

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Старостина В.Ю

2017

Лекция № 1

*Введение в оценку жизненного цикла – основы
методы и принципы*

1. Оценка жизненного цикла – основы, принципы и методы

Одним из самых перспективных направлений науки и техники является *оценка продукции с точки зрения ее экологической опасности.*

Эта оценка может быть использована для изучения экологического воздействия либо *при производстве продукции,* либо воздействия продукции *при ее использовании и последующей утилизации.*

«ОТ КОЛЫБЕЛИ ДО МОГИЛЫ» (from cradle to grave)



1. Оценка жизненного цикла – основы, принципы и методы

Чтобы такая оценка "от колыбели до могилы" стала возможной, был разработан научный и объективный метод, известный под названием "*экобаланс*" или "*оценка жизненного цикла*" – *Life Cycle Assessment (LCA)*.

Ключевыми элементами оценки жизненного цикла (ОЖЦ) являются:

- 1.Выявление и измерение экологической нагрузки, т.е., потребление энергии и сырья, выбросы, сбросы и создаваемые отходы;
- 2.Оценка потенциальных экологических воздействий этих нагрузок;
- 3.Оценка имеющихся вариантов для уменьшения этих экологических воздействий.

1.1 История развития и гармонизации методологии ОЖЦ

- 1880 г. Патрик Геддес (*Patrick Geddes*)
- 1969 г. Исследования компании Кока-кола
- 1974 г. Агентство по Охране Окружающей Среды, США.
- 1972 г В. Обербахер (*V. Oberbacher*), институт «*Battelle-Institut*» во Франкфурте на Майне.
- 1978 г. проф. Мюллер-Венк (*Müller-Wenk, Universität St.-Gallen, Institut für Ökonomie und Ökologie*).
- 1984 г. Швейцарская Федеральная Лаборатория по Тестированию Материалов, (*EMPA*) и Швейцарское федеральное агентство по охране окружающей среде (*BUS*) по вопросам, экологических параметров упаковки «*Ecological report of packaging material*».

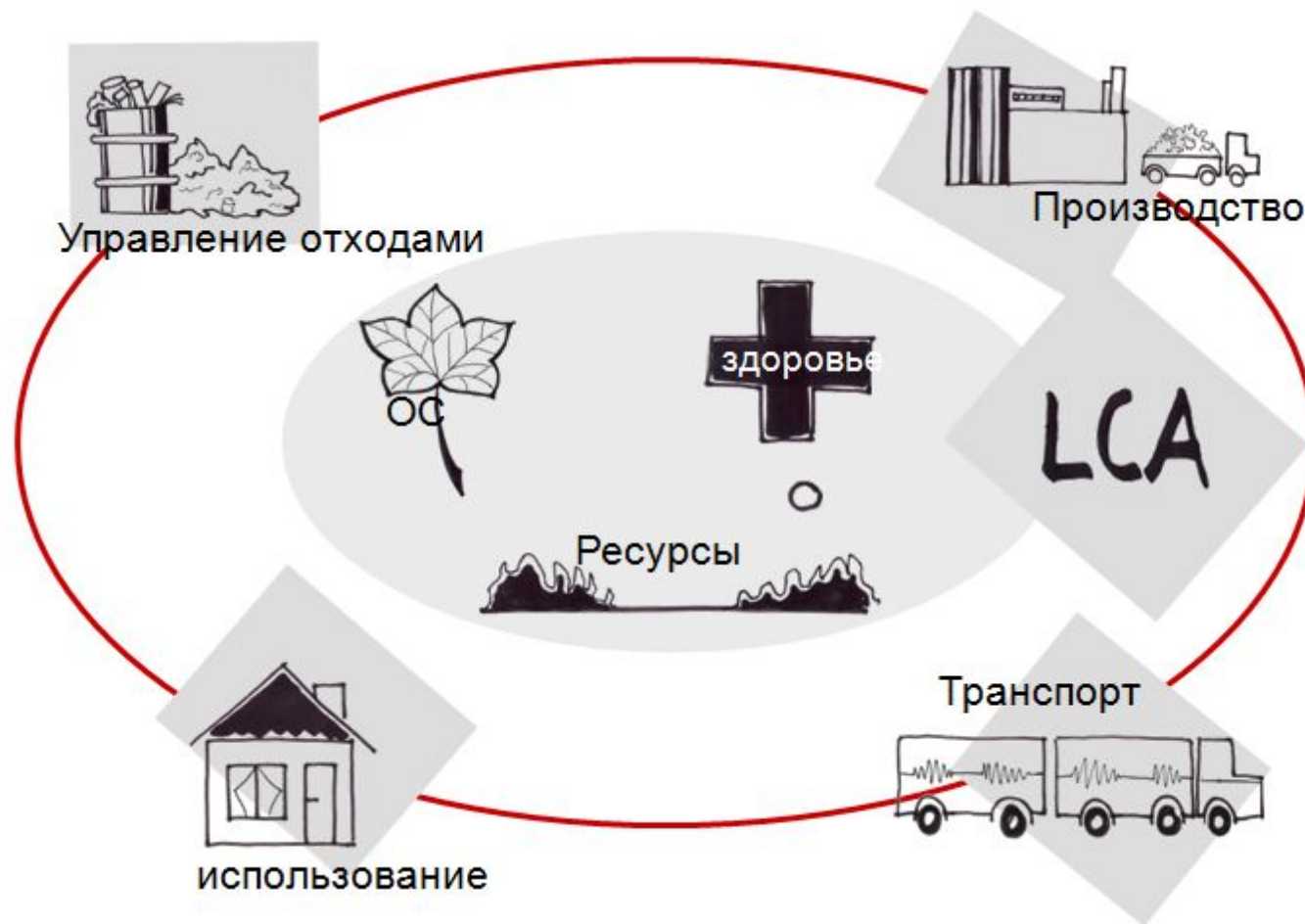
1.1 История развития и гармонизации методологии ОЖЦ

