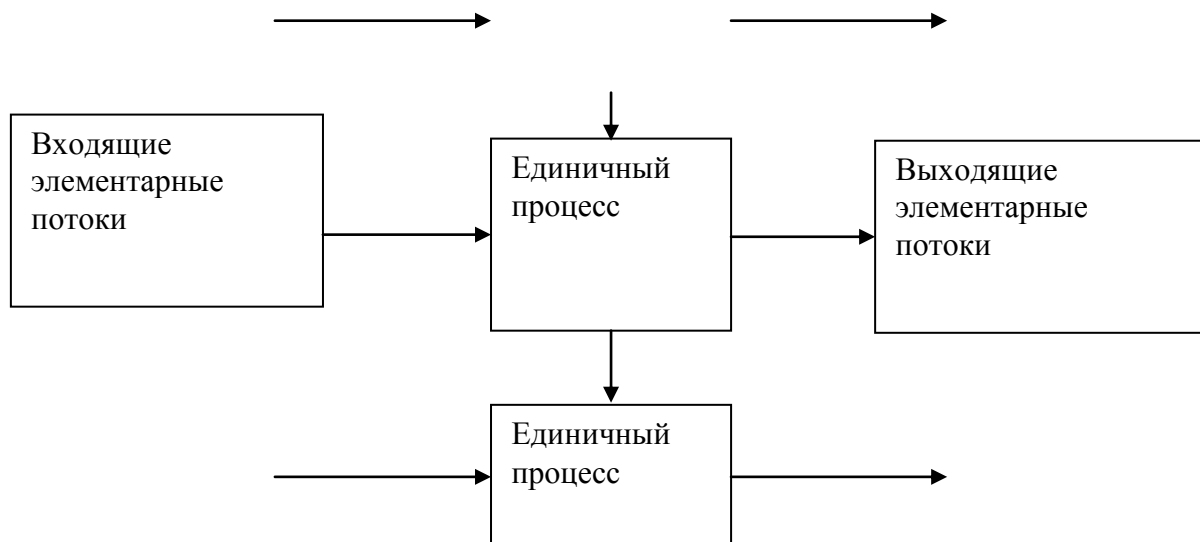
Разделение производственной системы на единичные процессы способствует разделению входных и выходных потоков производственной системы. Граница ЕП определяет уровень детальности моделирования, необходимый для достижения цели исследования.

Каждый ЕП подчиняется законам сохранения массы и энергии. Баланс массы и энергии – проверка достоверности описания ЕП. Все единичные процессы в пределах одной производственной системы взаимосвязаны между собой.

Отдельный единичный процесс можно так же упрощенно представить следующим образом:

Схема 3. Элементарный единичный процесс.





Стрелки, направленные от блока «единичный процесс» означают взаимосвязь нескольких процессов между собой.

Лекция 4. Инвентаризационный анализ

1. Выбор потоков и структура инвентаризационного анализа
2. Подготовка к сбору и сбор данных. Терминология
3. Критерии учета входных и выходных потоков
4. Описание категорий данных. Общие требования к качеству данных.

1. Выбор потоков и структура инвентаризационного анализа

Инвентаризационный анализ включает в себя процедуры сбора и расчета данных с целью количественного определения соответствующих (релевантных) входных и выходных потоков данных производственной системы. В зависимости от целей и области применения ОЖЦ эти данные можно использовать для интерпретаций. Эти данные также являются исходными для оценки воздействия на протяжении жизненного цикла.

Процесс инвентаризационного анализа является итерационным. По мере сбора данных и изучения системы могут быть установлены новые требования к ней или новые ограничения, что потребует изменения в процедурах сбора данных для достижения цели исследования. Иногда могут возникнуть вопросы, решение которых потребует пересмотра цели или области применения исследования.

Выбор отдельных категорий данных может включать исчерпывающий перечень входных и выходных потоков или может быть специфичным по отдельным вопросам, которые изучаются в ходе исследования.

Категории данных от системы устанавливаются при определении цели и области применения. Энергетические потоки обычно включаются в исследование ОЖЦ, поскольку информация о них легко доступна, а энергетические потоки оказывают существенное влияние на использование природных ресурсов и выбросы загрязняющих веществ (в атмосферу или окружающую среду).

Решения, касающиеся потоков материалов, выбираемых для включения в область применения исследования ОЖЦ, будут оказывать влияние на результаты. Важно включить все существенные потоки материалов, которые могут повлиять на интерпретацию результатов исследования.

Процесс выбора входных и выходных потоков материала и границ системы приведен на рисунке 3.

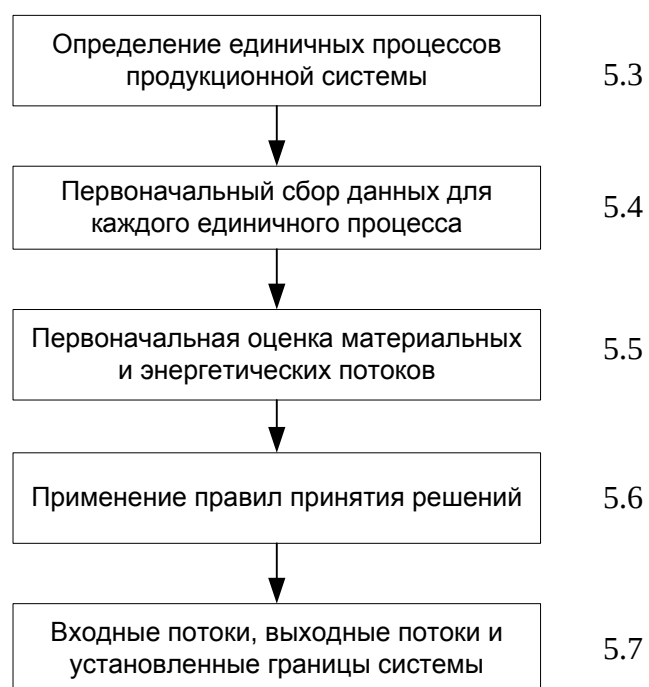


Рисунок 1. Процесс выбора потоков

Порядок проведения ИА включает следующие процедуры:

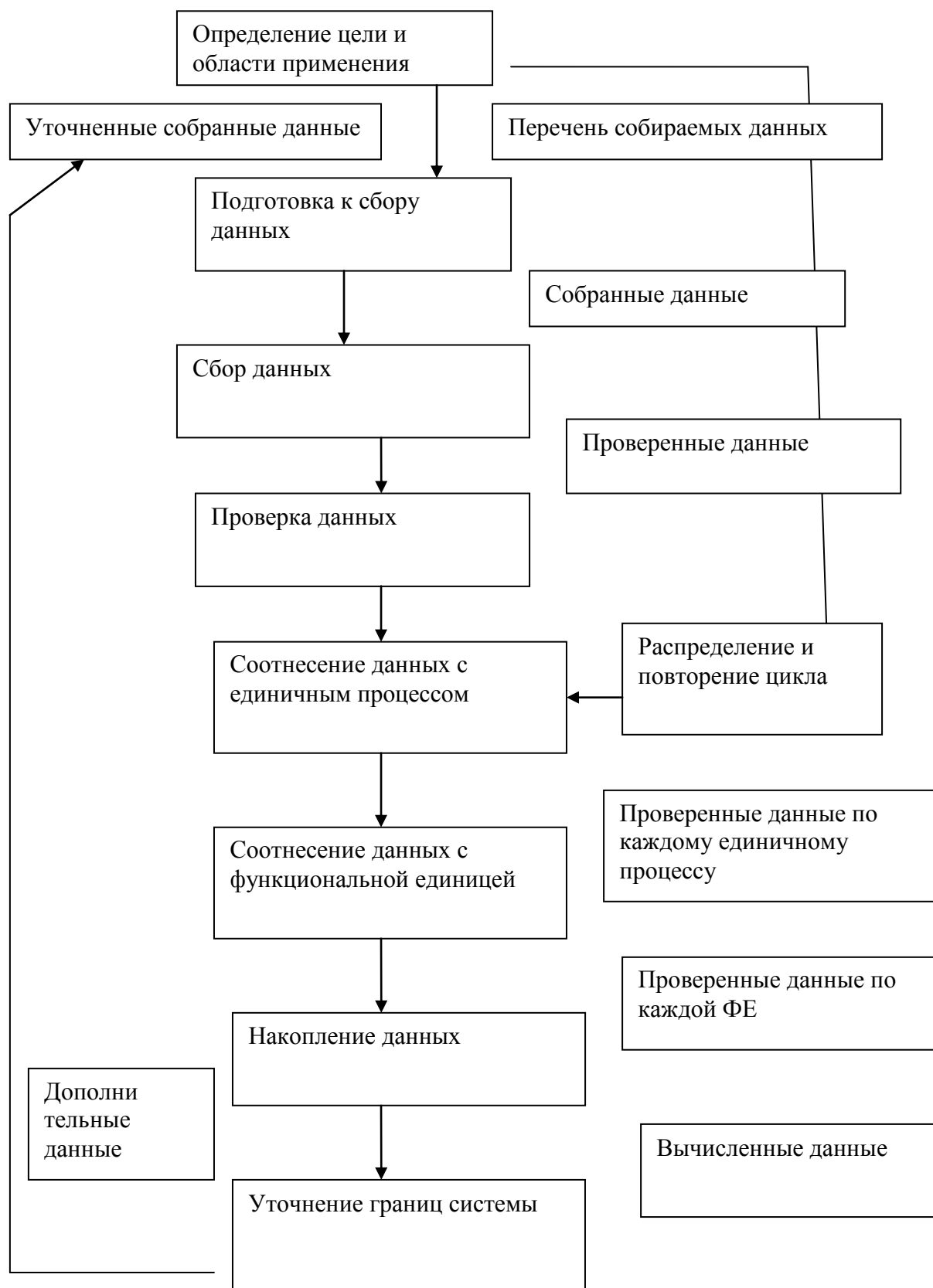


Рисунок 2. Порядок проведения ИА

Инвентаризационный анализ это основа и обязательный элемент любой ОЖЦ. На протяжении этой фазы все материальные, энергетические и выходящие потоки связанные с производственной системой собираются и систематизируются для последующего анализа в рамках оценки воздействия ЖЦ на окружающую среду.

ИА проводится в четыре этапа:

1. Разработка дерева процессов
2. Сбор данных
3. Соотношение данных с выбранной функциональной единицей
4. Разработка материального и энергетического баланса (всех входящих и выходящих потоков).
5. Составление инвентаризационной таблицы.

2. Подготовка к сбору и сбор данных. Терминология

Сбор данных проводится в несколько этапов с использованием различных источников информации.

Эти этапы должны включать:

- описание единичных процессов и подготовку перечня категорий данных, связанных с каждым единичным процессом;
- определение единиц измерения;
- установление методов сбора данных и методик расчета для каждой категории данных, необходимых для ОЖЦ;
- разработку инструкций, учитывающих наличие, отклонений или других особенностей, которые могут возникнуть при подготовке данных.

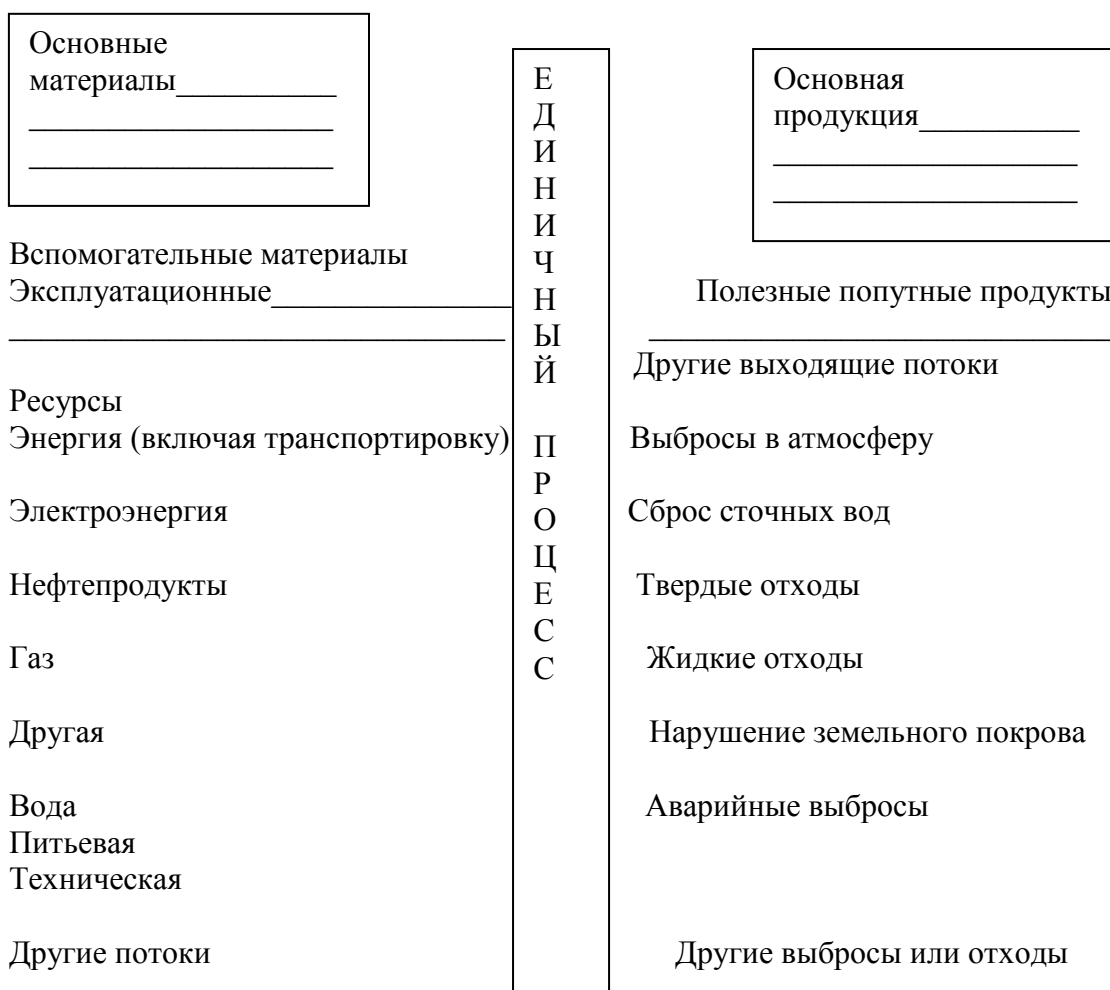


Рисунок 3. Блок - схема. Схема сбора данных

Процедура сбора данных может изменяться применительно к каждому единичному процессу в различных моделируемых системах. Процедуры могут изменяться в зависимости от состава и квалификации участников исследования и необходимости учета прав собственности или требований конфиденциальности данных.

Сбор данных требует глубоких знаний об исследуемых единичных процессах. Чтобы избежать дублирования данных, каждый единичный процесс подлежит документальному оформлению. Это включает определение входных и выходных потоков, описание функций единичных процессов.

Если единичный процесс имеет множество входных потоков, например процесс очистки стоков, то данные с привязкой к местам их получения должны быть документированы и представлены в виде отчета.

Таблица 1. Бланк для внешнего транспортирования. Эквивалентные бланки можно использовать для ж/д транспорта.

Наименование полуфабриката	Дорожный транспорт			
	Расстояние км	Грузоподъемность дорожного транспорта, т	Фактическая загрузка, т	Возврат порожняком (да, нет)

Таблица 2. Бланк для внутреннего транспортирования. Используется в пределах предприятия. Собранные данные характеризуют фактический расход топлива для определенных периодов времени. Можно вводить дополнительные столбцы при необходимости.

Дизельное топливо, бензин, газ	Общий объем входного транспортного потока	Общий расход топлива

Таблица 3. Пример сбора данных для единичного процесса (входные потоки)

Заполнено	Дата заполнения			
Идентификация процесса	единичного	Местонахождение источника информации		
Период времени, год		Начало, месяц	Окончание, месяц	
Подробное описание процесса. При необходимости использовать дополнительные листы				
Материальные потоки	Единица	Количество	Описание процедуры отбора	Происхождение
Потребление воды ¹	Единица	Количество	Описание процедуры	Происхождение
Потребление энергии ²	Единица	Количество	Описание процедуры	Происхождение

Выход продукции	Единица	Количество	Описание процедуры	Назначение

1. Вода питьевая, техническая, поверхностная и т.д.
2. Энергия мазут, керосин, биотопливо, газ и т.д.

Табл. 2. Образец сбора данных инвентаризационного анализа жизненного цикла (выходные потоки).

Идентификация единичного процесса			Местонахождение источника информации
Эмиссия в воздух ¹	Единица	Количество	Описание процедуры. При необходимости использовать дополнительные листы
Эмиссия в воду ²	Единица	Количество	Описание процедуры. При необходимости использовать дополнительные листы
Эмиссия в почву ³	Единица	Количество	Описание процедуры. При необходимости использовать дополнительные листы
Другие выбросы ⁴	Единица	Количество	Описание процедуры. При необходимости использовать дополнительные листы
В процессе сбора описывать любые единичные расчеты данных, сбор данных, примеры или варианты функций единичных процессов. При необходимости использовать дополнительные листы			

1. Неорганические: CO, CO₂, пыль и т.д.; органические: диоксины, углеводороды и т.д.
2. Нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы, кислотность H⁺ и т.д.
3. Минеральные отходы, твердые коммунальные отходы, токсические отходы и т.д.
4. Шум, вибрация, запах, радиация и т.д.

Процедура сбора данных может основываться на результатах обзора первоначальных данных, полученных от небольшого количества участков.

Кроме того, может быть разработана и разослана поставщикам анкета, которую они в свою очередь могут разослать своим поставщикам. Но одной анкеты недостаточно. Даже самая подробная анкета с примерами и пояснениями не гарантирует, что все вопросы

будут одинаково поняты. Следовательно, ответы следует обрабатывать с осторожностью. Телефонные переговоры до и после рассылки анкеты могут повысить как число, так и качество ответов. Для получения дополнительных сведений может потребоваться посещение предприятия для обеспечения достоверности сведений.

Общая информация, запрашиваемая по каждому единичному процессу, может быть структурирована следующим образом:

- эталонная единица (например, «данные приведены на кг топлива»). Еталонной единицей единичного процесса должна быть единица измерения одного или нескольких материальных или энергетических потоков. Еталонной единицей также может быть определенный период времени (например, «годовой объем производства»);

- какие данные включать, т. е. начало и конец единичного процесса, включены или не включены данные по вспомогательным веществам, упаковке, очистке, администрированию, маркетингу, исследованиям и разработке, лабораторному оборудованию, условиям труда работников (отоплению, освещению, рабочей одежде, транспорту, столовой, санитарно-гигиеническим условиям), оборудованию и его обслуживанию.

Следует также установить, относятся ли данные только к стандартным рабочим условиям или включают также условия запуска/остановки производства, а также обоснованно предсказуемых аварийных ситуаций;

- географическое расположение производства;
- применяемая технология/технологический уровень;
- данные, касающиеся распределения экологических изменений (если распределение было осуществлено, то указывается, как осуществлено), для единичного процесса, в ходе которого производится более одного вида продукции.

Для каждого отдельного входного или выходного потока может потребоваться определение следующей информации:

- периода, в течение которого накапливались данные, и представляют ли данные среднее значение за весь указанный период или только его части;

- способа накопления данных и насколько представительными они являются (например, «1 образец в месяц», «непрерывные измерения», «рассчитаны на основании установленных затрат», «предполагаемые»), включая число измеряемых участков, методы измерения, методы вычислений (в том числе как вычисляется среднее значение) и значение возможных исключений и допущений;

- фамилии и должности лица, ответственного за сбор данных, и даты сбора;

- процедуры валидации.

Входные и выходные потоки должны представляться по возможности с указанием неопределенности (предпочтительно со статистической информацией, такой как стандартное отклонение, и тип распределения, и как минимум интервал). Следует установить, откуда поступает входной поток (например, «вода из отдельных водопроводных сооружений»), а также назначение выходных потоков (например, «в водоочистное сооружение»). Должно быть очевидно, если поток поступает в/из окружающей среды (например, очищенная вторичная вода превращается в пар) или в/из другого технологического процесса (например, ил вывозится на сельскохозяйственные земли). Для определенных потоков следует установить уровень качества (например, содержание сухого вещества, содержание масла, запас энергии).

Транспортирование предпочтительно рассматривать как отдельные единичные процессы. Транспортная система может быть разделена на постоянную инфраструктуру (например, дороги, линии, трубопроводы, порты, станции), подвижной состав (например, грузовик, самолет, контейнер) и источники энергии (например, дизельное топливо, электричество). Для каждого способа транспортирования могут быть установлены следующие значения:

- тип энергии и ее количество в зависимости от расстояния (например, в км) и транспортной характеристики (масса × расстояние, например кг × км);
- экологические изменения в зависимости от расстояния и транспортной характеристики;
- средняя нагрузка в процентах, включая возврат после доставки груза и корректирующие факторы, используемые для этого.

Так как данные могут быть собраны с использованием нескольких отчетов и источников необходимо принимать меры для их унификации и последовательного моделирования производственной системы.

Меры включают:

- построение диаграмм специфических потоков, где процессы и их взаимодействие должны быть смоделированы
- детальное описание каждого единичного процесса с учетом факторов влияния на входе и на выходе
- спецификация единичных процессов
- описание процедуры сбора и расчета данных
- наличие инструкций где четко идентифицированы таблицы, порядок и другие вопросы связанные со сбором данных

На основании первоначального сбора данных готовится первоначальная оценка материальных и энергетических потоков, как представлено на примере со стеклянными бутылками в таблице 4 и 5.

Таблица 4 – Входные потоки сырьевых материалов для стеклянных бутылок, приведенные в порядке уменьшения их содержания

Материал	Количество	Единица измерения	Промежуточная сумма
Каменный уголь (лигнит и древесный уголь) ^a	53,1	кг	53,1
Сырая нефть ^a	43,7	кг	96,8
Песок ^a	8,7	кг	105,5
Металлический лом белой жести и стали из других систем ^a	7,3	кг	112,8
Известняк и известь ^a	6,9	кг	119,7
Осколки стекла из других систем ^a	6,8	кг	126,5
Природный газ (6,22 м ³) ^a	4,9	кг	131,4
Гидроксид натрия ^a	4,5	кг	135,9
Древесина ^a	4,0	кг	142,6
Хлорид натрия ^a	2,7	кг	143,7
Серная кислота ^a	1,1	кг	144,4
Клей ^a	0,7	кг	–
Каолин и связующее вещество ^b	0,6	кг	–
Мыло ^b	0,5	кг	–
Итого	145,8	кг	–
+ печатная краска или красители ^b , данные неизвестны	7000	л	–
+ вода			

^a См. текст 5.6.1 правил принятия решений по массовой доле.

^b См. текст 5.6.3 правил принятия решений по воздействию на окружающую среду.

Таблица 5 – Процессы потребления энергии на этапах жизненного цикла стеклянных бутылок, разделенные между непосредственно потребленной электроэнергией, тепловыми процессами и т. д., транспортом и сырьем для промышленности

Процесс потребления энергии – непосредственное использование	Электроэнергия, %	Тепловая энергия, %	Транспорт, %	Исходное сырье, %
Добыча и очистка сырья	0,1	2,6		
Производство стекла	4,5	14,2		
Очистка и заполнение	64,4	61,4		
Использование (охлаждение потребителями)	15,9			
Возврат (очистка осколков)	0,1			
Обработка отходов, включая сжигание				2,9
Этикетки – полный жизненный цикл	4,4	8,8		60,6
Крышки для бутылок – полный жизненный цикл	10,2	10,5		12,9
Тара для упаковки – полный жизненный цикл	0,5	2,5		23,6
Движение товара от производства к потреблению			79,1	
Транспортирование, кроме движения товара от производства к потреблению			20,9	
Итого, %	100	100	100	100
Итого, кВт · ч (МДж)	78 кВт · ч	750 МДж	743 МДж	67 МДж

Применение правил принятия решений

3. Критерии учета входных и выходных потоков

Первоначальное решение при проведении инвентаризационного анализа о включении определенных входных и выходных потоков формируется при определении области применения на основании имеющихся в наличии данных. Дальнейший анализ заключается в определении целесообразности включения каждого входного и выходного потока в производственную систему. Это означает, что необходимо определить, какие единичные входные и выходные потоки следует включать в исследуемую производственную систему, а какие можно исключить исходя из информационной и экономической целесообразности. Вопрос включения входных и выходных потоков подлежит уточнению после сбора дополнительных данных в процессе последующего исследования с последующим проведением анализа чувствительности.

Таким образом, для включения или исключения потоков необходимо дать четкое заключение с обоснованием критериев, на основании которых осуществляется выбор потоков. Потенциальное воздействие выбранных критериев на общий результат исследования также подлежит оценке и включению в окончательный отчет. Это позволит максимально исключить субъективность оценки.

Для материальных выходных потоков анализ начинается с выбора исследуемых входных потоков, так как они вторичны. Этот выбор должен быть основан на определении входных потоков, связанных с каждым моделируемым единичным процессом и конечной целью является выявление существенных входных потоков, связанных с каждым единичным процессом.

Для определения перечня входных потоков, подлежащих исследованию, в практике ОЖЦ используются различные критерии, основными из которых являются масса, энергия, воздействие на окружающую среду. Проведение первичного определения входных потоков на базе только одного критерия как правило может в результате привести к пропуску важных входных потоков при проведении исследования.

Для определения перечня входных потоков, подлежащих исследованию, могут последовательно применяться следующие правила принятия решений.

Для определения перечня входных потоков, подлежащих исследованию, могут последовательно применяться следующие правила принятия решений.

Правило принятия решений по массовой доле

Как правило, решения об исключении входных материалов принимают на основании массы. Приближенные методы, такие как исключение материалов, вносящих менее пяти процентов в отдельные массовые входные потоки единичного процесса или менее одного процента в общий массовый входной поток системы, были детально изложены в опубликованных литературных источниках. Однако, учитывая качество данных, предпочтение следует отдавать правилам принятия решений, основанным скорее на общей массовой доле в исследуемой системе, чем на массовой доле отдельных материалов. В соответствии с правилом принятия обоснованного решения требуется включить все материалы, которые имеют сумму с нарастающим итогом больше чем заданный процентный показатель общего массового входного потока производственной системы.

Пример – Для производственной системы стеклянных бутылок (см. таблицу 4) было установлено правило принятия решений, в соответствии с которым сумма всех включенных материалов должна составлять более 99 % общей массы, поступающей в систему. На основании этого правила принятия решений включаются только материалы, помеченные одной звездочкой. Остальные материалы в дальнейший анализ можно не включать.

Правило принятия решений по энергии

Включение процессов только по критериям массы может привести в результате к тому, что существенные данные не будут учтены. Хотя масса является важным показателем значимости материалов, некоторые материалы значительно более энергоемки, чем другие. Таким образом, рекомендуется дополнить правило принятия решений на основе массы правилом принятия решений по совокупной энергии, требующейся для анализируемой системы.

Пример – Для производственной системы стеклянных бутылок требования по энергии приведены в таблице 5. Данный анализ показывает некоторые существенные процессы, которые могли быть не учтены, если бы анализ был основан только на входной массе. Процессы «очистка и заполнение» и «использование (охлаждение потребителями)» имеют очень незначительные входные потоки материалов, но вызывают значительные энергетические затраты. Следовательно, правило принятия решений по энергии заключается в том, что суммарная энергия всех включенных процессов должна составлять более 99 % общей энергии, требующейся для системы.

Правило принятия решений по воздействию на окружающую среду

Критерий массы, применяемый в примере со стеклом, можно дополнить критерием воздействия на окружающую среду. Качественная оценка материалов, вероятно присутствующих в значительных опасных выбросах, ведет к дополнительному включению материалов, указанных в сноске «б» таблицы 4.

Правило принятия количественного решения по воздействию на окружающую среду может быть установлено для каждой отдельной категории данных или категории оценки воздействия. В примере со стеклянной бутылкой применяется правило принятия решений, согласно которому должны учитываться процессы, суммарный вклад которых составляет 90 % по отношению к предварительно рассчитанному количеству для каждой категории.

Пример – Для категории воздействия «Токсичность для человека, атмосферный воздух» подразумевается более тщательное изучение категорий данных «свинец в воздухе» и «оксид азота в воздухе», так как они составляют 90 % вклада в категорию (см. таблицу 6). Это ведет к включению производства стекла как отдельного процесса из-за выброса свинца (поступающего из осколков стекла, получаемых из других систем).

Таблица 6 – Процессы производственной системы стеклянных бутылок, которые составляют как минимум 90 % вклада в категорию потенциального воздействия «Токсичность для человека, атмосферный воздух»

Свинец (56 %)	Производство стекла (72 %) Другие тепловые процессы (20 %) Производство электричества (7 %) Транспортные процессы (1 %)
Оксиды азота (34 %)	Транспортные процессы (73 %) Тепловые и другие процессы (15 %) Производство электричества (12 %)

Входные потоки, выходные потоки и установленные границы системы

Используя описанный выше процесс, устанавливают входные и выходные потоки, которые должны быть включены в исследование ОЖЦ, и границу системы. Этот процесс позволяет получить дополнительную информацию о доле отдельных потоков в абсолютной величине массы, энергии и воздействия на окружающую среду. Следовательно, правила принятия решений отражают обоснованные и выборочные затраты времени и ресурсов в тех областях, которые более всего способны повысить общее качество исследования ОЖЦ.

4. Описание категорий данных и требования к качеству данных.

Состав данных, используемых в ОЖЦ, зависит от цели исследования. Данные могут быть собраны по производствам, связанным с единичными процессами в пределах границ системы, или могут быть получены или рассчитаны по опубликованным источникам. На практике все категории данных могут включать сочетание измеренных, рассчитанных или прогнозируемых данных.

Основные виды входных и выходных данных количественно характеризуют каждый единичный процесс в границах системы. Эти категории данных следует рассмотреть при принятии решения о выборе данных для использования в исследовании. Отдельные категории данных должны быть в дальнейшем детализированы, чтобы соответствовать целям исследования.

Энергетические входные и выходные потоки должны рассматриваться как любые другие входные или выходные потоки для ОЖЦ. Различные типы энергетических входных и выходных потоков должны включать потоки, касающиеся производства и подачи топлива, энергии исходного сырья и энергии процесса, применяющихся в пределах моделируемой системы.

При определении элементарных потоков, связанных с электроэнергией, должны быть сделаны расчеты по блокам производства электроэнергии, учтены коэффициенты полноты сгорания для различных типов горючих материалов, коэффициенты полезного действия для генераторов электроэнергии, потери энергии при транспортировании и распределении.

Выбросы в воздух, сбросы в воду и почву представляют собой источники точечного или диффузионного типа. Эта категория должна также включать непреднамеренные выделения, если они являются значительными. Здесь также могут использоваться индикаторные параметры, например биохимическое потребление кислорода.

Другие категории учитываемых и используемых данных могут включать, например, шум и вибрацию, радиацию, запахи и остаточное тепло.

Проведение ОЖЦ требует анализа многочисленных данных, и результат зависит от их качества. Требования к качеству данных должны быть сформулированы исходя из целей и области исследования. Качество данных характеризуют как количественные, так и качественные аспекты, а также используемые методы сбора и интеграции этих данных. Требования к качеству данных должны включать следующие параметры:

- охватываемый период времени – время, к которому относятся данные (например, последние пять лет) и минимальный промежуток времени (например, один год), за который должны быть собраны данные;
- географическая протяженность – географическая область, к которой относятся собираемые данные об единичных процессах, удовлетворяющие целям исследования (например, локальный, региональный или мировой масштабы);
- используемая технология – варианты технологий обработки данных.

Во всех исследованиях следует рассматривать дополнительные требования к качеству данных со степенью подробностей, определяемой целями и областью исследования:

- точность – рассчитанная величина отклонения от фактического значения для каждой категории данных;
- полнота – доля (процент) используемых данных от потенциального числа существующих данных по каждой категории для единичного процесса;
- репрезентативность – качественная оценка степени, с которой используемые данные отражают реальные характеристики;
- сопоставимость – качественная оценка того, насколько используемая методология анализа применима к различным компонентам анализа;
- воспроизводимость – качественная оценка возможности того, что имеющаяся информация позволит независимым исследователям воспроизвести результат, полученный в данном исследовании.

Лекция 5. Процедуры сбора и анализа данных

- 1. Процедуры расчета данных**
- 2. Распределение потоков. Принципы нераспределения**
- 3. Распределение потоков по различным факторам**

1. Процедуры расчета данных.

После сбора данных проводятся процедуры расчета, необходимые для определения количественных значений параметров каждого единичного процесса анализируемой системы, определение функциональных единиц моделируемой производственной системы.

При определении элементарных потоков, связанных с выработкой электроэнергии, необходимо учитывать коэффициенты полноты сгорания, преобразования, электропередачи и распределения. Входные и выходные потоки, относящиеся к горючим материалам, например масло, газ или уголь, могут быть преобразованы в энергетические входные или выходные данные путем их умножения на соответствующую теплоту сгорания. В данном случае необходимо указывать, используется ли наивысший или наилучший тепловой показатель. На протяжении исследования необходимо применять одну и ту же процедуру расчета.

Для расчета данных используются различные операционные этапы согласно стандарту СТБ ИСО 14041-2001. пункты 6.4.2 – 6.4.5, 6.5. Все процедуры расчета подлежат документальному оформлению.

6.4.2 Проверка достоверности данных

Проверка достоверности данных должна осуществляться в процессе сбора данных. Например, проверка достоверности может включать составление балансов массы,

энергетических балансов и (или) проведение сравнительных анализов. Пробелы данных, выявляемые в результате таких процедур проверок, потребуют представления альтернативных величин данных, которые соответствуют требованиям к качеству данных по 5.3.6.

Обработка пропущенных данных должна быть документально оформлена.

6.4.3 Определение размерности данных

Для каждого единичного процесса должна быть определена соответствующая размерность (например, в виде единицы массы – в килограммах, энергии – в джоулях).

Количественные входные и выходные данные единичного процесса должны вычисляться по отношению к этому эталонному потоку.

6.4.4 Накопление данных и соотнесение данных с функциональной единицей

На основе блок-схемы и границ системы осуществляется соединение единичных процессов с целью обеспечения вычислений для всей системы, в результате вычислений получают входные и выходные данные для всей системы, которые соотносятся с функциональной единицей.

Особое внимание следует уделять этапу накопления входных и выходных потоков в производственной системе. Уровень накопления должен быть достаточным для удовлетворения цели исследования. Категории данных подлежат группированию, если они соотносятся с эквивалентными веществами и аналогичными экологическими воздействиями. При необходимости детализации правил накопления, они должны быть аргументированы на стадии определения цели и области применения исследования или перенесены на последующие этапы оценки воздействия.

6.4.5 Уточнение границ системы

Границы производственной системы определяются рядом факторов, критериями для включения входных и выходных потоков согласно 5.3.5. Исходные границы производственной системы должны при необходимости пересматриваться в соответствии с критериями, установленными при определении области применения ОЖЦ. Анализ чувствительности может быть оптимизирован:

- исключением ряда несущественных стадий жизненного цикла или подсистем;
- исключением ряда материальных потоков, мало влияющих на результаты исследования;
- включением новых единичных процессов, входных и выходных потоков, которые были выявлены как существенные в результате проведения анализа чувствительности.

Результаты этого процесса уточнения и анализа чувствительности подлежат документальному оформлению. Анализ чувствительности ставит определенные пределы манипулированию данными входных и выходных потоков, которые определены как существенные для достижения целей исследования.

2. Распределение потоков. Принципы нераспределения

Инвентаризационный анализ ОЖЦ объединяет единичные процессы и подсистемы в рамки единой системы с помощью материальных и энергетических потоков. Практически лишь некоторые производственные процессы имеют единственный выход или основаны на линейной зависимости между входным потоком сырья и выходом продукции. Большинство производственных систем имеют несколько продуктов на выходе, используют отходы повторно как сырье или удаляют их. В силу этого материальные и энергетические потоки вместе с взаимосвязанными с ними выбросами и сбросами в окружающую среду подлежат распределению по различным видам продукции в соответствии с установленными процедурами.

На основе принципов распределения применяются следующие процедуры

а) Этап 1. Во всех возможных случаях необходимо избегать распределения с помощью:

1) разделения единичного процесса, подлежащего распределению, на два или более подпроцессов сбора входных и выходных данных, связанных с этими подпроцессами;

2) расширения производственной системы с включением дополнительных функций, относящихся к полуфабрикатам, принимая во внимание требования

Пример 1. Использовать возможности избежать распределения

В процессе размалывания муки образуется ряд продуктов которые можно использовать: мука, шелуха, отруби, органическая пыль и т.д. Процесс размалывания необходим только для производства муки. Следовательно, он анализируется только при ОЖЦ муки. Предыдущие процессы, такие как производство и внесение удобрений, сбор урожая, транспортировка и т.д. необходимы для всех видов продуктов.

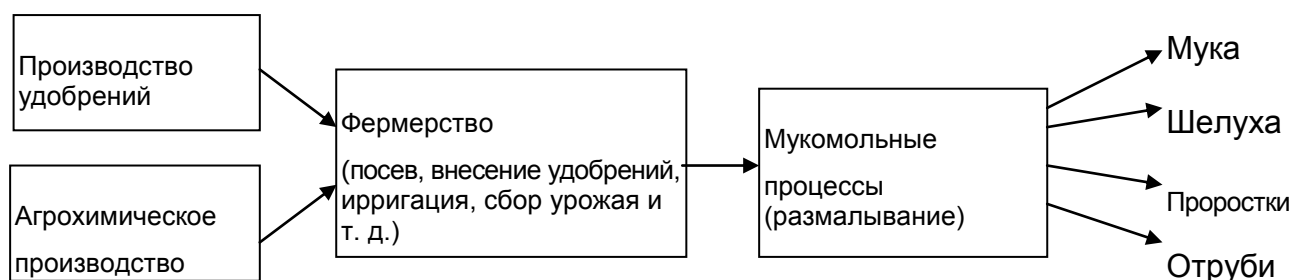


Рисунок 1.

Пример 2. Использовать возможности избежать распределения

Пластиковые упаковочные материалы после использования потребителем могут быть переработаны в различные виды продукции в зависимости от варианта возврата. Как пример, на рисунке 2 показаны входные и выходные потоки, связанные с альтернативными процессами переработки пластиковых отходов массой 1 кг. На одном примере показана рециркуляция материала и его попутная продукция, пленка из пластмассы. Другой вариант включает возврат энергии и производство тепла в качестве попутной продукции. Поскольку рециркуляция материала и возврат энергии дают различную продукцию, невозможно прямо сравнить потребление ресурсов и выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду вследствие этих двух вариантов.

Для упрощения сравнения материально-производственных запасов этих двух вариантов можно применить расширение границ системы, как показано на рисунке 3.



Рисунок 2 – Пример рециркуляции материала и возврата энергии

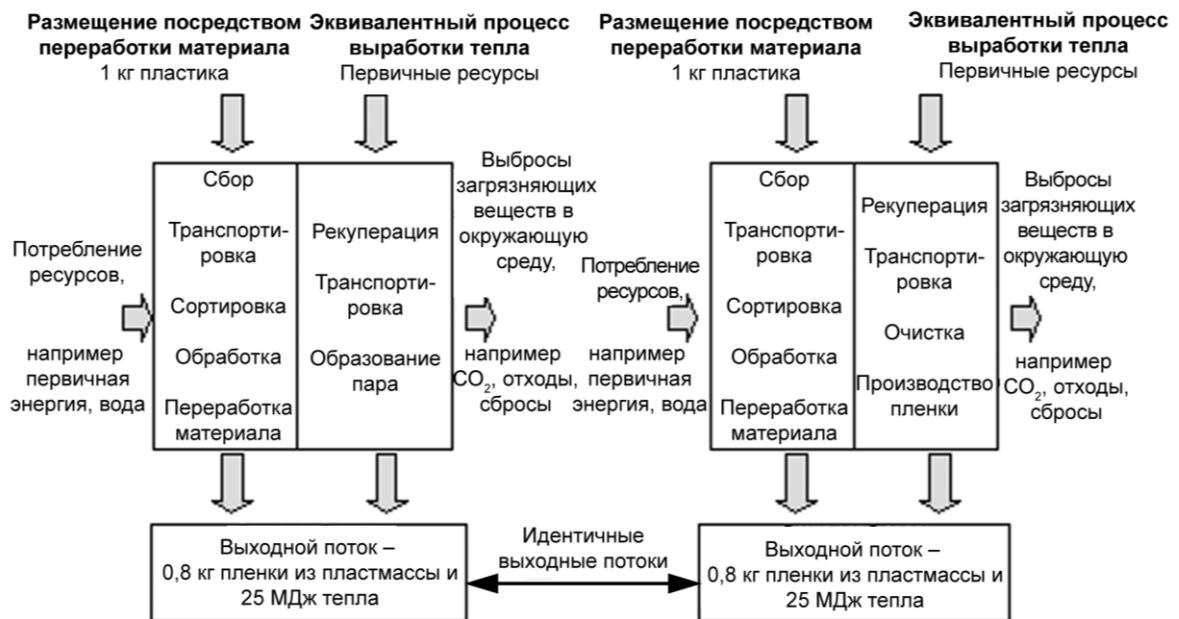


Рисунок 3 – Пример расширения границ системы

Данный метод расширяет границы системы так, что два модифицированных варианта процесса создают одинаковое количество идентичной конечной продукции. Поток рециркуляции материала дополняется эквивалентным процессом (так же известным, как дополнительный процесс), образующим 26 МДж тепла из первичных ресурсов. Подобным образом эквивалентный процесс, образующий из первичных ресурсов 0,8 кг пленки из пластмассы, включается в поток возврата энергии. Поскольку данный метод гарантирует, что оба варианта создают одинаковое количество пластмассы и тепла, можно сравнить общее потребление ресурсов и количество выбросов в окружающую среду.

Такой же подход можно использовать для сравнения более двух вариантов рециркуляции с различной продукцией.

Дополнительные процессы, которые добавляются к системам, должны быть такими, чтобы они действительно могли быть включены в перераспределение между анализируемыми системами. Для этого необходимо знать следующее:

- изменяется ли объем производства исследуемых производственных систем со временем (в каком случае различные сегменты рынка с их технологиями могут быть существенными) или объем производства постоянен (в каком случае применима критическая базисная нагрузка);
- оказывается ли отдельно для каждого сегмента рынка непосредственное влияние на конкретный единичный процесс (в каком случае этот единичный процесс применим) или поступают ли входные потоки через открытый рынок, в этом случае также следует знать:
- ограничены ли какие-либо процессы или технологии, обеспечивающие рынок (в каком случае они не применимы, так как их выходной поток не меняется, несмотря на изменения в спросе);
- какие из предприятий-поставщиков/технологий имеют наибольшие или наименьшие издержки производства и, следовательно, являются наименее эффективными предприятиями-поставщиками технологиями, когда спрос на дополняющую продукцию в целом падает или растет соответственно.

3. Распределение потоков по различным факторам

Для процедур распределения в ИСО 14041 (пункт 6.5.3) установлено следующее:

- применяется следующая поэтапная процедура:

а) **Этап 2.** В случае неизбежности распределения входные и выходные потоки системы следует разделять между ее различной продукцией или функциями по методике, которая отражала бы соответствующие физические взаимозависимости между ними, т. е. они должны отражать способ, в соответствии с которым происходит изменение входных и выходных потоков за счет количественных изменений в продукции или функциях, производимых этой системой

б) **Этап 3.** В случае невозможности установления или использования базы для распределения только на основе физической взаимозависимости входные потоки следует распределять между продукцией и функциями по способу, который отражает прочие взаимосвязи между ними. Например, входные и выходные данные могут распределиться между попутной продукцией пропорционально экономической ценности этой продукции.

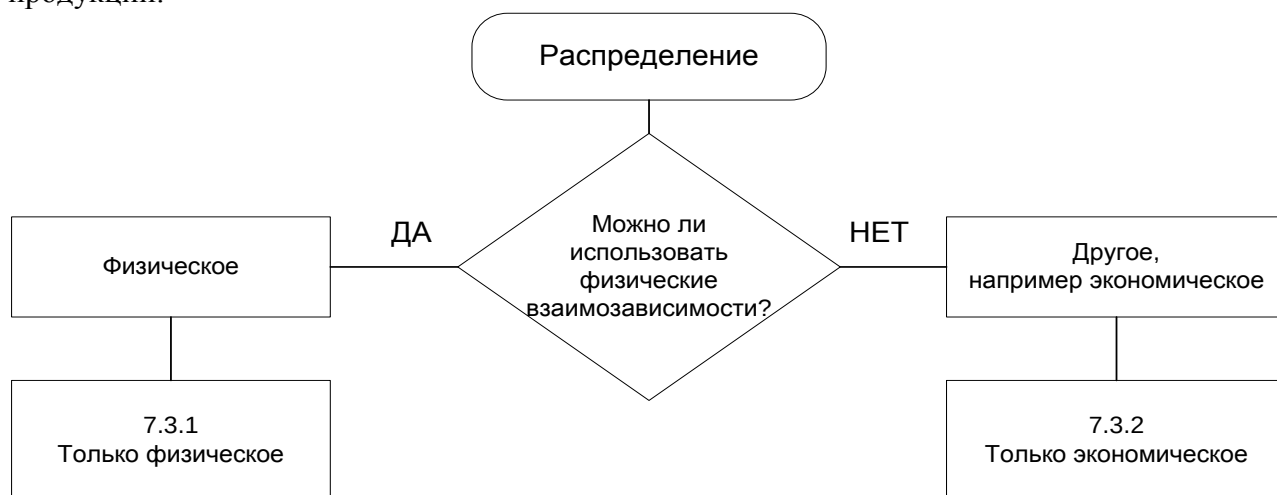


Рисунок. Принцип распределения потоков.

Пример распределения потоков исключительно по физическим взаимозависимостям

В инвентаризационном анализе исследуемой системы упаковки распределение потоков от предприятия, осуществляющего заполнение, до оптовых предприятий/предприятий розничной торговли включает упаковку, наполненную товарами. Если целью исследования является проведение инвентаризационного анализа жизненного цикла упаковок отдельно от их содержимого, то тогда проблема может быть разрешена посредством распределения данных инвентаризационного анализа между упаковками и их содержимым.

Количество потребляемого топлива и транспортные выхлопы зависят от различных факторов, таких как груз, скорость и состояние дорог, но данный пример рассматривает только массу и объем груза. Для простоты линейная зависимость потребления топлива от массы груза применяется к грузовику с грузом. С другой стороны, количество топлива на обратный путь грузовика без груза принимается постоянным (рисунок 4). Выхлопы учитываются в зависимости от вида транспорта.

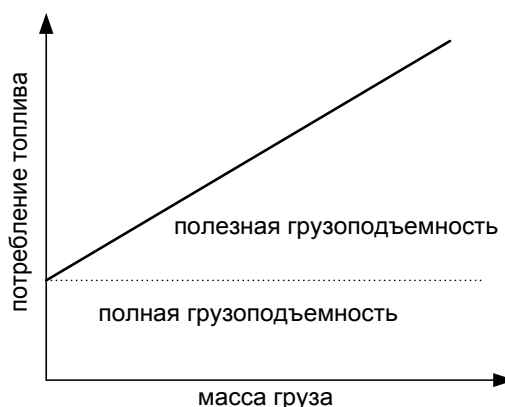


Рисунок 4 – Потребление топлива грузовиком в зависимости от перевозимого груза

Целью перевозки является перемещение максимально большого объема товаров, но часть объема грузовика всегда занимает тара, необходимая для перевозки товаров. Следовательно, масса упаковки, а также ее конструкция оказывают значительное влияние на максимальную загрузку товаров. Что касается распределения, то сначала следует проверить, используется ли полная грузоподъемность или вместимость грузовика, и определить долю тары. Для этого требуется пять основных величин:

- максимальная грузоподъемность грузовика;
- максимальная вместимость грузовика;
- плотность содержимого;
- фактическая загрузка содержимого;
- фактическая загрузка тары.

Далее приводятся примеры распределения грузоподъемности и вместимости используемого грузовика при условии, что максимальная грузоподъемность/вместимость грузовика эквивалентна фактической загрузке:

1) Использование грузоподъемности: Грузовик с максимальной массой загрузки в 40 т и максимальной полезной загрузкой в 25 т перевозит 25 т заполненной тары, т. е. свою полную грузоподъемность. Доля тары составляет 5 т. Это означает, что 20 % грузоподъемности приходится на тару и, соответственно, 20 % воздействий на окружающую среду, вызванных перевозкой (полная грузоподъемность и полезная грузоподъемность), должны распределяться на тару.

2) Использование вместимости: Тот же самый грузовик загружен по всему объему и перевозит 17 т тары, содержащей те же самые товары потребления. Две тонны из 17 т максимальной полезной загрузки составляет тара. Вследствие большого объема используемого упаковочного материала вес товара составляет всего 15 т, что соответствует 60 % максимальной полезной вместимости. Сорок процентов вместимости грузовика занимает тара и в соответствии с этим 40 % транспортировки груза отводится на упаковку. Однако, что касается общей полезной нагрузки, то процентное соотношение тары 2 тонны : 17 тонн составляет всего 12 %, это означает, что только 12 % воздействий на окружающую среду, оказываемых полезной загрузкой, распределяются на тару.

Тем не менее, при расчетах учитывается 40% воздействия с учетом потребляемого топлива в соответствии с загрузкой.

Пример распределения потоков на экономической основе

Битум, а также другую попутную продукцию, например бензин, керосин, газойль и мазут, производят на нефтеперерабатывающих заводах. В процессе переработки можно вырабатывать 5 % массовой доли битума и 95 % массовой доли другой побочной продукции. Для простоты добычу нефти, транспортирование и процесс переработки рассматривают как единый процесс с рядом входных и выходных данных $\{D_i\}$, включая истощение нефтяных ресурсов, потребление топлива и выбросы загрязняющих веществ, в

том числе транспортные и другие выбросы (например, летучих органических веществ (ЛОВ), а также отходы (например, отработанные катализаторы процесса переработки), как представлено на рисунке 5.

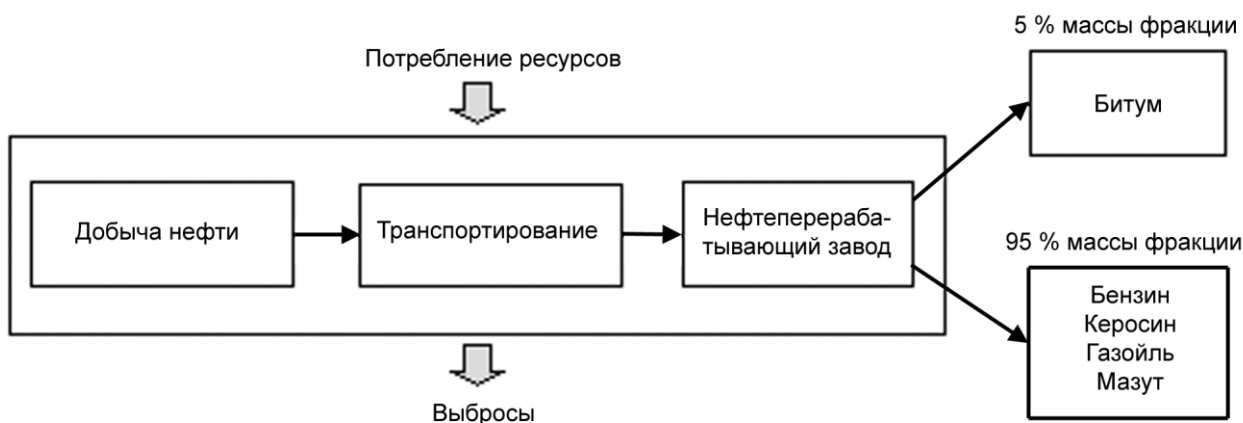


Рисунок 5 – Пример процесса производства битума

Предотвратить распределение потоков посредством выделения процесса, в котором производится только битум, невозможно, так как вся попутная продукция производится из одного и того же входного потока, например сырой нефти.

Следовательно, необходимо определить коэффициент распределения потоков F , разделяющий соответствующим образом ряд данных $\{D_i\}$ на данные для битума и для другой попутной продукции. Все данные $\{D_i\}$, умножаемые на данный коэффициент F , будут отражать нагрузку на окружающую среду, связанную с битумом.

На следующем этапе определяют возможность выделения физического параметра в качестве основы для расчета коэффициента распределения потоков. В соответствии с ИСО 14041 данные физической взаимозависимости должны отражать способ, посредством которого входные и выходные данные количественно преобразуются в продукцию, производимую этой системой.

Процедура, которая используется для нахождения такого физического параметра, предназначена для регулирования соотношения между различной попутной продукцией с целью установления того, как изменяется ряд данных наряду с изменением выходных потоков продукции.

Недостатком данной процедуры является то, что соотношение массы битума и массы попутной продукции может изменяться только в небольшом диапазоне, который затрагивает существенное изменение параметров процесса, связанных с потреблением энергии.

В данном случае любой физический параметр, такой как масса, энергия исходного сырья, теплопроводность, вязкость, удельная масса и т. д., следует учитывать при определении физического параметра, отражающего основную физическую взаимозависимость битума и остальной побочной продукции. Иногда в данном случае чаще используют массу, но ни один из этих параметров невозможно обосновать как приоритетный по сравнению с другими параметрами. Тот факт, что в данном примере соотношение битума и другой побочной продукции не может быть изменено, свидетельствует о том, что физическое распределение потоков не может быть применено.

Поэтому можно использовать третий вариант, предлагаемый в ИСО 14041, т. е. экономическое распределение потоков. Если допустить, что за последние три года средняя рыночная цена 1 кг битума составляет 50 % от средней рыночной цены другой побочной продукции, то это означает, что бурение, выкачивание, транспортирование и очистка нефти относятся в большей степени к производству остальной побочной продукции, чем к производству битума. Далее определяют коэффициент распределения потоков, т. е. $F = 0,5 \times 0,05 = 0,025$, который означает, что 2,5 % всех данных $\{D_i\}$ будет

относиться к битуму и 97,5 % данных – к остальной побочной продукции. Следует отметить, что в случае распределения массы к битуму относится 5 % всех данных $\{D_i\}$.

Лекция 6. Проверка качества данных.

1. Оценка качества данных
2. Анализ чувствительности
3. Типы и пример анализа чувствительности, применяемые в исследовании
4. Представление результатов ИАЖЦ

1. Оценка качества данных

В зависимости от области применения исследования в процессе инвентаризационного анализа может собираться информация от различных организаций, регионов и протяженности во времени. Для уверенности в результатах ОЖЦ необходимо, чтобы управление качеством данных являлось неотъемлемой и постоянной частью общего процесса.

На рисунке 1 представлена последовательная процедура проведения оценки качества данных, а далее описывается несколько требований к качеству данных и показатели качества данных, которые могут использоваться в инвентаризационном анализе жизненного цикла.

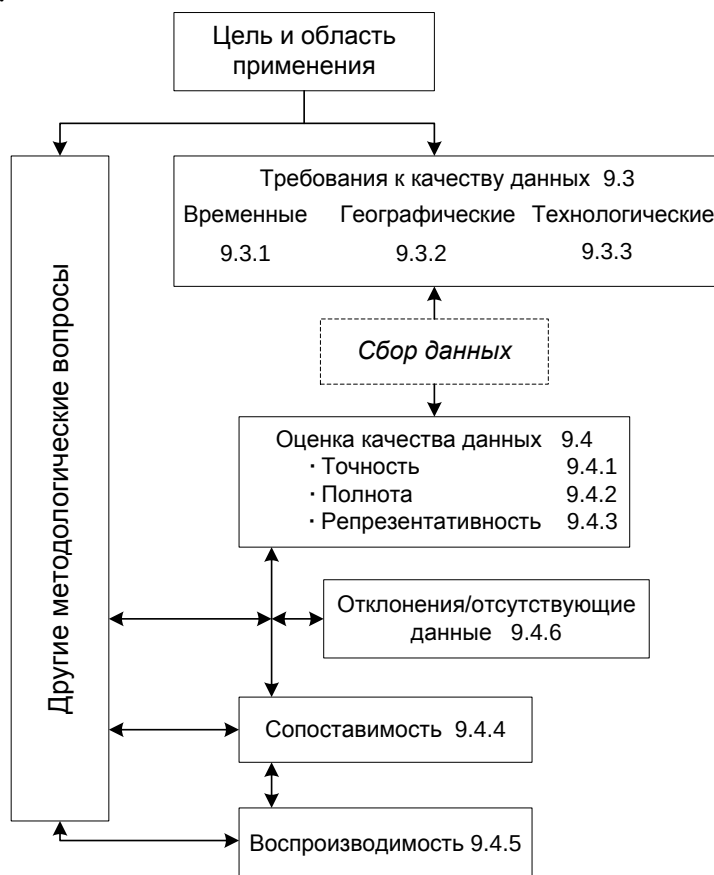


Рисунок 1 – Общее представление о проведении оценки качества данных
Требования к данным для установления конкретной номенклатуры позиций местонахождения

Цель исследования устанавливает основу для определения временных, географических и технологических требований исследования. Данная предварительная деятельность является важным этапом для установления требований к качеству данных.

Временные требования

Необходимо принять несколько решений относительно способа и источника сбора данных, используемых при исследовании. Срок давности первичных данных, являющихся определяющими для данного участка, и вторичных данных (т. е. из официальных изданий) может использоваться для установления различия между ними.

Пример – Цели могут быть установлены с использованием источников обоих типов.

Цели могут быть установлены с использованием обоих способов сбора данных из различных источников. Источниками данных могут быть, например, следующие:

– первичные данные, собранные в конкретной организации в течение последнего года;

– вторичные данные из официальных изданий в течение последних пяти лет.

Если сроки давности данных отклоняются от целей, то это должно быть установлено.

Фактические измеренные данные могут рассматриваться как наилучшие, так как они отражают изменчивость процессов, которые необходимо смоделировать. Для достоверности они должны быть соответствующим образом рассчитаны и оценены. Данные собирают по возможности в течение минимального периода времени, например в течение года. Такие данные отражают возможные сезонные воздействия, естественную изменчивость процесса и случайные события. Дополнительно к конкретному периоду исследования следует просмотреть предыдущий 12-месячный период, чтобы проверить сопоставимость и выявить какие-либо отклонения или возможные ошибки в отчете.

Географические требования

Пространственные границы могут включать условия конкретного участка, являющегося частью исследуемой производственной системы, которые в дальнейшем могут быть установлены для конкретного региона или сектора рынка. Аналогичным образом исследование может учитывать расположение конкретного участка. В данной ситуации каждая участвующая организация предварительно определяет количество включаемой продукции, которая впоследствии прослеживается через цепь поставки и отправляется на восстановление, повторное использование и утилизацию. Цепь поставки может выходить за пределы конкретного региона, в котором продается продукция, особенно когда в исследовании принимают участие поставщики сырьевого материала.

Документирование потока продукции имеет большое значение, так как оно определяет структуру управления информацией и последующей оценкой качества данных. Документирование также обеспечивает возможную основу для оценки полноты исследования.

Технологические требования

Номенклатура конкретных участков, предоставляющих данные, используется для определения исходных характеристик производства, процесса и технологий управления окружающей средой. Заключение торговых и правительственных организаций обеспечивают дополнительный контроль для последующего анализа репрезентативности промышленных секторов.

Цель исследования должна устанавливать смешивание технологий и количество участков по типу технологии, которые должны быть включены. Технологическое совершенствование учитывается, если весь жизненный цикл охватывает период времени, в течение которого оно может быть осуществлено. См. пример холодильника в 4.4.

ИСО 14041 устанавливает пять показателей качества данных, а также методы их сбора и интеграции.

Точность

Точность – это величина изменчивости значений данных для каждой категории отражаемых данных. Точность оценивает разброс или изменчивость установленных значений данных относительно среднего значения совокупности данных. Для каждой

категории данных каждого единичного процесса производственной системы рассчитывают и регистрируют среднее значение и стандартное отклонение от зарегистрированных величин. Измерения точности можно использовать для оценки неопределенности зарегистрированных значений и для обеспечения анализа чувствительности результатов исследования.

Полнота

Полнота первичных данных процесса может характеризоваться процентом площадок, для которых первичные данные получают из имеющегося общего количества. Требуемый процент обычно устанавливается для каждого типа единичного процесса до начала сбора данных. Целью сравнительных исследований является получение эквивалентного уровня полноты данных для каждой производственной системы. Как правило, целями должен устанавливаться определенный уровень полноты (например, 70 %).

Репрезентативность

Репрезентативность является показателем количественной оценки степени, до которой ряд данных отражает истинную заинтересованность совокупности. По существу данная оценка аналогична полноте, но сосредоточена на географических, временных и технологических измерениях производственной системы. Репрезентативность оценивает степень, до которой значения данных, используемых в исследовании, отражают истинное и достоверное измерение заинтересованности совокупности. Репрезентативность может также обеспечивать информацию об общем объеме производства, представляемом участниками. Любые выявленные значительные разногласия должны изучаться и поясняться.

Пример – Выборка со смещенной оценкой полноты.

Для введения единицы выброса диоксида углерода на киловатт-час в определенном регионе или сети выработки электрической энергии может быть проведено обследование каждого перерабатывающего завода (установки) для получения усредненного значения. Однако, если наблюдение осуществляется для сети, в которой 96 % составляет гидроэнергия, а оставшиеся 4 % – от оборудования на каменном угле, то пренебрежение выбросом от 4 % тепловой энергии приведет к значительному отклонению.

Сопоставимость

Сопоставимость – это качественная оценка того, насколько используемая методология анализа применима к различным составляющим анализа. Данная качественная величина является наиболее важной для управления в процессе инвентаризационного анализа. Существует множество шагов, которые следует предпринять для обеспечения сопоставимости. Одним из них является обмен информацией. При проведении исследования, в которое вовлечены множество организаций, собиравших данные из различных источников, должно обеспечиваться четкое понимание того, какие данные требуются, как их измерять, документировать и использовать.

Пример – Представленное в отчете среднее значение, полученное от ряда производителей.

При установлении среднего выброса и данных по энергии для входных потоков материала следует собрать количественные данные от ряда производителей. Некоторые из них могут быть указаны в отчете с использованием опубликованных/установленных данных, например в государственных стандартах, а другие могут быть получены из фактических измерений. Так как данные не являются однообразными по методу сбора или точности, то следует проводить предварительную оценку для выявления отклонений.

Например, при исследовании выбросов в атмосферный воздух сравнение может показать, что выброс CO₂, полученный отдельным измерением, немного меньше (или больше) значения, установленного в государственном стандарте, тогда как значение SO₂ является одинаковым.

Воспроизводимость

Воспроизводимость – это величина, являющаяся качественной оценкой степени, до которой информация о методологии и значениях данных позволяет независимому исследователю воспроизвести результаты, полученные в данном исследовании. Данную качественную величину используют, если необходимо сделать официальное заявление относительно результатов исследования. Антимонопольное законодательство может также исключить возможность достижения уровня прозрачности, необходимого для его удовлетворительного использования в общественной сфере деятельности.

Выявление отклонений/отсутствующих данных

Отклонениями являются предельные значения данных в совокупности данных. Отклонения, как правило, определяют статистическим анализом и/или в результате экспертного анализа. Если были выявлены отклонения, или отсутствующие данные, или данные, удаленные из совокупности или замененные расчетными значениями, то это следует отразить в отчете по исследованию. Такие значения данных могут являться результатом неправильного толкования запрашиваемых входных данных, неправильного представления значений данных в отчете, неправильного анализа образцов данных или просто недоступности данных.

Отклонения выявляют во время всестороннего анализа каждой категории данных для каждого единичного процесса. Отклонения возвращают для анализа в места их протоколирования или внутренним экспертам организации для установления их обоснованности с целью включения их в базу данных. Если отклонения объясняются нарушением процесса или случайным событием, то их можно оставить в совокупности данных. Решение должно приниматься в соответствии с целью и областью применения исследования. Если объяснение отклонения не может быть установлено или ошибка в отчете не может быть откорректирована, то отклонения исключают из совокупности данных и соответствующим образом документируют.

Если были выявлены отклонения, то оценивают отсутствующие данные для определения соответствующих входных потоков для отдельных категорий данных. Основным руководством является то, что каждая категория данных для каждого места, указанного в отчете, должна иметь одно из следующих значений:

- приемлемое значение зарегистрированных данных;
- нулевое значение, если применимо;
- расчетное значение, основанное на средних значениях, указанных в отчете;
- значения, полученные из единичных процессов с аналогичной технологией.

2. Анализ чувствительности

Анализ чувствительности оценивает влияние на конечные результаты изменений во входном параметре или решении одновременно. Анализ чувствительности в инвентаризационном анализе жизненного цикла является необходимым этапом вследствие неизбежной субъективности в определенных решениях, принятых в начале исследования или во время его повторений, а также субъективности элементов качества используемых данных. Для обеспечения приемлемой прозрачности в исследовании следует четко понимать последствия данных решений.

В ИСО 14041 (пункт 5.3.5) установлено, что:

- в тех случаях, когда исследование предназначено для обоснования сравнительного заключения, окончательный анализ чувствительности входных и выходных данных

должен включать критерии массы, энергии и экологичности, как указано в настоящем подразделе.

Также в ИСО 14041 (пункт 6.4.5) установлено, что:

– отражая повторяющийся характер ОЖЦ, решения, касающиеся включенных данных, должны основываться на анализе чувствительности для определения их значимости.

В ИСО 14041 (раздел 7) установлено, что:

– обработка результатов должна включать оценку качества данных и анализы чувствительности по существенным входным и выходным потокам в целях обеспечения достоверности результатов.

Анализ чувствительности должен осуществляться, когда важный результат инвентаризационного анализа зависит от значений, которые:

- определяются посредством выбора (например, правило распределения);
- находятся внутри диапазона неопределенности;
- отсутствуют (например, пробелы данных).

Решение следует принимать относительно значений или параметров, которые выбирают для испытаний.



Рисунок 2 – Обзор основного подхода

Анализ чувствительности может проводиться посредством изменения ключевых параметров инвентаризационного анализа жизненного цикла и пересчета инвентаризационного анализа с целью сравнения результатов в соответствующих ситуациях. В частности:

- 1) представление параметров, соответствующих ключевым контролируемым точкам;
- 2) изменение данных параметров с целью пересчета инвентаризационных анализов для каждого анализа чувствительности;
- 3) оценивание чувствительности параметров путем сравнения результатов инвентаризационных анализов.

При проведении анализа чувствительности некоторые параметры следует определять с целью описания каждого анализа. Количество расчетов зависит от количества анализов чувствительности, осуществляемых пользователем.

Примеры ключевых элементов, подлежащих рассмотрению, включают:

- выбор функциональной единицы;
- неопределенность значений данных (внутри диапазона), потребление электроэнергии, расстояние транспортирования и т. д.;
- неопределенность границ системы (географических, временных), выбор модели выработки электроэнергии и т. д.;

- выбор других методологий, правила распределения, правила исключения, правила рециркуляции, исключение из исследования производственного этапа неэлементарного потока и т. д.

Результатами анализа чувствительности могут являться следующие:

- исключение этапов жизненного цикла или подсистем, если анализ чувствительности продемонстрирует их несущественность;
- исключение из результатов исследования несущественных материальных потоков;
- включение в анализ чувствительности новых единичных процессов, имеющих существенное значение.

Определение приоритетности контролируемых параметров

Анализ чувствительности осуществляют для контроля влияния основных допущений и изменчивости данных на результаты инвентаризационного анализа жизненного цикла. Общий подход к анализу чувствительности состоит в том, чтобы изменить входные данные для выбранной независимой переменной на плюс или минус, определенный процент (например, изменение потребления топлива в единичном процессе на плюс или минус 10 %).

Если предпочтение отдается независимым переменным, то может быть использован индекс изменчивости для определения того, какая из переменных оказывает большее влияние на результаты исследований. Согласно теоретическому представлению об индексе изменчивости четыре фактора могут оказывать влияние на значимость независимой переменной для результатов исследований:

- вклад величины категории данных единичного процесса в величину категории данных производственной системы;
- относительное значение категории данных (коэффициент чувствительности);
- изменчивость данных единичного процесса по отношению к категории данных единичного процесса;
- полнота входных потоков по отношению к категории данных.

Единичные процессы с более высоким процентным вкладом оказывают большее влияние на результаты инвентаризационного анализа. Категории данных оказывают различное экологическое влияние, связанное с материальными, энергетическими потоками и выбросами. Точность совокупности данных непосредственно связана с неопределенностью результатов инвентаризационного анализа, в то время как полнота совокупности данных имеет отрицательную корреляцию.

Выбор контролируемых параметров

После определения приоритетности требуемых параметров следует выбрать тип анализа чувствительности, который должен быть осуществлен. После проведения анализа следует выполнить обработку результатов.

3. Типы и пример анализа чувствительности, применяемые в исследовании

Различные анализы чувствительности применимы. Существенное значение имеет качество данных – одновременно ли они собирались, насколько точен сбор и накопление данных и т. д. Как правило необходимо учитывать:

1. Качество данных
2. Сопоставимость. Если используют различные производственные площадки, то средние значения, полученные в исследовании, могут иметь значительную изменчивость, которую необходимо учитывать.
3. Протяженность транспортных расстояний при распределении первичной продукции.

Эти и другие ситуации следует проанализировать до окончания исследования. На практике осуществляются несколько анализов чувствительности.

Рассмотрим пример гипотетической производственной системы упаковочного отбеленного картона. Данный пример не отражает ни конкретную производственную систему или категорию в широком смысле, ни конкретные цифры. Используемые процедуры распределения потоков основываются как на физических свойствах, так и на количестве последующих использований рециклированных материалов. Этапы описания примера представлены в виде блок-схемы на рисунке 4.

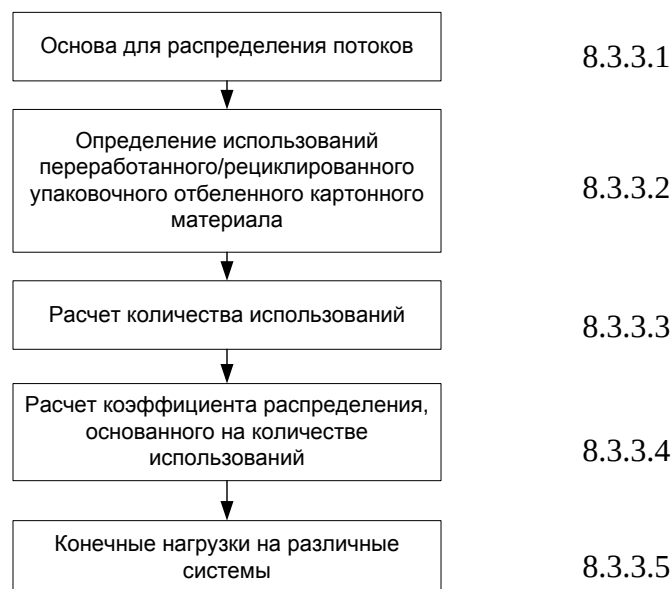


Рисунок 4 – Этапы описания примера рециркуляции открытого цикла

Основа для распределения потоков

Основой для получения коэффициента распределения является общая нагрузка, которая будет распределяться между первичной продукцией и продукцией из повторно используемых волокон, отражающая нагрузку, связанную с первичной (исходной) производственной системой, до окончания жизненного цикла. Схема, приведенная на рисунке 5, отражает основу для распределения.



Рисунок 5 – Основа для распределения

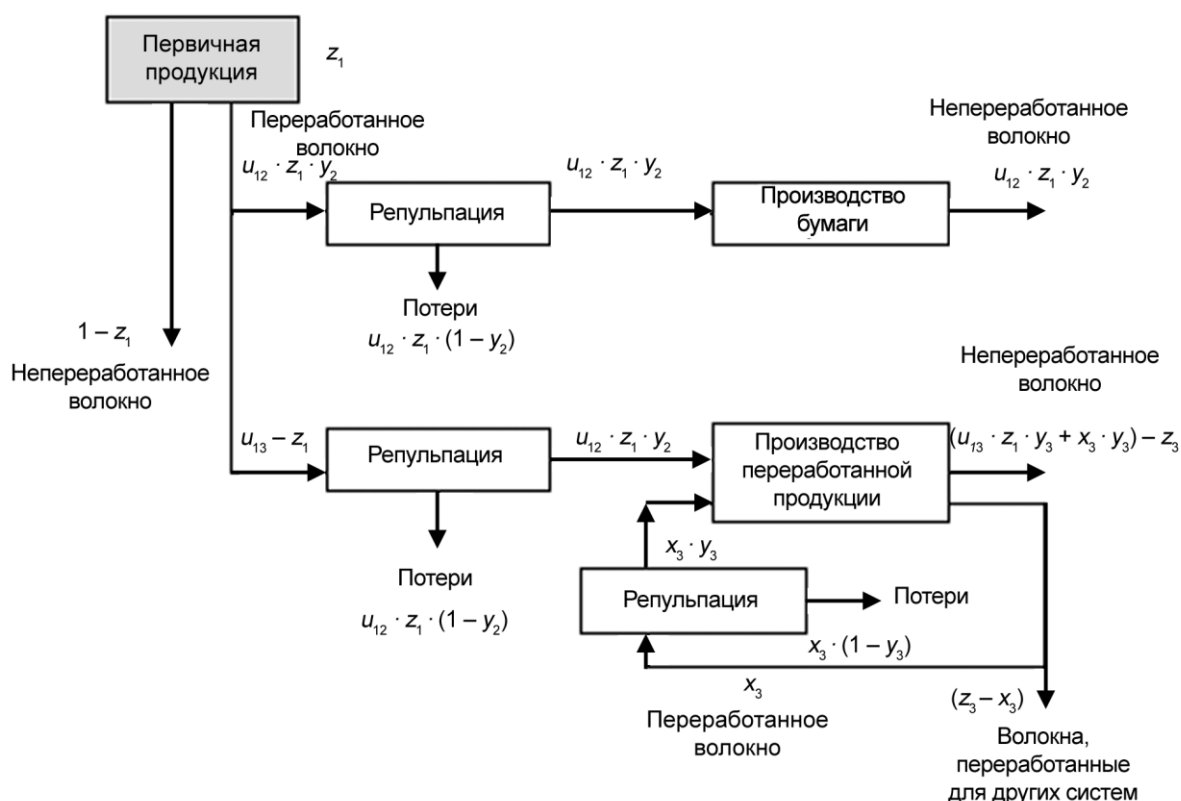
Процедура, описанная в примере рециркуляции открытого цикла, в соответствии с ИСО 14041 оценивает коэффициент распределения потоков для первичной продукции и общее количество последующих использований, которое, в конечном счете, является функцией количества использований и доли первичной продукции, рециклируемой в других системах.

Коэффициент распределения потоков $F = f(u, z_1)$,

U – количество использований

z_1 – доля рециркуляции

30 % упаковочного отбеленного картона утилизируется с твердыми городскими отходами, а 70 % поступает в системы переработки и рециркуляции бумажной продукции по схеме:



Для первичной продукции F был рассчитан как 0,6146. Допуская фактическую комбинированную изменчивость плюс 25 % и минус 25 %, предельный диапазон достоверных значений F может быть 0,76 и 0,46.

Полное повторение всех результатов исследования по двум граничным условиям не требуется, поскольку базовые значения всех результатов не представлены. Достаточно отметить, что результаты не будут прямо пропорциональны новым значениям, поскольку определенные различия будут наблюдаться на разных этапах производственной системы в соответствии с предельными коэффициентами.

Обобщенное представление результатов предельных допущений, сделанных для анализа чувствительности, приведено в таблице 1. За исключением определенных параметров, рассмотренных в исследовании (результат квалификации эксперта), следующие результаты помогут при анализе и при определении потребности в дальнейшем анализе чувствительности по составляющим коэффициента распределения.

Таблица 1 – Результаты изменчивости значений F

Элементы	0,46 F	0,61 F	0,76 F
Функциональная единица:			
Масса использованной продукции	100	100	100
Доля рециркуляции, z_1	a	0,70	a
Масса восстановленной/переработанной продукции		70	
Количество использований, u	a	2,225	a
Грузы или нагрузки:			
Уровень первичной продукции	0,46	0,6146	0,76
Переход ко вторичной продукции	0,54	0,3854	0,24
Произведенное количество/100 использований	54	38,54	24,0

Отклонение от основы (0,61)	15,46	0	14,54
^a Возможны различные комбинации значений, поскольку $F = f(u, z_1)$.			

Выводы

О целесообразности проведения анализа чувствительности по процедуре распределения потоков свидетельствуют результаты в таблице 1. Изменчивость достаточно существенна, чтобы указать на нее пользователям исследования. В данном конкретном случае это обосновывает проведение дополнительного анализа.

Поскольку F является функцией количества использований и доли рециркуляции, то правильнее проводить по каждому из них отдельный анализ, что показало бы, в случае примера, что доля рециркуляции является наиболее чувствительной из двух элементов, определяющих коэффициент распределения потоков.

4. Представление результатов ИАЖЦ

Обработка результатов инвентаризационного анализа

Результаты инвентаризационного анализа должны обрабатываться в соответствии с целями и областью применения ОЖЦ. Обработка результатов должна включать оценку качества данных и анализы чувствительности по существенным входным и выходным потокам, в целях обеспечения достоверности результатов. Обработка результатов при проведении инвентаризационного анализа должна учитывать следующее:

- являются ли определения функций системы и функциональной единицы удовлетворительными;
- являются ли определения границ системы удовлетворительными;
- ограничения, выявленные в результате проведения оценки качества данных и анализа чувствительности.

Оценка качества данных, анализ чувствительности, заключения и любые рекомендации по результатам инвентаризационного анализа подлежат документальному оформлению.

Отчет по проведенному исследованию

Результаты исследования инвентаризационного анализа должны быть документально оформлены согласно СТБ ИСО 14040. Если предусмотрен анализ третьей стороной, он должен включать пункты отчета, помеченные звездочкой (*).

Отчет по проведенному исследованию должен включать:

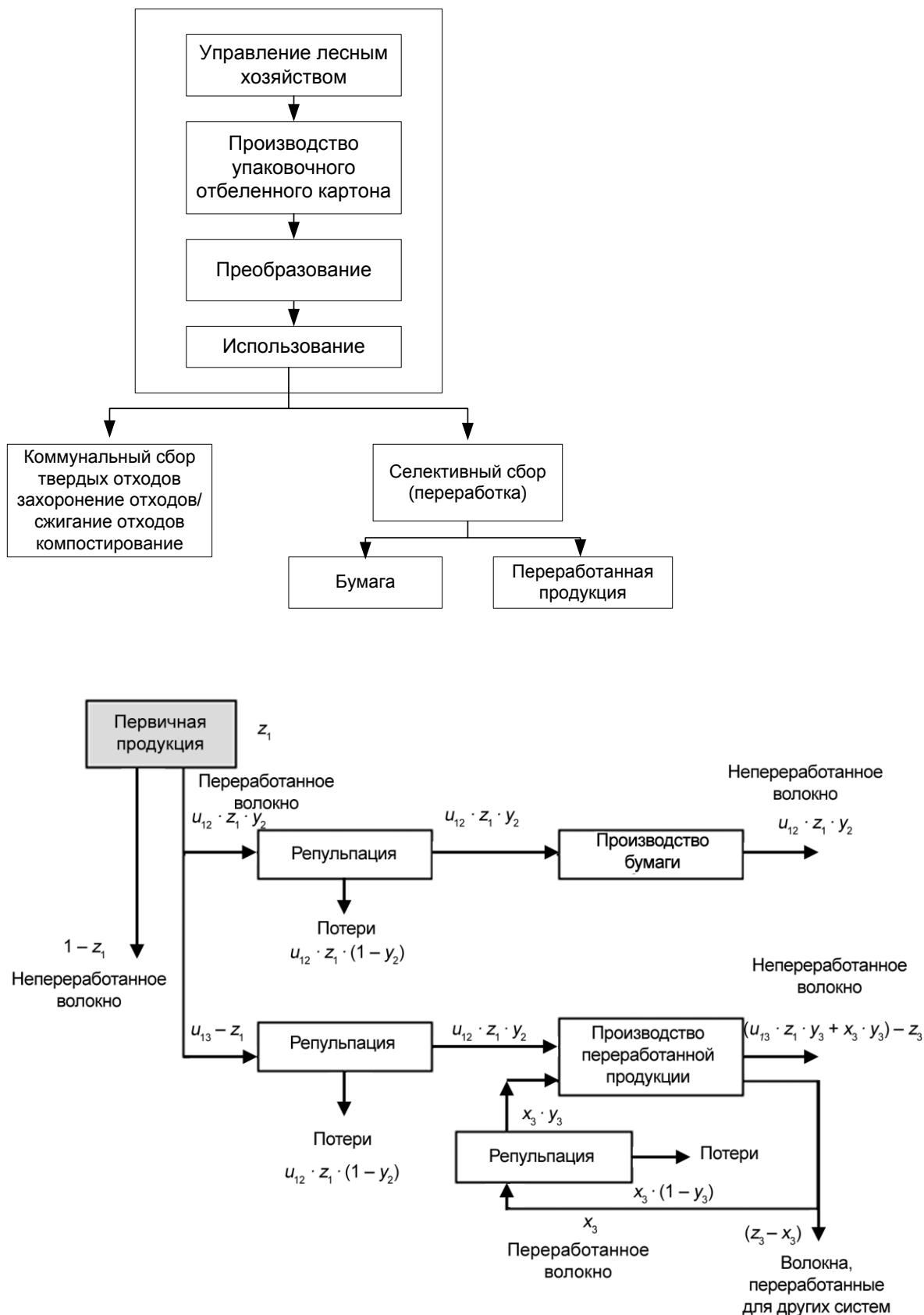
а) цель исследования:

- 1) основания для выполнения исследования*;
- 2) предполагаемые применения*;
- 3) предполагаемый потребитель*;

б) область распространения исследования:

- 1) модификации вместе с их обоснованием;
- 2) функция:
 - формулировка рабочих характеристик*;
 - любое исключение дополнительных функций в сравнениях*;
- 3) функциональная единица:
 - соответствие целям и области исследования*;
 - определение*;
 - результат измерения рабочих характеристик*;
- 4) границы системы:

- входы и выходы системы в виде элементарных потоков;
 - критерии принятия решений;
 - исключение стадий жизненного цикла, процессов или потребностей в данных*;
 - исходное описание единичных процессов;
 - решение о распределении;
- 5) категории данных:
- решение о категориях данных;
 - детали об индивидуальных категориях данных;
 - количественное представление входных и выходных энергетических потоков*;
 - предположение о производстве электроэнергии*;
 - теплота сгорания*;
 - включение непреднамеренных выделений;
- 6) критерии для исходного включения входных и выходных данных:
- описание критериев и предположений*;
 - эффект выбора по результатам*;
 - учет массы, энергии и экологических критериев (сравнений*);
- 7) требования к качеству данных;
- в) инвентаризационный анализ:
- 1) процедуры сбора данных;
 - 2) качественное и количественное описание единичных процессов*;
 - 3) источники литературы*;
 - 4) процедуры вычислений*;
 - 5) оценка данных:
 - оценка качества данных*;
 - обработка исключенных данных*;
 - 6) анализ чувствительности для уточнения границ системы*;
 - 7) принципы и процедуры распределения:
 - документальное представление и обоснование для процедуры распределения*;
 - унифицированное применение процедуры распределения*;
- г) ограничения инвентаризационного анализа:
- 1) оценка качества данных и анализ чувствительности;
 - 2) функции системы и функциональной единицы;
 - 3) границы системы;
 - 4) анализ достоверности;
 - 5) ограничения, выявленные оценкой качества данных и анализом чувствительности;
 - 6) заключения и рекомендации.



Лекция 7. Оценка воздействия жизненного цикла.

1. Общие сведения и терминология Взаимосвязь ОВЖЦ с другими элементами ОЖЦ
2. Элементы ОВЖЦ.
3. Категории воздействия и характеристические модели

4. Индикаторы воздействия. Классификация и расчет показателя категорий

5. Ограничения ОВЖЦ и отчетность

1. Общие сведения и терминология Взаимосвязь ОВЖЦ с другими элементами ОЖЦ

ОВЖЦ это третья фаза ОЖЦ основная цель которой оценка данных инвентаризационного анализа продукционной системы для лучшего понимания их экологической значимости.

Основные определения.

Результат ИАЖЦ – выход инвентаризационного анализ жизненного цикла, включающий потоки, пересекающие границы системы и являющийся исходной точкой оценки воздействия жизненного цикла.

Категория воздействия – класс экологических проблем, к которому могут быть отнесены результаты ИАЖЦ

Показатель категории воздействия жизненного цикла – количественное представление категории воздействия

Конечная точка категории – свойство или аспект окружающей природной среды, здоровья человека или ресурсов, идентифицирующие соответствующую экологическую проблему

Характеристический коэффициент – коэффициент, производный от характеристической модели для приведения полученных результатов ИАЖЦ к общей единице измерения для показателей категории

Экологический механизм – система физических, химических и биологических процессов для определенной категории воздействия, объединяющая результаты ИАЖЦ с показателями и конечными точками категории

Характеристическая модель – модель, которая отражает экологический механизм взаимодействия описанием связи между результатами ИАЖЦ, показателями категории и в ряде случаев конечными точками категории.

Отличие ОВЖЦ от других методов анализа (оценка экологической результативности, оценка экологических воздействий, оценка риска) состоит в том, что он основан на использовании функциональной единицы для сравнения. ОВЖЦ присваивает результатам ИАЖЦ определенные категории воздействия, которые анализируются и ранжируются в дальнейших исследованиях.

ОВЖЦ обеспечивает системное представление экологических и ресурсных проблем одной или большого числа продукционных систем. ОВЖЦ четко увязан с другими фазами ОЖЦ, Фаза ОВЖЦ должна быть тщательно спланирована для достижения необходимых целей исследования.

Цели и область исследования

На фазе определения цели и области исследования должны быть рассмотрены:

- идентификация специфических целей для фазы ОВЖЦ в исследовании ОЖЦ
- идентификация анализируемых экологических проблем;
- выбор категорий которые согласуются с проблемами
- идентификация необходимого уровня детализации, обоснованности и экологической значимости
- выбор показателей категории
- идентификация других технических требований и информации относящихся к ОВЖЦ
- идентификация используемых предпочтений
- определения уровня агрегирования
- определение потребности анализа качества данных

- идентификация требований документирования и прозрачности для отчетности (в т.ч. заявления перед общественностью)
- определение ссылочных документов и расчетов для каждого показателя если выполняется преобразование показателей категории
- определение совокупности выбранных предпочтений и процедуры с помощью которой они выбираются для нормализации, группирования и взвешивания

Взаимосвязь с ИАЖЦ

Это независимые виды деятельности которые тем не менее требуют обязательной координации. Характеристики ОВЖЦ требуют наличия определенных данных ИАЖЦ. При этом рассматриваются следующие возможные упущения и источники неопределенности:

- является ли качество данных и результатов ИАЖЦ достаточным для выполнения ОВЖЦ в соответствии с целью и областью исследования
- достаточно ли проанализированы границы системы и решения об усечении используемых данных для расчета показателей при ОВЖЦ
- снижается ли экологическая значимость значений показателей ОВЖЦ вследствие расчетов для функциональных единиц, их усреднения, агрегирования и распределения.

Взаимосвязь с интерпретацией жизненного цикла

Интерпретация жизненного цикла должна отражать применение и ограничения исследования ОЖЦ. Поэтому необходимо исследовать:

- выбор категории воздействия. Показателей категорий и характеристических моделей, присвоение категорий воздействий результатам ИАЖЦ и результаты расчетов значений показателей категорий
- используемые допущения и выбранные предпочтения
- влияние этих решений и допущений на значения показателей
- потребность в результатах анализа чувствительности и неопределенности, их относительный вклад в значения показателей для категорий воздействия, экологические данные и экологическая информация получаемые другими методами
- свидетельствуют ли данные анализа качества о наличии или отсутствии его влияния на результаты ОВЖЦ
- являются ли эти важные различия существенными для окружающей среды

2. Структура ОВЖЦ включает несколько элементов как обязательных, так и необязательных или рекомендуемых. Разделение на элементы необходимо по следующим причинам:

- каждый элемент должен быть четко ограничен и определен
- для каждого элемента можно сделать оценку качества и другие решения
- операции в рамках элемента должны быть прозрачными для анализа и отчетности.
- использование предпочтений и субъективных соображений в рамках каждого элемента должны быть прозрачными для критического анализа и отчетности

Цель нормализации – обеспечит лучшее понимание относительной значимости каждого значения показателя исследуемой продукционной системы. Эта процедура преобразует абсолютное значение показателя в относительное делением на выбранное базовое значение.

Например, выбросы на 1 жителя, выбросы которые могут иметь региональный или локальный масштаб и т.д.

Группирование это образование одной или нескольких групп показателей категорий в соответствии с поставленной целью и областью исследования. Оно может включать сортировку и (или) ранжирование.

Сортировка, например, по выбросам имеющим глобальные, региональные или локальные масштабы

Ранжирование, например, по иерархии, высокий, средний или низкий приоритет

Взвешивание это процесс преобразования значений показателей различных категорий воздействий, с использованием численных (весовых) коэффициентов, основанных на выбранных предпочтениях.

Взвешивание включает:

- преобразование значений показателей с использованием выбранных весовых коэффициентов
- возможное агрегирование этих выбранных значений в рамках категории воздействия.

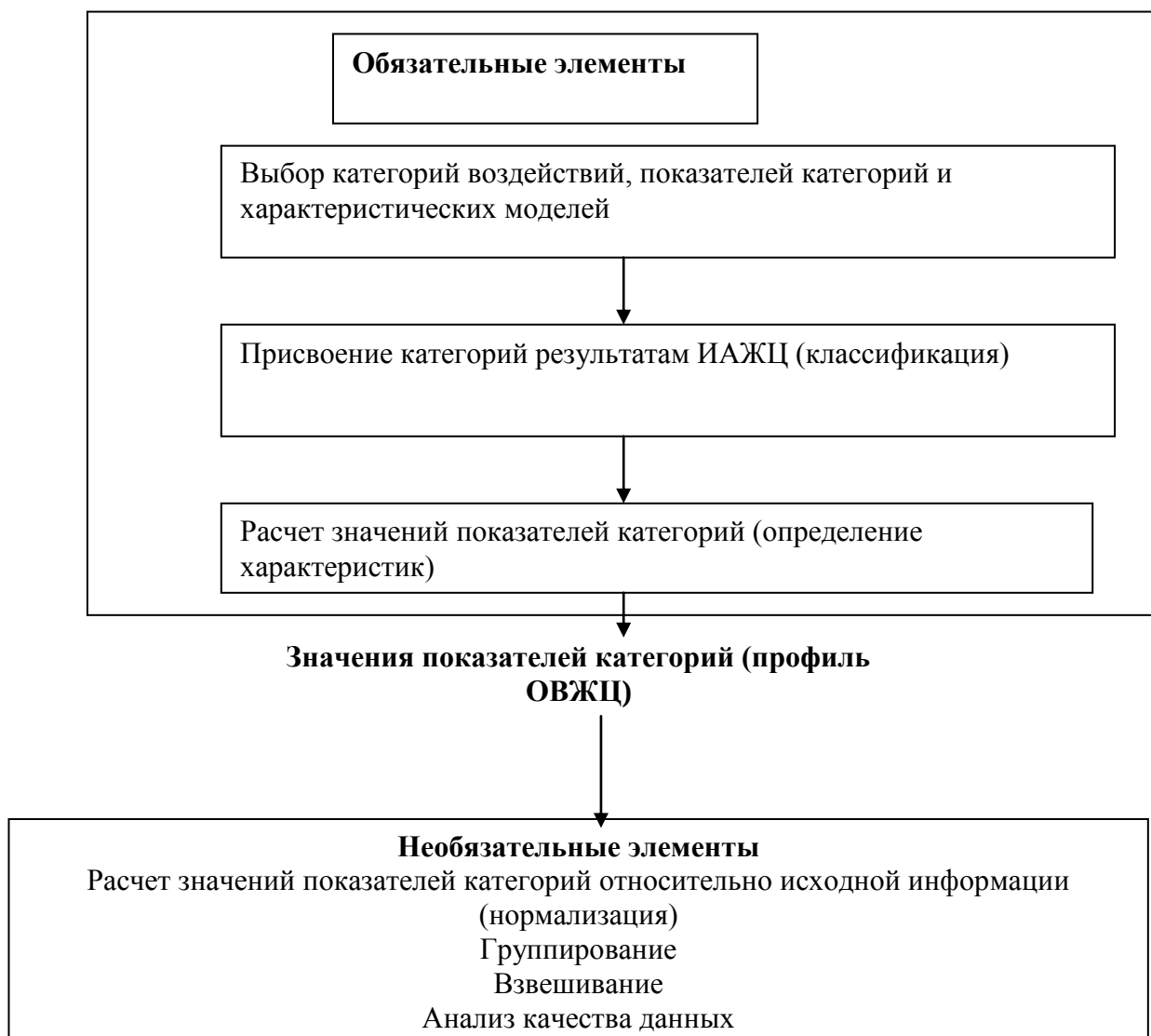
Анализ качества данных заключается в использовании дополнительных методов и информации необходимых для лучшего понимания важности, неопределенности и чувствительности результатов ОВЖЦ.

К специальным методам относится:

- анализ важности (например диаграмма Парето).
- анализ неопределенности (ИСО 14042) описывает статистические вариации наборов данных, что бы определить их влияние, если значения показателей для одной и той же категории воздействий значительно отличается друг от друга

Анализ чувствительности (ИСО 14042) определяет масштабы изменений значений показателей в результате изменений, например, результатов ИАЖЦ, ХМ. Результаты анализа качества данных могут быть использованы как руководство для фазы ИАЖЦ.

Оценки воздействия жизненного цикла. Схема.



3. Концепция показателей категории основана на экологическом механизме взаимодействия. Такой механизм имеется для каждой категории. Экологический механизм взаимодействия отражает характеристическая модель, которая используется для получения характеристических коэффициентов. Характеристические модели отражают экологический механизм взаимодействия описанием связи между результатами ИАЖЦ, показателями категории и в ряде случаев конечной(ыми) точкой(ами) категории. Характеристическая модель использована для получения характеристических коэффициентов.

Необходимые компоненты для каждой категории воздействия таким образом включают:

- идентификацию конечных точек категории
- определение показателей категории для заданных точек категории
- идентификацию соответствующих результатов ИАЖЦ, которые могут быть отнесены к данной категории воздействия с учетом выбранного показателя категории и идентифицированной конечной точки категории
- идентификацию характеристической модели, и характеристических коэффициентов.

Эта процедура облегчает сбор, распределение и характеристическое моделирование соответствующих результатов ИАЖЦ. Она также помогает в оценке научной и технической значимости, допущений, выбранных предпочтений и уровня точности характеристической модели.

Например, категорией воздействия для кислотообразующих соединений будет закисление среды (кислотные осадки). Показатели категории – высвобождение ионов водорода. Конечная точка категории – лес и другая растительность, вода, почва.

Полный пример терминов можно проследить при анализе совокупности экологических процессов связанных с изменением климата.

Термин	Пример
Категория воздействия	Изменение климата
Результаты ИАЖЦ	Тепличные газы
Характеристическая модель	Модель МГИК. Межправительственная группа по изменению климата.
Показатель категории	Интенсивность инфракрасного излучения. (Вт/м ²)
Характеристический коэффициент	Потенциал глобального потепления для каждого тепличного газа (эквиваленты CO ₂ , кг/кг газа)
Значение показателя	Эквивалентное количество CO ₂ , кг
Конечная точка категории	Коралловые рифы, лес, урожай, здоровье населения, биоразнообразие)
Экологический исходный уровень	Степень связи между показателем категории и конечной точкой категории

Существенные категории воздействий, показатели категорий и характеристические модели могут быть выбраны для большинства исследований ОЖЦ. Обязательным является наличие ссылок на соответствующие источники. Если существующих категорий недостаточно должны быть определены новые, соответствующие требованиям.

Категории воздействий, показатели категорий и характеристические модели выбирают следующим образом:

- выбор должен соответствовать цели и области исследования ОЖЦ
- должны быть ссылки на информационные источники
- выбор должен быть оправдан

- категориям воздействия и показателям категорий должны быть даны точные и содержательные наименования

- выбор должен отражать полную совокупность экологических проблем, относящихся к исследуемой производственной системе, с учетом цели и области исследования

- должны быть описаны экологический механизм и характеристическая модель, связывающие результаты ИАЖЦ с показателями категорий и создающие основу определения характеристических коэффициентов

- должна быть описана пригодность характеристической модели, используемой для определения показателей категории в контексте цели и области исследования

Дополнительные характеристики для выбора включают:

- категории и модель должны иметь международное признание

- категории воздействий должны характеризовать агрегированные выбросы (сбросы) или используемые ресурсы производственной системы на конечной точке категории через показатели категории

- Выбранные предпочтения и допущения должны быть минимальными

- необходимо избегать двойного счета если этого не требуют цель и область исследования, например, когда исследования включают и здоровье и канцерогенность

- характеристическая модель должна быть научно, экологически и технически обоснована

- должны быть идентифицированы пределы научной и технической значимости

- показатели категорий должны быть экологически уместны

В зависимости от экологического механизма, целей и области характеристическая модель может иметь пространственную и временную дифференциацию. Часть ХМ следует считать перенос и преобразование вещества.

Должны быть идентифицированы результаты ИАЖЦ отличные от потоков массы и энергии включенных в исследование ОЖЦ, например, землепользование и определены их связи с соответствующими показателями категорий.

Экологическое соответствие показателя категории или характеристической модели следует выражать в соответствии с критериями:

- способность показателя категории отражать последствия результатов ИАЖЦ на конечных точках категорий хотя бы в качественных понятиях

- добавлению экологических данных или информации к ХМ по отношению к конечным точкам, включая:

- состояние конечных точек категорий

- относительное значение оцениваемого изменения конечных точек категорий

- пространственные аспекты (площадь и масштаб)

- временные аспекты (продолжительность, длительность действия, устойчивость, сроки и т.д.

- обратимость экологического механизма

- неопределенность связей между ХМ и изменениями в конечных точках категорий

Основные категории воздействия включают:

Категории внешнего воздействия на экосистемы

- Изменение климата

- Разрушение озонового слоя в стратосфере

- Накопление фотооксидантов

- Эвтрофикация

- Окисление среды

- Токсичность для человека

- Токсичность для экосистем

Категории внутреннего воздействия на экосистемы

- Сокращение абиотических ресурсов (ископаемое топливо, минеральное сырье)

- Сокращение биотических ресурсов (рыба, растительные и т.д.)

Следует отметить что этот список не является полным. Другие категории могут фокусироваться на радиации, шуме, запахе, воздействию на земельные ресурсы ит.д. Но эти характеристические модели еще недостаточно разработаны и не часто используются.

Выбор категории так же определяется границами системы. Например, твердые отходы. Тем не менее они могут учитываться как самостоятельно, так и как причина эмиссии различных соединений, в зависимости от цели ОЖЦ. То же относится и к потокам энергии.

Часто категории воздействия выбираются с учетом уже существующих характеристических моделей. Что во многом облегчает проведение ОВЖЦ.

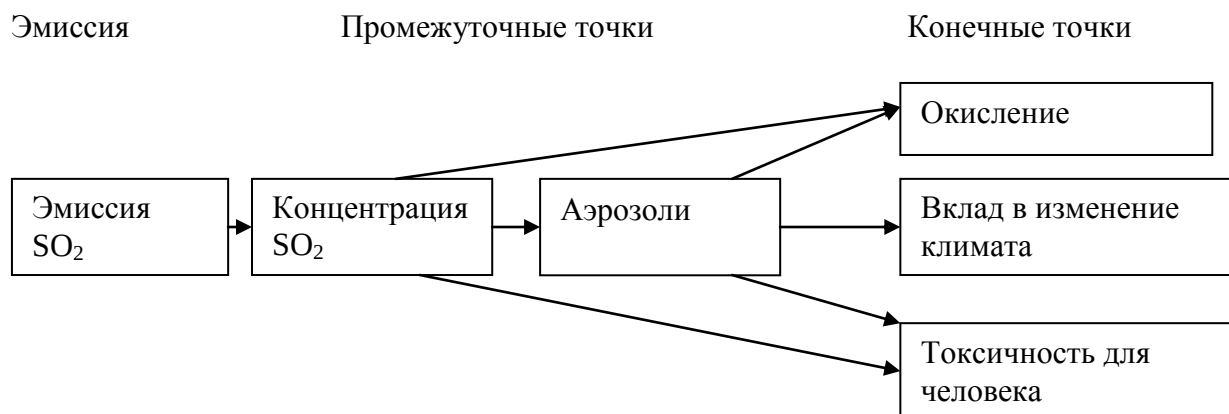
4. Индикаторы воздействия. Классификация и расчет показателя категорий

При определении категории воздействия индикаторы должны выбираться с учетом механизма воздействия. Часто показатели выбираются на промежуточном уровне механизма воздействия. Примеры выбора индикаторов для основных категорий воздействия представлены в таблице.

Категория воздействия	Выбранные индикаторы	
	Примеры индикаторов	Примеры конечных точек воздействия
Изменение климата	ИФИ, температура, уровень моря	Условия человеческого существования, коралловые рифы, леса, с\х культуры, здания, экосистемы
Истощение озона стратосферы	УФ радиация	Кожа людей, биоразнообразие в океанах, с\х культуры
Окисление среды	Высвобождение протонов, рН, индикатор Al/Ca	Биоразнообразие в лесах, производство древесины, популяции рыб, сельское хозяйство, конструкции и сооружения
Эвтрофикация	Поступление макроэлементов (азот, фосфор)	Биоразнообразие сухопутных и морских экосистем
Токсичность для человека	Концентрация токсинов в окружающей среде, воздействие на здоровье человека	Воздействие на органы человека, интенсивность заболеваний, ожидаемая продолжительность жизни
Токсичность для экосистем	Концентрация или биодоступность токсических элементов	Популяции растений и животных

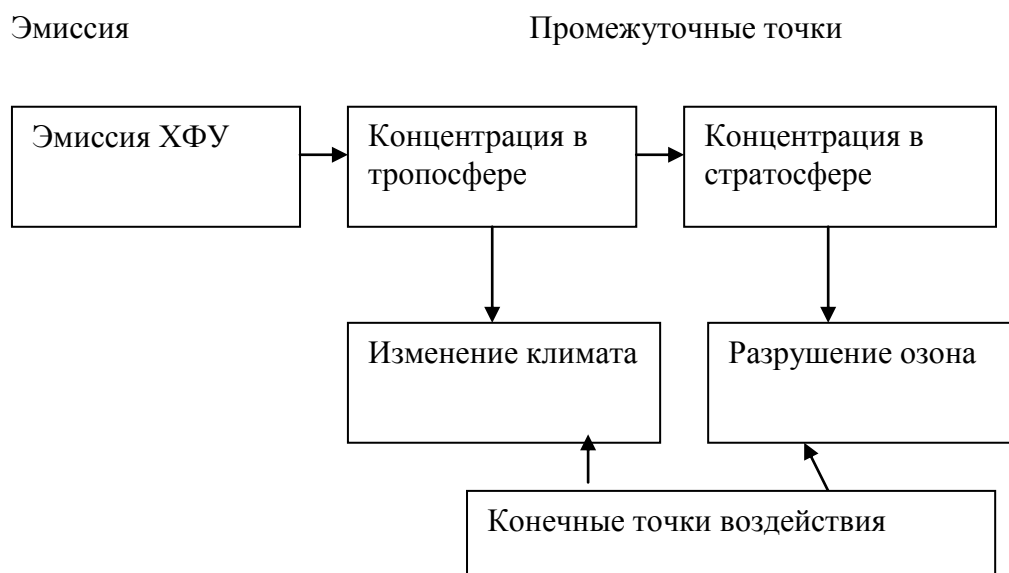
При классификации результатов ИАЖЦ как категорий воздействия необходимо четко обозначить экологические проблемы, связанные с ними, и рассмотреть следующие:

- присвоение результатам ИАЖЦ одной категории воздействия
- идентификации результатов которые относятся к нескольким категориям воздействия включая:
- разделение между параллельными механизмами Одно вещество оказывает воздействие на различные категории.



По возможности эмиссию в параллельных механизмах можно разделять. Если одна часть воздействует на определенную категорию, а другая на следующую.

- распределение между серийными механизмами



При серийных процессах выбросы последовательно воздействуют на категории. Например, ХФУ вначале воздействуют на тропосферу и затем перемещаются в более высокие слои.

Таким образом, для параллельных процессов эмиссия вещества в окружающую среду может разделяться по категориям, в то время как для серийных добавляться к уже имеющимся соединениям для данной категории воздействия.

Для лучшего понимания классификации можно составлять модели распределения по категориям воздействия.

Расчет показателя категории включает приведение результатов ИАЖЦ к общим единицам измерения и агрегирование полученных результатов в рамках категории воздействия. При этом использую коэффициенты пересчета. Результат расчета представляет собой численное значение категории. Если результаты ИАЖЦ недоступны или качество их не соответствует цели и области исследований ОЖЦ требуется дополнительный сбор данных или корректировка цели и области.

Метод расчета должен быть идентифицирован и документирован, включая выбранные предпочтения и допущения. Число и вид упрощающих допущений и предпочтений используемых в рамках ХМ меняется для различных категорий воздействия. Необходимо найти компромисс между простотой ХМ и ее точностью. Изменение качества показателей

категории среди категорий воздействий могут повлиять на общую точность исследований ОЖЦ, например:

- сложность экологических механизмов связи границы системы и конечных точек категорий
- пространственные и временные характеристики, например устойчивость вещества в окружающей среде
- характеристика «доза – реакция»

Расчет значений показателей включает 2 стадии:

- выбор и использование характеристических коэффициентов для приведения результатов ИАЖЦ к общим единицам.
- агрегирование приведенных результатов в значение показателя

Пример – интенсивность инфракрасного излучения. Все тепличные газы рассчитываются относительно единиц эквивалента двуокиси углерода.

Дополнительные данные об экологических условиях повышают значимость и полезность значений показателей.

5. Ограничения ОВЖЦ

Так как ОВЖЦ связана только с экологическими проблемами заявленными в целях и содержании исследований она не является полной оценкой всех экологических проблем продукционной системы.

ОВЖЦ имеет следующие ограничения:

- это научно-техническая процедура, однако, в ней используются определенные предпочтения при выборе категорий воздействия и других показателей
- ОВЖЦ обычно исключает учет информации о месте, времени, о параметре «доза-реакция», но объединяет выбросы и сбросы распределенные в пространстве и времени. Это может уменьшить экологическую значимость показателей.
- показатели категорий в рамках одной категории воздействия могут различаться по точности в зависимости от ХМ и соответствующего экологического механизма, используемых упрощающих допущений, доступных научных знаний
- результаты ОВЖЦ не предсказывают воздействия по конечным точкам категорий, превышению критериев, запасам по безопасности или рискам
- ОВЖЦ не всегда может демонстрировать значительность различия между категориями воздействий и соответствующими значениями показателей для альтернативных продукционных систем по следующим причинам:
 - ограниченность разработанных ХМ

Ограничения фазы ИАЖЦ, например установление границ системы не полностью учитывающих все процессы и потоки

- недостаточное качество данных ИАЖЦ, что может быть вызвано неопределенностью или различием процедур распределения и агрегирования
- ограничения в сборе инвентаризационных данных соответствующих и представляющих каждую категорию воздействия

Фаза ОВЖЦ предусматривает поддержку сравнительных заявлений открытых для общественности в соответствии с дополнениями в ИСО 14040 и 14041. Сравнительное заявление представляет собой суждение об экологическом превосходстве или эквиваленте одной продукции с другой при выполнении ими одинаковых функций. Показатели категорий, используемые для сравнительных заявлений, предназначенных для общественности, должны быть признаны на международном уровне.

Отчет третьей стороне по ОВЖЦ должен включать:

- процедуры ОВЖЦ, расчеты и результаты исследования
- ограничения результатов ОВЖЦ, связанные с целью и областью исследования ОЖЦ
- связь результатов с целью и областью

- связь результатов ОВЖЦ и ИАЖЦ
- рассматриваемые категории воздействий включая обоснование их выбора и ссылки на информационные источники
- описание или ссылки на все ХМ, ХК и методы, включая все допущения и ограничения
- описание или ссылки на все выбранные предпочтения в отношении категорий воздействий и других составляющих
- заявления, что результаты ОВЖЦ носят сравнительный характер и не определяют воздействие по конечным точкам категорий, превышению критериев, запасам по безопасности или рискам

Также должны быть подготовлены:

- описание и обоснование определения и описание любых новых категорий воздействия, показателей категорий и ХМ
- изложение и обоснование любого группирования КВ
- дальнейшие процедуры которые преобразуют значения показателей и обоснование ссылочных документов, коэффициентов и т.д.
- анализ значения показателей (например чувствительности и неопределенности) или использования экологических, включая любое их влияние на результаты
- исходные данные и значения показателей если используется нормализация, группирование и взвешивание должны быть доступны вместе с результатами

В дополнение для общественности отчет должен включать:

- оценку завершенности ОВЖЦ
- заключение о соответствии или несоответствии выбранных показателей категорий международным документам
- обоснование научной, технической и экологической значимости используемых показателей категорий
- результаты анализа неопределенности и чувствительности
- оценку важности обнаруженных различий
- при включении группирования необходимо также дополнить отчет следующей информацией:
 - используемые процедуры и результаты
 - заявление, что выводы основаны на выбранных предпочтениях
 - обоснование используемых критериев
 - заявление, что ИСО 14042 не требует определенной методологии для выбранных предпочтений используемых при группировании
 - заявление, что за выбранные предпочтения несет ответственность специально уполномоченное лицо.

Как часть поставленной цели исследования ОЖЦ используют критический анализ. В дополнение к другим экспертным мнениям и интересам для ОВЖЦ могут быть рассмотрены экспертные мнения специалистов по научным дисциплинам, относящимся к важным категориям воздействия.

Лекция 8. Практические примеры ОВЖЦ

- 1. Обязательные элементы ОВЖЦ**
- 2. Нормирование данных и группировка данных на этапе ОВЖЦ**
- 3. Модели взвешивания данных на этапе ОВЖЦ**
- 4. Пример взвешивания данных проведения ОВЖЦ на основе социальной модели**
- 5. Оценка качества данных на этапе ОВЖЦ**

1. Обязательные элементы ОВЖЦ

В качестве примера рассматривается ситуация с ОВЖЦ двух материалов из которых изготавливается газовый трубопровод (ISO 14 047).

Функциональная единица выбрана как количество газа необходимого для снабжения города населением в 10 000 человек в течение одного года. Соответственно элементарный поток составляет $20 \times 10^6 \text{ м}^3$ газа. Все расчеты инвентаризационного анализа производятся из этого количества.

Единичные процессы входящие в систему:

- получение ресурсов
- производство материалов
- производств компонентов для трубопровода
- использование трубопровода
- управление отходами.

В данном примере анализируется сравнительное воздействие эмиссии в воздушную и водную среду двух систем трубопроводов.

Таблица 1. Результаты ИАЖЦ

Substance	LCI results			
	Material A		Material B	
	Air emissions kg	Water emissions kg	Air emissions kg	Water emissions kg
Carbon dioxide	4,22E+04		4,81E+03	
Bromotrifluoro- methane	1,55E-03		4,30E-04	
Tetrachloromethane			4,90E-04	
Methane	6,73E+03		6,75E+03	
Ethane	1,94E+02		1,98E+02	
Propane	2,97E+01		2,99E+01	
Sulfur dioxide	3,06E+02		1,83E+01	
Nitrogen dioxide	1,11E+02		1,64E+01	
Ammonia	8,76E-02	5,44E-01	8,01E-03	1,23E-01
Phosphorus		1,22E+00		5,41E-02
Nitrogen		4,05E-01		1,80E-01
Phenol	9,40E-05	1,15E-01	9,00E-06	1,54E-02
Arsenic	2,47E-02	4,14E-02	1,92E-04	1,90E-03
Nickel	1,57E-01	1,05E-01	6,40E-03	6,77E-03
Vanadium	5,72E-01	1,03E-01	2,51E-02	5,36E-03
Cadmium	1,64E-02	1,56E-03	1,75E-04	1,47E-04
Lead	4,72E-01	1,16E-01	3,62E-03	4,93E-02
Chromium	3,23E-02	2,08E-01	3,54E-04	1,02E-02
Copper	3,54E-02	1,04E-01	1,27E-03	

В качестве **категорий воздействия** учитывались:

- изменение климата
- разрушение озона стратосферы

- образование фотооксидантного смога
- окисление среды
- эвтрофикация
- токсичность для человека
- токсичность для экосистем

Для характеристики выбранных категорий воздействия предложены следующие **индикаторы и характеристические модели:**

- интенсивность инфракрасной радиации на период в сто лет (6,7).
- модель разрушения озона (8,9)
- модель образования тропосферного озона (12, 13)
- модель критических нагрузок кислотных осадков (10)
- модель оценки токсического потенциала для человека и экосистем (11)

- [6] HOUGHTON, J.T., MEIRA FILHO, L.G., BRUCE, J. and al. (eds), 1994: *Climate change 1994. Radiative forcing of climate change an evaluation of the IPCC IS92 Emissions scenarios*. Cambridge University Press, Cambridge
- [7] HOUGHTON, J.T., L.G. MEIRA FILHO, B.A. Callander and al., 1995: *Climate change 1995. The science of climate change; contribution of WGI to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge
- [8] WMO (World Meteorological Organization), 1992: *Scientific assessment of ozone depletion: 1991*. Report No. 25. Geneva
- [9] WMO (World Meteorological Organization), 1995: *Scientific assessment of ozone depletion: 1994*. Report No. 37. Geneva
- [10] HEIJUNGS, R., GUINÉE, J.B., HUPPES, G. and al. 1992: *Environmental life cycle assessment of products: Guide and Backgrounds*. Centre of Environmental Science, Leiden University, the Netherlands
- [11] HUIJBREGTS, M.A.J., THISSEN, U., GUINÉE J.B. and al. (2000): Toxicity assessment of toxic substances in life cycle assessment. I: Calculation of toxicity potentials for 181 substances with the nested multi-media fate, exposure and effect model USES-LCA. *Chemosphere*, **41**, pp 541-573

Присвоение категорий результатам ИАЖЦ (классификация)

Результаты идентификации факторов эмиссии по категориям и индикаторы для расчета в зависимости от их происхождения представлены в таблице 2.

Так как для ряда соединений имеет место параллельный механизм воздействия, факторы разделялись по категориям.

Например, для SO₂ по достаточно упрощенной схеме разделялось:

- окисление среды (весь объем эмиссии SO₂)
- изменение климата (только образующиеся на основе SO₂ аэрозоли). Следует учесть, что воздействие аэрозолей доказано, но не достаточно четко определено (рассчитано).

Поэтому в таблице 2 нет конкретной цифры

- токсическое воздействие на человеческий организм. В данном случае учитывались различия отрицательного воздействия SO₂ вообще и аэрозолей. В расчет бралось количество в соответствии с характеристической моделью.

Impact category	Substance	Characterization factors								
		Climate change	Stratosph. ozone depletion	Photo-oxidant formation	Acidification	Eutrophication		Human toxicity	Ecotoxicity	
		kg CO ₂ eq./kg	kg CFC-11 eq./kg	kg ethylene eq./kg	kg SO ₂ * eq./kg	kg PO ₄ *eq./kg		kg 1,4-DCB/kg	kg 1,4-DCB/kg	
		Air emissions	Air emissions	Air emissions	Air emissions	Air emissions	Water emissions	Air emissions	Air emissions	Water emissions
Climate change	Carbon dioxide	1								
	Bromotrifluoro-methane	5 600								
	Methane	21								
Stratospheric ozone depletion	Bromotrifluoro-methane		12							
	Tetrachloro-methane		1,2							
Photo-oxidant formation	Methane			0,006						
	Ethane			0,123						
	Propane			0,176						
Acidification	Sulfur dioxide	8			1					
	Ammonia				1,3					
	Nitrogen dioxide				0,41					
Nutrification	Ammonia					0,35	0,33			
	Nitrogen dioxide					0,13				
	Phosphorus						3,1			
	Nitrogen						0,42			
Human toxicity	Sulfur dioxide							0,096		
	Nitrogen dioxide							1,3		
	Arsenic							347 699,7		
	Lead							466,52		
	Nickel							35 032,84		
	Vanadium							6 240,35		
	Chlorinated organic trace pollutants								b	b
Ecotoxicity	Phenol								1,5	237
	Cadmium								289	1 523
	Lead								2,4	9,615 719
	Chromium								1,9	6,9
	Copper								221,653 8	1 157,307
	Chlorinated organic trace pollutants								b	b

Расчет значений показателей категорий (определение характеристик)

При расчете показателей учитывалась функциональная единица, эмиссия и характеристическая модель. Алгоритм расчета предполагает: для каждой категории воздействия эмиссия в данной категории умножается на соответствующий индикатор для расчета и суммируется.

Полученные результаты представлены в таблице 3 (материал А) и 4 (материал Б).

Impact category	Substance	Assigned LCI results		Characterization factors		Converted LCI results		Indicator results (LCIA profile) kg eq.
		Air emission	Water emission	Air emission	Water emission	Air emission	Water emission	
		kg	kg	kg...eq./kg	kg...eq./kg	kg...eq.	kg...eq.	
Climate change	Carbon dioxide	4,22E+04		1,00E+00		4,22E+04		1,84E+05
	Bromotrifluoro-methane	1,55E-03		5,60E+03		8,66E+00		
	Methane	6,73E+03		2,10E+01		1,41E+05		
Stratospheric ozone depletion	Bromotrifluoro-methane	1,55E-03		1,20E+01		1,86E-02		1,86E-02
	Tetrachloro-methane			1,20E+00				
Photo-oxidant formation	Methane	6,73E+03		6,00E-03		4,04E+01		6,95E+01
	Ethane	1,94E+02		1,23E-01		2,39E+01		
	Propane	2,97E+01		1,76E-01		5,23E+00		
Acidification	Sulfur dioxide	3,06E+02		1,00E+00		3,06E+02		3,51E+02
	Ammonia	8,76E-02	5,44E-01	1,30E+00		1,14E±01		
	Nitrogen dioxide	1,11E+02		4,10E-01		4,53E+01		
Eutrophication	Ammonia	8,76E-02	5,44E-01	3,50E-01	3,30E-01	3,07E-02	1,79E-01	1,85E+01
	Nitrogen dioxide	1,11E+02		1,30E-01		1,44E+01		
	Phosphorus		1,22E+00		3,10E+00		3,79E+00	
	Nitrogen		4,05E-01		4,20E-01		1,70E-01	
Human toxicity	Sulfur dioxide	3,06E+02		9,60E-02		2,94E+01		1,81E+04
	Nitrogen dioxide	1,11E+02		1,30E+00		1,44E+02		
	Arsenic	2,47E-02	4,14E-02	3,48E+05		8,58E+03		
	Lead	4,72E-01	1,16E-01	4,67E+02		2,20E+02		
	Nickel	1,57E-01	1,05E-01	3,50E+04		5,51E+03		
	Vanadium	5,72E-01	1,03E-01	6,24E+03		3,57E+03		
Ecotoxicity	Phenol	9,40E-05	1,15E-01	1,50E+00	2,37E+02	1,41E-04	2,73E+01	1,66E+02
	Cadmium	1,64E-02	1,56E-03	2,89E+02	1,52E+03	4,73E+00	2,38E+00	
	Lead	4,72E-01	1,16E-01	2,40E+00	9,62E+00	1,13E+00	1,11E+00	
	Chromium	3,23E-02	2,08E-01	1,90E+00	6,90E+00	6,14E-02	1,43E+00	
	Copper	3,54E-02	1,04E-01	2,22E+02	1,16E+03	7,84E+00	1,20E+02	

NOTE E plus following number indicates exponent (power of 10).

Impact category	Substance	Assigned LCI results		Characterization factors		Converted LCI results		Indicator results (LCIA profile) kg eq.
		Air emission kg	Water emission kg	Air emission kg...eq./kg	Water emission kg...eq./kg	Air emission kg...eq.	Water emission kg...eq.	
Climate change	Carbon dioxide	4,81E+03		1,00E+00		4,81E+03		1,46E+05
	Bromotrifluoro-methane	4,30E-04		5,60E+03		2,41E+00		
	Methane	6,75E+03		2,10E+01		1,42E+05		
Stratospheric ozone depletion	Bromotrifluoro-methane	4,30E-04		1,20E+01		5,16E-03		5,75E-03
	Tetrachloro-methane	4,90E-04		1,20E+00		5,88E-04		
Photo-oxidant formation	Methane	6,75E+03		6,00E-03		4,05E+01		7,01E+01
	Ethane	1,98E+02		1,23E-01		2,44E+01		
	Propane	2,99E+01		1,76E-01		5,26E+00		
Acidification	Sulfur dioxide	1,83E+01		1,00E+00		1,83E+01		2,50E+01
	Ammonia	8,01E-03	1,23E-01	1,30E+00		1,04E-02		
	Nitrogen dioxide	1,64E+01		4,10E-01		6,72E+00		
Eutrophication	Ammonia	8,01E-03	1,23E-01	3,50E-01	3,30E-01	2,80E-03	4,04E-02	2,42E+00
	Nitrogen dioxide	1,64E+01		1,30E-01		2,13E+00		
	Phosphorus		5,41E-02		3,10E+00		1,68E-01	
	Nitrogen		1,80E-01		4,20E-01		7,54E-02	
Human toxicity	Sulfur dioxide	1,83E+01		9,60E-02		1,76E+00		4,73E+02
	Nitrogen dioxide	1,64E+01		1,30E+00		2,13E+01		
	Arsenic	1,92E-04	1,90E-03	3,48E+05		6,68E+01		
	Lead	3,62E-03	4,93E-02	4,67E+02		1,69E+00		
	Nickel	6,40E-03	6,77E-03	3,50E+04		2,24E+02		
	Vanadium	2,51E-02	5,36E-03	6,24E+03		1,57E+02		
Ecotoxicity	Phenol	9,00E-06	1,54E-02	1,50E+00	2,37E+02	1,35E-05	3,65E+00	4,76E+00
	Cadmium	1,75E-04	1,47E-04	2,89E+02	1,52E+03	5,06E-02	2,24E-01	
	Lead	3,62E-03	4,93E-02	2,40E+00	9,62E+00	8,70E-03	4,74E-01	
	Chromium	3,54E-04	1,02E-02	1,90E+00	6,90E+00	6,73E-04	7,04E-02	
	Copper	1,27E-03		2,22E+02	1,16E+03	2,81E-01		
NOTE E plus following number indicates exponent (power of 10).								

Уже на основе полученных результатов можно сделать вывод, что материал А оказывает более серьезное воздействие на окружающую среду чем материал Б. Только по фотооксидантному смогу воздействие приблизительно равное. Следует отметить, что количественно в расчет не принимались хлорорганические соединения.

2. Расчет значений показателей категорий на основе ссылочной информации (нормализация)

Цель нормализации – обеспечить лучшее понимание относительной значимости каждого значения показателя исследуемой производственной системы. Расчет относительных значений показателей может быть полезным при:

- проверке на совместимость;
- предоставлении и распространении информации об относительной значимости значений показателей;
- подготовке к дополнительным процедурам (группирование, взвешивание или интерпретация жизненного цикла).

Эта процедура преобразует абсолютное значение показателя в относительное делением на выбранное базовое значение.

Примеры базовых значений:

- общие выбросы (сбросы) или потребляемые ресурсы в данной области, которые могут иметь глобальный, региональный, национальный или локальный масштаб;
- общие выбросы (сбросы), или потребляемые ресурсы в данной области, приходящиеся на одного жителя, или подобные данные измерений;
- базовый сценарий как, например, заданная альтернативная производственная система.

При выборе системы базовых значений необходимо рассмотреть совместимость пространственных и временных масштабов экологических механизмов и их базовых значений.

Выбор справочной информации для расчетов зависит от категорий воздействия и особенно от пространственного уровня на котором смоделирована характеристическая модель. Если все категории рассматриваются на одинаковом масштабном уровне, значения категории нагрузки для данного региона могут быть взяты из справочной информации в целом по региону. Если пространственный уровень разный тогда должны быть выбраны ссылки актуальные для данного региона, например категория нагрузки на жителя по конкретному региону (области).

В примере с трубопроводом ситуация рассматривается внутри одной страны и для конкретного года. Используется справочная информация в целом по стране.

В таблицах представлены результаты полученные путем деления полученных индикаторов по категориям воздействия на воздействие категории по стране за год.

Полученный показатель называется «результат нормализации»

Таблица 5.

Impact category	Material A		
	Indicator results kg-eq.	Normalization reference kg-eq./yr	Normalization results yr
Climate change	1,84E+05	2,27E+11	8,08E-07
Stratospheric ozone depletion	1,86E-02	3,61E+06	5,14E-09
Photo-oxidant formation	6,95E+01	6,26E+07	1,11E-06
Acidification	3,51E+02	6,41E+08	5,48E-07
Eutrophication	1,85E+01	1,08E+09	1,72E-08
Human toxicity	1,81E+04	1,45E+11	1,24E-07
Ecotoxicity	1,66E+02	1,16E+11	1,43E-09
NOTE E plus following number indicates exponent (power of 10).			

Таблица 6.

Impact category	Material B		
	Indicator results kg-eq.	Normalization reference kg-eq./yr	Normalization results yr
Climate change	1,46E+05	2,27E+11	6,45E-07
Stratospheric ozone depletion	5,75E-03	3,61E+06	1,59E-09
Photo-oxidant formation	7,01E+01	6,26E+07	1,12E-06
Acidification	2,50E+01	6,41E+08	3,91E-08
Eutrophication	2,42E+00	1,08E+09	2,24E-09
Human toxicity	4,73E+02	1,45E+11	3,26E-09
Ecotoxicity	4,76E+00	1,16E+11	4,10E-11
NOTE E plus following number indicates exponent (power of 10).			

Результаты расчетов по двум вариантам представлены на гистограмме.

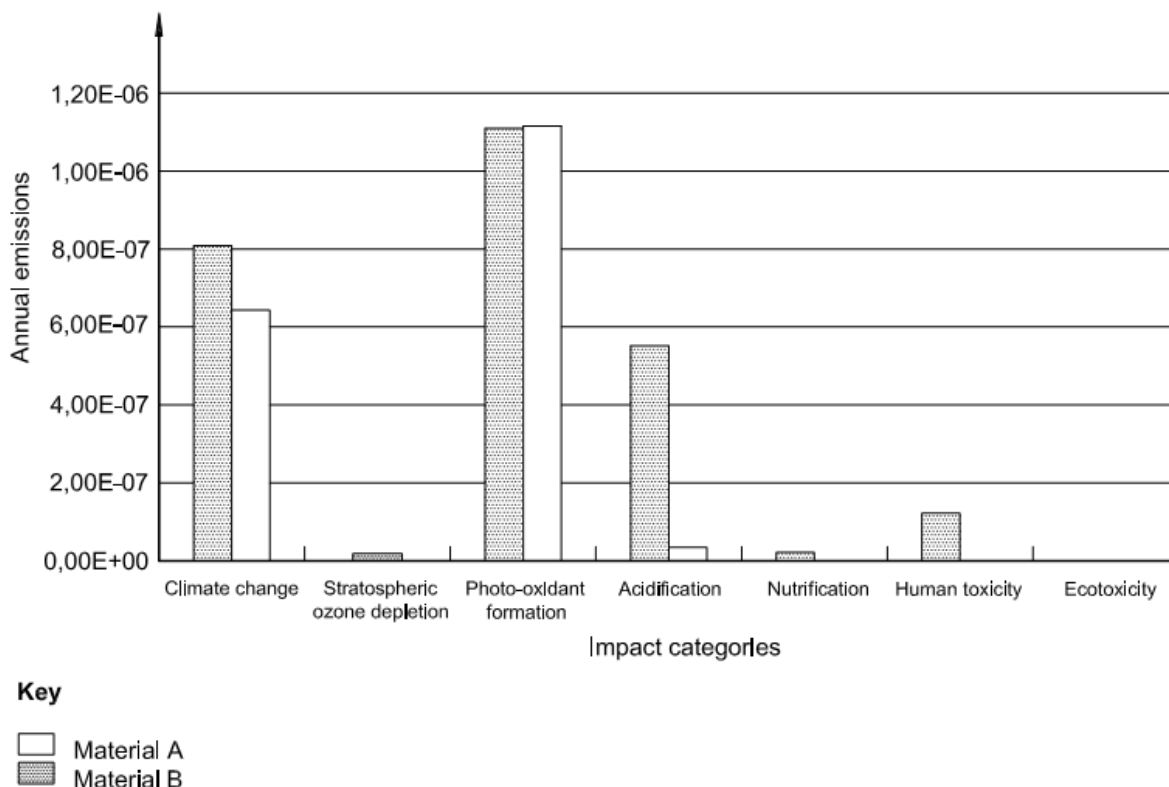


Figure 10 — Normalized LCIA profile for gas distribution system
Reference: Converted total emissions in country X in year Y

Гистограмма 1. Относительный вклад

Из гистограммы следует, что нормализация обуславливает определенный сдвиг в представлении и интерпретации категорий воздействия. Например, загрязнители формирующие фотооксидантный смог с пятого места в иерархии передвинулись на первое. Соответственно они становятся значительным аспектом с точки зрения ОЖЦ. И имеют наиболее значительный потенциал с точки зрения улучшения. Факторы воздействия на изменение климата сдвинулись на второе место, и например образование кислотных осадков получило серьезное воздействие на окружающую среду для материала А.

Группирование

Группирование – образование одной или нескольких групп показателей категорий в соответствии с поставленной целью и областью исследования, которое может также включать сортировку и/или ранжирование.

Группирование – необязательный элемент с двумя возможными процедурами:

- сортировкой категорий воздействия на номинальной основе, например, по характеристикам, таким, как выбросы и потребляемые ресурсы или глобальный, региональный и локальный пространственные масштабы;
- ранжированием категорий воздействий по заданной иерархии, например высокий, средний или низкий приоритет.

Ранжирование базируется на выбранных предпочтениях.

Применение и использование методов группирования должно соответствовать цели и области исследования ОЖЦ и должно быть полностью прозрачным.

Различные физические лица, организации, общественные ассоциации могут иметь различные предпочтения, поэтому стороны могут получить различные результаты

ранжирования, основываясь на одних и тех же значениях показателей или их нормализованных значениях.

Результаты группирования таким образом могут изменить выводы и предпочтения полученные при анализе обязательных элементов и нормализации.

Взвешивание – процесс преобразования значений показателей различных категорий воздействий с использованием численных (весовых) коэффициентов, основанных на выбранных предпочтениях. Оно может включать агрегирование взвешенных значений показателей. Взвешивание – необязательный элемент с двумя возможными процедурами:

- преобразованием значений показателей или их нормализованных значений с использованием выбранных весовых коэффициентов;
- возможным агрегированием этих преобразованных значений показателей или их нормализованных значений в рамках категории воздействия.

Шаги взвешивания основаны на выбранных предпочтениях, а не на данных естественных наук. Применение и использование методов взвешивания должно соответствовать цели и области исследования ОЖЦ и должно быть полностью прозрачным. Физические лица, организации и общественные ассоциации могут иметь различные предпочтения, поэтому возможно, что они могут получить различные результаты взвешивания, основываясь на одних и тех же значениях показателей или их нормализованных значениях. В исследовании ОЖЦ желательно использовать различные весовые коэффициенты и методы взвешивания и для проведения анализа чувствительности оценивать последствия влияния различных выбранных предпочтений и методов взвешивания на результаты ОЖЦ.

Все методы взвешивания и используемые операции должны быть документированы и прозрачны. Данные и значения показателей или нормализованные значения показателей, предшествующие взвешиванию, должны быть доступными наравне с результатами взвешивания.

Поэтому выходная и другая информация остается доступной для лиц, принимающих решения, и других лиц, а пользователи могут оценивать всю область применения результатов.

3. Модели взвешивания данных на этапе ОВЖЦ

Для взвешивания используются специально разработанные модели, среди наиболее известных:

1). Собрание экспертов. В этом случае взвешивание используется без расчета специальных взвешивающих факторов. Вместо расчетов применяется заключение сформулированное рядом экспертов. Недостаток метода это высокая степень субъективизма и возможность наличия альтернативных мнений существенно различающихся от принятых за основу. Тем не менее, работа экспертов достаточно дорогостоящее мероприятие и поэтому данный метод больше используется для оценок на глобальном или региональном уровне чем местном.

2). Социальная модель оценивания. Базируется на принципах системы EPS (Environmental Priority Strategy). Это специально разработанная модель которая позволяет производителям проводить сравнительную оценку и обычно используется при разработке или дизайне продукции.

Упрощенная модель представляет собой (рисунок 6).

Таким образом, ущерб для окружающей среды имеет финансовое выражение. Например, вред для здоровья человека выражается как потери общества на здравоохранение, оплату бюллетеней и т.д.

Ресурсы оцениваются как будущие потери по добыче и переработке сырья или производство альтернативных материалов для замены.

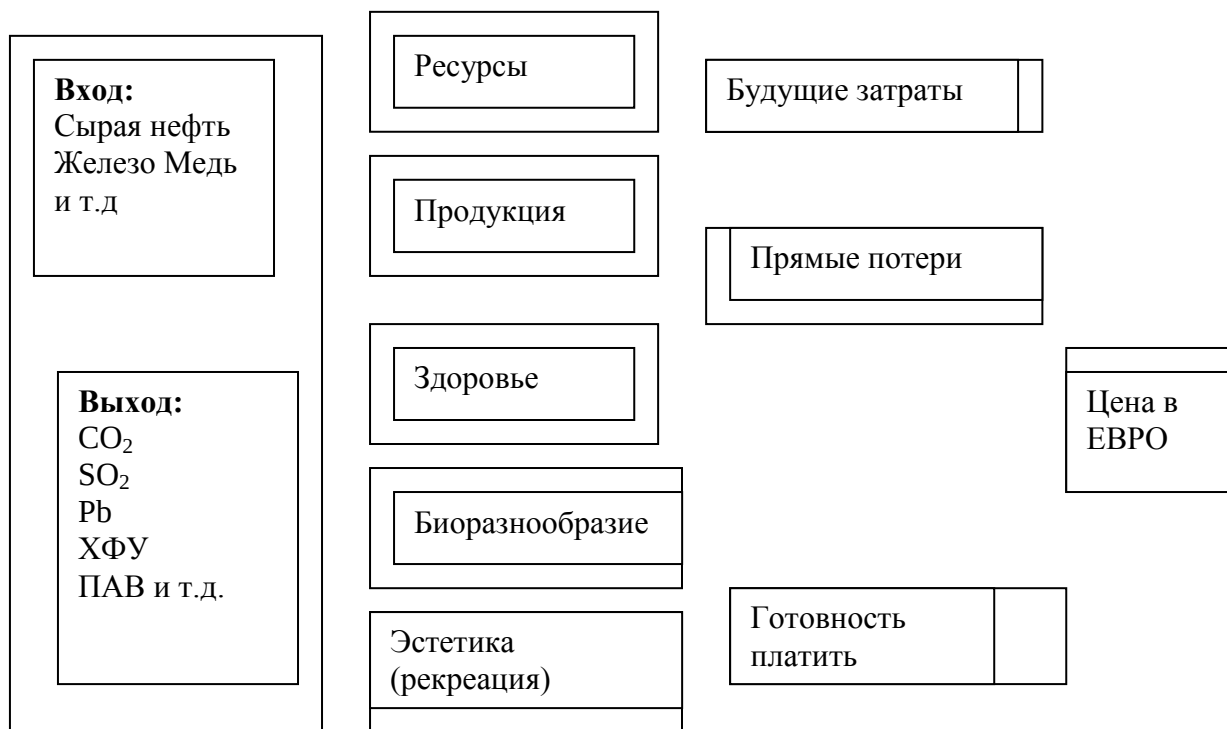
Продукция. Прямые потери вследствие снижения сельскохозяйственной продукции и промышленный ущерб.

Биоразнообразие. Связано с потерями в том числе материальными (финансовыми) в результате исчезновения или снижения численности видов.

Эстетические (рекреационные) ресурсы. Так же имеют денежное выражение.

И суммарно потери выражаются: прямые затраты, будущие и готовность общества платить за здоровье, сохранение экосистем, эстетику и рекреацию и т.д.

В конечном итоге после достаточно сложных расчетов каждая категория воздействия получает свой взвешенный коэффициент.



3). Оценка предотвращенных затрат.

В этом случае оцениваются возможные затраты по предотвращению или борьбе с последствиями воздействия на окружающую среду с использованием технических методов. Соответственно чем выше стоимость предотвращенных затрат тем более серьезные последствия от категории воздействия. Критическая точка в данной модели это непосредственный расчет, так как существует несколько методов по снижению эмиссии. Они различаются по стоимости и эффективности. В конечном итоге результат зависит от целого ряда технологических факторов.

4). Потребление энергии.

Этот метод схож с предыдущим но при этом учитываются затраты энергии необходимые для предотвращения затрат. Чем выше затраты энергии тем серьезнее эффект воздействия. Общие затраты энергии суммируются из трех категорий.

1. Потребление энергии
2. Эмиссии диоксида углерода, конвертируемая в энергозатраты путем перерасчета на их компенсацию.
3. Потребление воды, конвертируемое в энергозатраты путем перерасчета на очистку водных ресурсов.

В этом случае как и в предыдущем неопределенность главным образом связана с используемой технологией и степенью в которой отрицательное воздействие на окружающую среду должно быть компенсировано.

5). Принцип достижения целевого показателя.

Метод основан на принятии принципа, что серьезность последствия может быть оценена как разность между текущим состоянием и желаемой целью (планируемым

показателем). Критическим пунктом становится выбор цели. Процедура выражается в виде уравнения:

$$I = \sum_i W_i * \frac{E_i * N_i}{N_i * T_i} = \sum_i W_i * \frac{E_i}{T_i}$$

I – индикатор оценки

N_i – текущая степень регионального эффекта i (например, согласно европейским экоиндикаторам 99) или оценка нормализации.

T_i – целевой показатель для эффекта i

E_i – вклад ОЖЦ продукта в показатель эффекта i

W_i – субъективный взвешивающий фактор который отражает серьезность эффекта i .

Прежде чем использовать данный метод необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Что является основой для определения планового уровня
2. Какие эффекты оцениваются и как они определяются.
3. Каким образом эффект вызывающей различные типы ущербов для окружающей среды может быть увязан с эквивалентным целевым показателем.

Достижение целей снижения загрязнения окружающей среды это всегда поиск компромисса между научной, социальной и экономической составляющей. Обычно используются следующие альтернативы:

1. Нулевой показатель как целевой уровень для эффекта. Проблема возникает с расчетом вышеприведенного уравнения
2. Уровень показателя без эффекта, то есть близкий к нулю. Он не может быть ясно определен и при этом нет существенного вреда
3. Низкий уровень вреда. Это уровень когда определяемый, но низкий уровень ущерба используется в качестве планового показателя.

4. Пример взвешивания данных проведения ОВЖЦ на основе социальной модели

В примере ОВЖЦ трубопровода использовалась социальная модель для взвешивания данных. Расчет вклада категорий воздействия для конкретной страны проводился группой экспертов. Определялись доли каждой категории воздействия исходя из единицы.

Таблица. Результаты расчета факторов взвешивания

Climate change	Stratospheric ozone depletion	Photo-oxidant formation	Acidification	Eutrophication	Human toxicity	Ecotoxicity
0,278	0,104	0,100	0,148	0,113	0,130	0,130

Дальнейший расчет факторов взвешивания проводился в два этапа.

1. Перерасчет результатов нормализации путем их умножения на соответствующие факторы взвешивания.
2. Суммирование рассчитанных результатов в единый показатель

Результаты расчетов взвешивания данных ОВЖЦ представлены в таблицах.

Таблица. Результаты расчета взвешивания ОВЖЦ для материала А.

OPTIONAL LCIA ELEMENTS								
Impact Category	Substance	Normalization factors kg eq. / yr	Normalization results yr	Group sorting	Group ranking	Weighting factors social set	Converted normalization results yr	Weighting result yr
Climate change	Carbon dioxide	2,27E+11	8,08E-07	global	high	0,278	2,25E-07	4,36E-07
	Bromotrifluoromethane							
Stratospheric ozone depletion	Methane	3,61E+06	5,14E-09	global	medium	0,104	5,35E-10	
	Bromotrifluoromethane							
Photo-oxidant formation	Tetrachloromethane							
	Methane							
	Ethane	6,26E+07	1,11E-06	regional	low	0,1	1,11E-07	
	Propane							
Acidification	Sulfur dioxide	6,41E+08	5,48E-07	regional	medium	0,148	8,11E-08	
	Ammonia							
	Nitrogen dioxide							
	Phosphorus							
Eutrophication	Nitrogen	1,08E+09	1,72E-08	regional	medium	0,113	1,94E-09	
	Ammonia							
Human toxicity	Sulfur dioxide	1,45E+11	1,24E-07	local	medium	0,13	1,62E-08	
	Nitrogen dioxide							
	Arsenic							
	Lead							
	Nickel							
	Vanadium							
Ecotoxicity	Phenol	1,16E+11	1,43E-09	local	medium	0,13	1,86E-10	
	Cadmium							
	Lead							
	Chromium							
	Copper							

Таблица. Результаты расчета взвешивания ОВЖЦ для материала В.

OPTIONAL LCIA ELEMENTS								
Impact category	Substance	Normalisation factors	Normalisation results	Group sorting	Group ranking	Weighting factors results	Converted normalisation results	Weighting result
		kg eq. / yr	yr			Social set	yr	yr
Climate change	Carbon dioxide	2,27E+11	6,45E-07	Global	High	0,278	1,79E-07	2,98E-07
	Bromotrifluoro-methane							
	Methane							
Stratospheric ozone depletion	Bromotrifluoro-methane	3,61E+06	1,59E-09	Global	Medium	0,104	1,66E-10	
	Tetrachloro-methane							
Photo-oxidant formation	Methane	6,26E+07	1,12E-06	Regional	Low	0,1	1,12E-07	
	Ethane							
	Propane							
Acidification	Sulfur dioxide	6,41E+08	3,91E-08	Regional	Medium	0,148	5,78E-09	
	Ammonia							
	Nitrogen dioxide							
Eutrophication	Ammonia	1,08E+09	2,24E-09	Regional	Medium	0,113	2,53E-10	
	Nitrogen dioxide							
	Phosphorus							
	Nitrogen							
Human toxicity	Sulfur dioxide	1,45E+11	3,26E-09	Local	Medium	0,13	4,23E-10	
	Nitrogen dioxide							
	Arsenic							
	Lead							
	Nickel							
	Vanadium							
Ecotoxicity	Phenol	1,16E+11	4,10E-11	Local	Medium	0,13	5,33E-12	
	Cadmium							
	Lead							
	Chromium							
	Copper							
NOTE E plus following number indicates exponent (power of 10).								

По расчетам наибольший вклад оказывает изменение климата, затем фотооксидантный смог и окисление. Наименьший экотоксичность.

5. Оценка качества данных на этапе ОВЖЦ

Дополнительные методы и информация могут понадобиться для лучшего понимания важности, неопределенности и чувствительности результатов ОВЖЦ.

Дополнительные методы дают возможность:

- помочь в определении наличия или отсутствия важных различий;
- восстановить не принимавшиеся в расчет результаты ИАЖЦ;
- дать рекомендации по итерациям процесса ОВЖЦ.

На потребность и выбор метода влияют точность и детальность, необходимые для достижения цели и области исследования ОЖЦ.

К специальным методам относят:

- анализ важности (например, анализ Парето) – статистическая процедура, которая идентифицирует данные, оказывающие наибольшее влияние на значение показателя.

Эти элементы могут быть затем исследованы с повышенным приоритетом, чтобы убедиться, что приняты значимые решения;

– анализ неопределенности по ИСО 14041 описывает статистические вариации наборов данных, чтобы определить их влияние, если значения показателей для одной и той же категории воздействий значительно отличаются друг от друга;

– анализ чувствительности по ИСО 14041 определяет масштабы изменений значений показателей в результате изменений, например, результатов ИАЖЦ, характеристических моделей. Подобным образом могут быть оценены масштабы изменения профиля ОВЖЦ вследствие модификации расчетных процедур.

Анализ чувствительности результатов взвешивания для трубопроводов А и В.

При анализе чувствительности используются альтернативный набор коэффициентов взвешивания, в соответствии с приоритетами экологической политики страны.

При использовании альтернативного набора взвешивающих факторов в целом результаты ОВЖЦ двух материалов и преимущественный порядок их воздействия остаются на прежних местах. Имело место изменение положения некоторых категорий воздействия. Например, фотооксидантные осадки передвинулись на третье место, а окисление на второе.

Суммарные результаты взвешивания для основного варианта.

- для материала А – 4.36 E-07

- для материала В 2.98 E-07

Суммарные результаты взвешивания для альтернативного варианта.

- для материала А – 3.84 E-07

- для материала В 2.26 E-07

Таблица. Альтернативный набор факторов взвешивания.

	Climate change	Stratospheric ozone depletion	Photo-oxidant formation	Acidification	Eutrophication	Human toxicity	Ecotoxicity
First set	0,278	0,104	0,100	0,148	0,113	0,130	0,130
Alternative set	0,250	0,100	0,050	0,200	0,200	0,100	0,100

Метод диаграммы Парето

Диаграммы Парето названы в честь итальянского экономиста Вилфредо Парето, который в конце XIX века, исследуя распределение богатства, пришел к выводу, что большая часть богатства сосредоточена в руках небольшого числа людей. В результате этого анализа появилось правило Парето: 80% проблем возникает из 20% процессов. Правило Парето (иногда называют правилом 80/20) является очень важным. Если 80% проблемных сфер можно определить, которые заключены лишь в 20% от всех процессов, то они должны быть решены в первую очередь в процессе улучшения качества. Диаграммы Парето привлекают внимание к наиболее трудным проблемам исследуемого объекта. Различают два вида диаграмм по результатам деятельности и по причинам. Диаграмма Парето позволяет наглядно выявить немногочисленные существенные факторы, которые влияют на результаты деятельности или причины.

Процедура построения диаграммы Парето:

1. Выбор объекта и его классификация, который предстоит проанализировать.
2. Выбор условной единицы измерения.
3. Определение периода времени, в течение которого будут анализироваться данные.

4. Перечисление объектов слева направо по горизонтальной оси в промежутке уменьшения величины единицы измерения. Категории, включающие наименьшие показатели, могут быть объединены в прочие.
5. Построение двух вертикальных осей - по одной от каждого конца горизонтальной оси. Нанесение на левой оси градуировки, единицы измерения; высота шкалы должна равняться сумме величин всех объектов. Правая шкала должна иметь аналогичную высоту и быть разбита от 0 до 100 %.
6. Построение столбиковой диаграммы (рис. 1).
7. Построение кумулятивной кривой частоты путем суммирования величин каждого объекта слева направо.

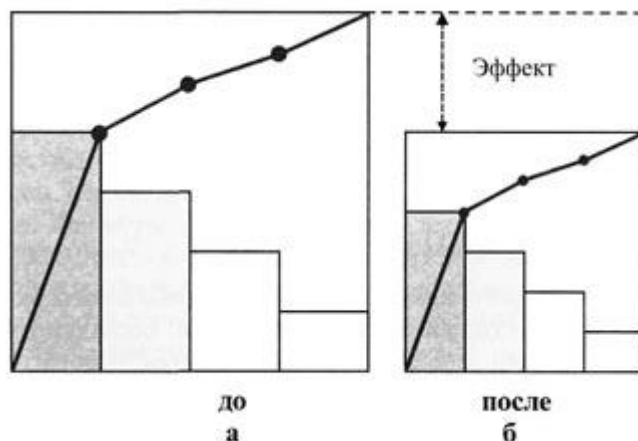


Рис. 1. Диаграмма Парето

На рис. 1 приведен пример диаграммы Парето, которая показывает изменение параметров процесса до и после внесения изменений, в результате анализа диаграммы Парето и решения проблем в улучшении качества был получен эффект, который показан на рис. 1 (б).

На рис. 2 приведен пример диаграммы Парето для образовательного учреждения. Он показывает частоту жалоб студентов на плохую организацию их обслуживания. Увидев, что наибольшее количество жалоб вызвано неудобным расписанием занятий, ректорат может принять решение о необходимости первоочередной ликвидации недостатков в составлении расписания и затем перейти к устранению последующих недостатков.



Рис. 2. Диаграмма Парето для образовательного учреждения

Потом, при проведении корректирующих мероприятий диаграмму Парето можно вновь построить для изменившихся в результате коррекции условий и проверить эффективность проведенных улучшений, как показано на рис. 2.

Диаграмма Парето используется и в противоположном случае, когда положительный опыт подразделения хотят внедрить во всем учреждении. С помощью диаграммы Парето выявляют основные причины успехов и широко пропагандируют эффективные методы работы.

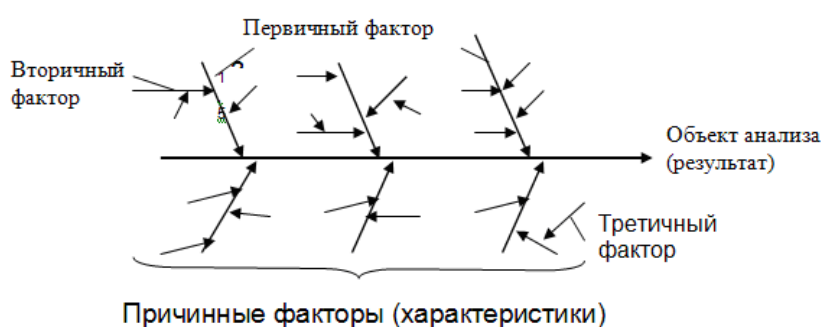
В дополнение диаграммы Парето строится причинно-следственная диаграмма Исигавы (дерево целей, рыба кость).

Основная цель диаграммы – выявить влияние причин на всех уровнях технологического процесса. Главным достоинством ее, является то, что она дает наглядное представление не только о тех факторах, которые влияют на изучаемый объект, но и о причинно-следственных связях этих факторов (что особенно важно).

Эту диаграмму из-за ее формы часто называют «рыбьей костью» или «рыбьим скелетом». Схема представляет собой графическое упорядочение факторов, влияющих на объект анализа.

При вычерчивании схемы Исикавы следует выбрать один показатель качества или одно из следствий, которые необходимо проконтролировать, и поместить его справа в конце горизонтальной линии. Основные группы причин распределяются тогда как рыбий скелет, отдельные причины стрелками указывают на основную причину (подводят большие первичные стрелки, обозначающие главные факторы, влияющие на объект анализа).

Далее к каждой первичной стрелке необходимо подвести стрелки второго порядка, к которым, в свою очередь подводят стрелки третьего порядка и т. д. до тех пор, пока на диаграмму не будут нанесены все стрелки, обозначающие факторы, оказывающие заметное влияние на объект анализа в конкретной ситуации. Каждая из стрелок, нанесенная на схему, должна представлять собой в зависимости от ее положения либо причину, либо следствие: предыдущая стрелка по отношению к последующей всегда выступает как причина, а последующая как следствие. В каждую границу факторов включаются конкретные причины, которые можно проконтролировать и принять мероприятия по их устранению. Принцип построения схемы Исикавы показан на рисунке.



Принцип построения диаграммы Исикавы

Лекция 9. Интерпретация жизненного цикла

1. Основные понятия и цели интерпретации
2. Идентификация проблем
3. Методы оценивания

4. Заключительный отчет. Проведение экспертизы.

1. Основные понятия и цели интерпретации

Интерпретация является заключительной фазой ОЖЦ, на которой увязывают результаты анализа инвентаризационных данных и оценки согласно поставленной цели и области применения

Результаты этой интерпретации должны быть представлены в форме выводов и рекомендаций для лиц, принимающих решения, согласно цели и области применения исследования.

Фаза интерпретации может включить в себя итерационный процесс изучения и пересмотра области применения ОЖЦ, характера и качества данных, собранных согласно поставленной цели.

Результаты фазы интерпретации должны отражать результаты любого проведенного «анализа чувствительности».

Хотя последующие решения и действия могут включать экологические факторы, выявленные в результате интерпретации, они выходят за рамки области применения исследования ОЖЦ, поскольку при этом учитывают и другие факторы, например технические характеристики, экономические и социальные аспекты.

Термины и определения:

Проверка полноты. Процесс верификации достаточности информации, получаемой на предшествующих фазах ОЖЦ и ли ИАЖЦ для формирования заключений в соответствии с определением цели и области исследования

Проверка согласованности. Процесс верификации соответствия допущений, методов и данных, применяемых в исследовании, цели и области исследования.

Оценивание. Второй шаг интерпретации жизненного цикла для установления доверия к результатам исследования ОЖЦ и ИАЖЦ

Проверка чувствительности. Процесс верификации релевантности информации, полученной из анализа чувствительности, для формирования заключения и составления рекомендаций.

Таким образом, целями ИЖЦ являются анализ результативности, достигнутых заключений, объяснение ограничений и подготовка рекомендаций на основе результатов предшествующих фаз исследования ОЖЦ и ИАЖЦ и подготовки отчета по результатам интерпретации.

ИЖЭЦ предполагает полное согласование с предыдущими результатами, целями и направлениями исследования.

ИЖЦ имеет свои **особенности**:

- использование системной процедуры для идентификации, квалификации, проверки, оценки и представления заключения, основанного на результатах предыдущих исследований ОЖЦ

- поддержание связи между ОЖЦ и другими методами управления окружающей средой при подчеркивании преимуществ и ограничений исследования ОЖЦ в отношении определенных целей и направления исследования

Элементы ИЖЦ:

- идентификация проблем, базирующаяся на результатах фаз ИАЖЦ и ОВЖЦ исследования ОЖЦ

- оценивание, включающее проверку полноты, чувствительности и согласованности

- заключение, рекомендации и отчет

2. Идентификация проблем

Целью идентификации проблем является структурирование результатов фаз ИАЖЦ и ОВЖЦ для определения важных проблем в соответствии с определением цели и области исследования во взаимодействии с элементом оценивания.

В зависимости от цели и области исследования могут быть использованы несколько подходов к структурированию.

1. Дифференциация отдельных стадий жизненного цикла, например производство материалов, изготовление исследуемой продукции, использование, рециклинг и переработка отходов и т.д.

Структурирование по данному направлению можно производить по группам единичных процессов в абсолютном выражении.

Структурирование входных и выходных потоков ИАЖЦ на стадиях жизненного цикла. **Производство продукции.**

Вход/выход ИАЖЦ	Производство материалов, кг	Процессы изготовления, кг	Фазы использования, кг	Другие процессы, кг	Всего, кг
Каменный уголь	1200	25	500	-	1725
СО ₂	4500	100	2000	150	6750
Фосфаты	2.5	25	0.5	-	28
Бытовые отходы	15	150	2	5	172
Пустая порода	1500	-	-	250	1750

Таблица 1 позволяет идентифицировать процессы или стадии ЖЦ характеризующиеся наибольшими различиями входных и выходных потоков. На этой основе последующая оценка может обнаружить и зафиксировать значимость тех выводов, которые станут основой заключений и рекомендаций. Оценка может быть качественной или количественной.

Табл. 2 позволяет проанализировать процентный вклад отдельных стадий ЖЦ в общий результат.

Вход/выход ИАЖЦ	Производство материалов, %	Процессы изготовления, %	Фазы использования, %	Другие процессы, %	Всего, %
Каменный уголь	70	2	28		100
СО ₂	67	2	29	2	100
Фосфаты	9	90	1		100
Бытовые отходы	9	87	2	2	100
Пустая порода	86			14	100

Относительные количественные результаты могут быть преобразованы в качественные путем ранжирования и расстановки по приоритетам с помощью специальных дополнительных процедур ранжирования или в соответствии с правилами заданными при постановке цели и области исследования.

Можно использовать следующие критерии ранжирования:

А – чрезвычайно важные (значительное влияние) – доля более 50%

В – весьма важные (определенное влияние) – доля – не более 50%

С – достаточно важные (некоторое влияние) – доля свыше 10%, но не более 25%

D – маловажные (малое влияние) – доля влияния свыше 2%, но не более 10%

E – неважные (пренебрежимо малое влияние) – доля менее 2.5%.

Соответственно таблица примет следующий вид.

Табл. 3. Ранжирование входных и выходных потоков ИАЖЦ на стадиях ЖЦ.

Вход/выход ИАЖЦ	Производство материалов,	Процессы изготовления,	Фазы использования,	Другие процессы,	Всего,
Каменный уголь	A	E	B	-	1725
CO ₂	A	E	B	D	6750
Фосфаты	D	A	E	-	28
Бытовые отходы	D	A	E	D	172
Пустая порода	A	-	-	C	1750

Структурирование по стадиям жизненного цикла возможно на основе результатов ОВЖЦ. Например, значения показателей категории воздействия структурированных по группам единичных процессов. При этом можно использовать перевод показателей в эквивалентные единицы, например, потенциал глобального потепления в эквиваленте CO₂ (табл.4)

Вклад глобального потепления от выбросов	Производство материалов, эквивалент CO ₂	Процессы изготовления, эквивалент CO ₂	Фазы использования, эквивалент CO ₂	Другие процессы, эквивалент CO ₂	Всего, ПГП, эквивалент CO ₂
CO ₂	500	250	1800	200	2750
CO	25	100	150	25	300
CH ₄	750	50	100	150	1050
CF ₄	1900	250	-	-	2150
Другие	200	150	120	80	550
Всего	4875	900	2320	505	8600

Данные результаты можно выразить в относительных показателях.

2. Дифференциация между группами процессов.

Пример, Табл.5

Вход/выход ИАЖЦ	Потребление энергии, кг	Транспортирование, кг	Другие процессы, кг	Всего, кг
Каменный уголь	1500	75	150	1725
CO ₂	5500	1000	250	6750
Фосфаты	5	10	13	28
Бытовые отходы	10	120	42	172
Пустая порода	1000	250	500	1750

При дальнейших анализах можно использовать методы определения относительного вклада и ранжирования по выбранным критериям аналогично, как и для единичных процессов.

3. Дифференциация между процессами по уровню управляющих воздействий, на пример собственные (внутренние) которые могут быть контролируемы и внешние, которые определяются факторами внешней ответственности (национальная политика, поставщики и т.д.)

Табл. 6. Ранжирование по степени влияния входных и выходных потоков ИАЖЦ, отсортированных по группам процессов.

Вход/выход ИАЖЦ	Внешняя энергосистема	Местное энергоснабжение	Транспортирование	Др. процессы	Всего,
Каменный уголь	С	А	В	В	1725
СО ₂	С	А	В	А	6750
Фосфаты	С	В	С	А	28
Бытовые отходы	С	А	С	А	172
Пустая порода	С	С	С	С	1750

4. Анализ аномальности и неожиданности результатов ИАЖЦ, оцененных в отношении аномальности и неожиданности результатов и структурированных по группам единичных процессов при предоставлении групп процессов для различных входных и выходных потоков ИАЖЦ.

0- без комментариев

- аномальность, определенные выбросы (сбросы) там где они не ожидалась

● – неожиданный результат

Табл. 7.

Вход/выход ИАЖЦ	Внешняя энергосистема	Местное энергоснабжение	Транспортирование	Др. процессы	Всего,
Каменный уголь	0	0	●	0	1725
СО ₂	0	0	●	0	6750
Фосфаты	0	0	#	0	28
Бытовые отходы	0	●	0	●	172
Пустая порода	0	0	0	0	1750

Аномалии могут быть связаны с ошибками в расчетах или при передаче данных. Поэтому они должны быть тщательно рассмотрены. Неожиданные результаты должны быть повторно исследованы и перепроверены.

В итоге идентификация помогает реализации структурированного подхода для последующей оценки данных исследования, информации и выводов. Рекомендуемые объекты рассмотрения включают:

- отдельные процессы или группы процессов
- отдельные стадии ЖЦ
- отдельные категории показателей.

3. Методы оценивания

Оценивание проводят с целью повышения доверия и надежности результатов исследования ОЖЦ и ИАЖЦ, включая идентифицированные вопросы. Оценивание выполняется в соответствии с целью и областью исследования, учитывая конечное предполагаемое использование результатов исследования

При оценивании проверяют:

- полноту
- чувствительность

- согласованностью

Цель проверки полноты – убедиться, что вся информация и данные необходимые для интерпретации имеются и являются полными.

В дополнение идентифицируются пробелы в данных и оцениваются данные, которые необходимо получить для завершения интерпретации. Проверка полноты проводится эмпирическим путем, позволяющим удостовериться, что из рассмотрения не упущены какие-либо важные аспекты.

Табл. 9. Результаты проверки полноты.

Единичные процессы	Вариант А	Данных достаточно?	Действие	Вариант В	Данных достаточно?	Действие
Производство материалов	+	Да		+	Да	
Потребление энергии	+	Да		+	Нет	Пересчитать
Транспортировка	+	?	Проверка инвентаризации	+	Да	
Обработка	+	Нет	Проверка инвентаризации	+	Да	
Упаковка	+	Да		-	Нет	Сравнить с А
Использование	+	?	Сравнить с В	+	Да	
Утилизация	+	?	Сравнить с В	+	?	Сравнить с А

Базой для такого анализа служит использование контрольного листка, который содержит требуемые параметры инвентаризации (выбросы, сбросы, отходы и т.д., категории воздействия)

Анализ **чувствительности** выполняется для определения влияния на результаты отклонений в допущениях, методах и данных.

При проверке чувствительности рассматривают:

- вопросы predetermined целью и областью исследования
- результаты других фаз исследования
- экспертные уточнения и предыдущий опыт

По результатам определяют необходимость проведения более обширного или более точного анализа чувствительности, так же как их очевидное влияние на результат исследования.

Процедура анализа чувствительности заключается в сравнении результатов, полученных с использованием сделанных упущений, методов или данных с результатами полученными при измененных допущениях, методах или данных.

Обычно проверяют влияние на результаты отклонений в некотором диапазоне, например, $\pm 25\%$. Чувствительность может быть выражена изменением в процентах или абсолютных отклонениях результатов.

Пример. Табл. 10. Проверка чувствительности на неопределенность данных.

Потребность в каменном угле	Производство материалов	Процесс изготовления	Фазы использования	Всего
Базовый вариант, Мдж	200	250	350	800
Сделанное допущение, Мдж	200	150	350	700

Отклонение, Мдж	0	-100	0	-100
Отклонение%	0	-40	0	12.5
Чувствительность%	0	40	0	12.5

Из таблицы следует. Что на отдельных стадиях происходят значительные изменения и отклонения влияющие на результат. Необходимо уточнить собранные данные.

Проверку согласованности проводят с целью определения согласованности сделанных допущений, использованных методов и данных между собой на протяжении жизненного цикла продукции или для различных оцениваемых вариантов. Примеры несогласованности:

- различия источников данных
- различия точности данных
- различия в реализуемых технологиях
- различия рассматриваемых периодов времени
- различия в степени новизны данных

Табл. 11. Результаты проверки согласованности.

Проверка	Вариант А		Вариант В		Сравнение А и В	Действие
Источники данных	Литература	Удовл .	Первичные	Удовл.	Согласованы	нет
Точность данных	хорошая	Удовл .	низкая	Нет Соответствия цели и области	Не согласованы	Пересмотреть В
Степень новизны	2 года	Удовл .	3 года	удовл	согласованы	Нет
Используемая технология	современная	удовл	опытная	удовл	Не согласованы	Иссл-ть проблему
период	текущий	удовл	фактически	удовл	совместимы	Нет
Географическая зона	Европа	удовл	США	удовл	совместимы	нет

Заключения по результатам исследования готовят в следующей последовательности.

- идентифицируют важные экологические вопросы
- оценивают методологию и результаты оценивания полноты, чувствительности и согласованности
- готовят предварительные заключения, что бы убедиться. что они соответствуют требованиям цели и области исследования, включая требования к качеству данных, предварительно определенным допущениям и их значимости к применению результатов исследований
- если заключения согласованы, их помещают в отчет в полном объеме. Если нет, возвращаются соответственно к перечислениям, а, б, в и т.д.

При подтверждении соответствия цели и области даются определенные рекомендации для лиц принимающих решения основанные на окончательных заключениях исследования.

В отчете должна быть строго определена фаза интерпретации, обеспечена прозрачность сделанных предпочтений и уточнений.

4. Заключительный отчет. Проведение экспертизы.

Результаты ОЖЦ должны быть беспристрастно, полностью и точно сообщены потребителю. Вид и форма отчета должны быть определены при формулировании области применения исследования.

Результаты, данные, методы, допущения и ограничения должны быть прозрачными и представленными достаточно подробно, чтобы читатель понял сложности и компромиссы, заложенные в исследовании ОЖЦ. Отчет должен также позволить использовать результаты и интерпретацию таким образом, который согласуется с целями исследования.

Если результаты ОЖЦ должны быть сообщены третьей (заинтересованной) стороне, не являющейся уполномоченным лицом или исполнителем, принимающим участие в исследовании, независимо от формы коммуникаций, должен быть подготовлен отчет для третьей стороны. Этот отчет как документ справочного характера должен быть доступен третьей стороне, с которой существуют коммуникации.

Отчет для третьей стороны должен охватывать :

а) общие аспекты:

- 1) уполномоченное лицо по ОЖЦ, исполнитель ОЖЦ (внутренний или внешний);
- 2) дату подготовки отчета;
- 3) заявление о том, что исследование было проведено в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

б) определение цели и области применения;

в) инвентаризационный анализ жизненного цикла: процедуры сбора и расчета данных;

г) оценку воздействий на протяжении жизненного цикла(методологию и результаты проведенной оценки воздействия):

д) интерпретацию жизненного цикла:

- 1) результаты;
- 2) допущения и ограничения, связанные с интерпретацией результатов, и относящиеся к ним методология и данные;
- 3) оценку качества данных.

е) критический обзор:

- 1) имя и статус лиц, выполняющих обзор;
- 2) отчеты о критическом обзоре;
- 3) ответы на рекомендации.

Для сравнительного заключения в отчете должны быть рассмотрены следующие вопросы:.

- анализ потоков материалов и энергии с обоснованием для их включения или исключения (из анализа);
- оценка правильности, полноты и репрезентативности использованных данных;
- описание эквивалентности сравниваемых систем согласно 5.1.2.4;
- описание процесса критического обзора.

Критический обзор (экспертиза)

Процесс критического обзора должен гарантировать, что:

- методы, использованные для проведения ОЖЦ, согласуются с настоящим стандартом;
- методы, использованные для проведения ОЖЦ, научно и технически обоснованы;
- использованные данные адекватно соответствуют цели исследования;
- интерпретации отражают выявленные ограничения и цель исследования;
- отчет об исследовании прозрачен и отвечает своему назначению.

Область применения и вид требуемого критического обзора должны быть определены при формулировке области применения исследования ОЖЦ.

Критический обзор должен способствовать пониманию и усилению доверия к исследованиям ОЖЦ, например при вовлечении заинтересованных сторон.

Использование результатов ОЖЦ для сравнительных заключений вызывает некоторые вопросы и требует критического обзора (экспертизы), поскольку это применение по всей вероятности затронет заинтересованные стороны, являющиеся внешними по отношению к исследованию ОЖЦ. Однако сам факт проведения критического обзора никоим образом не должен трактоваться как поддержка того или иного сравнительного заключения, основанного на исследовании ОЖЦ.

Если исследование ОЖЦ подвергается критическому обзору (экспертизе), следует определить область применения такого обзора. В области применения обзора следует указать, почему предпринимается обзор, какой уровень детализации он будет охватывать и кто должен принять участие в процессе критического обзора.

При необходимости следует указать на договоренности о сохранении конфиденциальности содержания ОЖЦ.

Критический обзор может быть выполнен внутри организации. В этом случае его выполняет внутренний эксперт, не зависимый от исследования ОЖЦ.

Критический обзор (экспертиза) может быть выполнен вне организации. В этом случае его выполняет внешний эксперт, не зависимый от исследования ОЖЦ.

Этот эксперт должен быть знаком с требованиями настоящего стандарта и обладать научным и техническим опытом.

Заключение обзора готовит лицо, проводящее исследование ОЖЦ, и затем внешний независимый эксперт проводит его экспертизу. Заключение обзора может также подготовить внешний независимый эксперт.

Заключение обзора, замечания исполнителя и любой ответ на рекомендации, сделанные лицом, проводящим обзор (экспертизу), должен быть включены в отчет об исследовании ОЖЦ.

Обзор со стороны заинтересованных сторон

Уполномоченное лицо по исследованию выбирает внешнего независимого эксперта в качестве председателя комиссии по обзору. На основе целей, области применения и финансовых ресурсов, выделенных на проведение обзора, руководитель выбирает других независимых квалифицированных специалистов для участия в обзоре.

В состав комиссии могут войти другие заинтересованные стороны, на которых оказывают влияние выводы исследования ОЖЦ, например, правительственные органы, негосударственные группы или конкуренты.

Заключение обзора и отчет комиссии вместе с замечаниями эксперта и любыми ответами на рекомендации лиц, проводящих обзор, или членов комиссии, должны быть включены в отчет об исследовании ОЖЦ.