Международная организация по стандартизации (ISO) разработала стандарты для оценки жизненного цикла и ее основных элементов (*ISO 14040* и *14043* как элементов серии стандартов для экологического менеджмента). В 2006г. эти стандарты были заменены *на ISO 14041-42* и *ISO 14044*. Эти стандарты предусматривали минимальные требования при выполнении ОЖЦ.

1.1 История развития и гармонизации методологии ОЖЦ

В России данная методика приобрела известность только с принятием в период с 1999 по 2002 гг. *ГОСТ Р ИСО 14040 - ГОСТ Р ИСО 14043* на ОЖЦ.

1.2 Концепция ОЖЦ (*LCA – Life Cycle Assessment*)



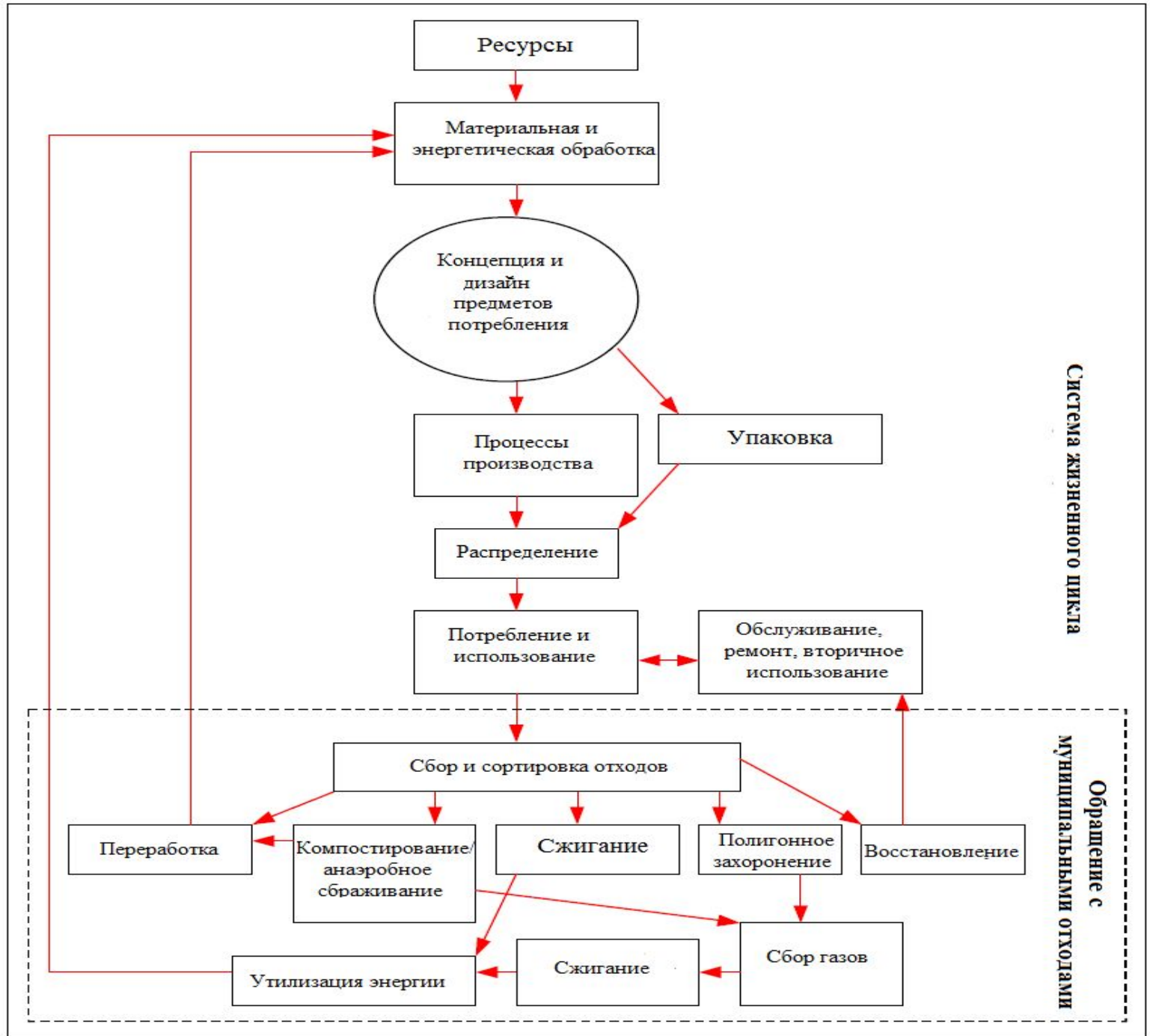
Принцип оценки жизненного цикла



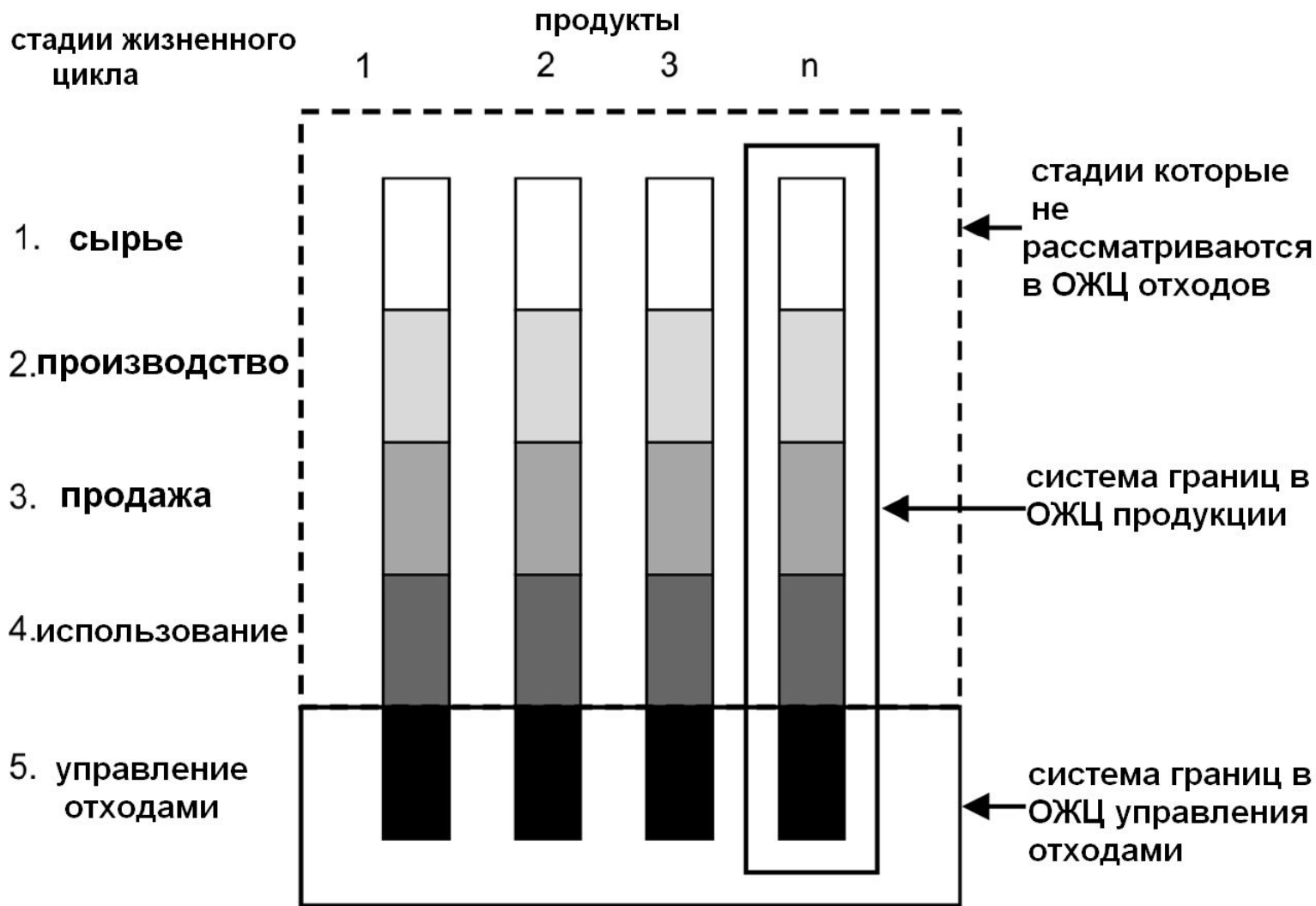
Оценка Жизненного Цикла

Оценка жизненного цикла - это процесс оценки экологических воздействий, связанных с продуктом, процессом или другим действием путем определения и количественного вычисления:

- ✓ объемов потребленной энергии, материальных ресурсов и выбросов в окружающую среду,
- ✓ количественной и качественной оценки их воздействия на окружающую среду,
- ✓ определения и оценки возможностей для улучшения экологического состояния системы.



Границы ОЖЦ продукта (вертикальный анализ) по сравнению с ОЖЦ твердых бытовых отходов (горизонтальный анализ)



Сравнение применения ОЖЦ для продукции и для системы управления отходами

ПРОДУКЦИЯ	ОТХОДЫ
ОЖЦ может быть использована для оптимизации жизненного цикла конкретного продукта, обычно в рамках инфраструктуры системы (система производства энергии, транспортная система, система управления твердыми отходами).	Цель ОЖЦ твердых отходов – оптимизация инфраструктуры систем для управления количеством и составом отходов.
ОЖЦ была применена сначала для продукции.	ОЖЦ стала применяться после.
Функциональная единица определяется с точки зрения обеспечения предназначения продукта. Например, стирка одежды или доставка определенного веса или объема продукта потребителю.	Обычно функциональная единица имеет отношение к количеству образовавшихся отходов, как правило 1 тонна на 1 жителя.
Границы системы включают сырье, его добычу, производство продукта, продажу, использование и управление отходами.	Границы системы начинаются с того момента, как материалы становятся отходами проходя все стадии обработки. До тех пор пока материалы перестают быть в составе отхода за счет выбросов в атмосферу или сбросов в воду, превращения в инертные материалы на полигонах или становятся полезным продуктом.
ОЖЦ применяется теми, кто может управлять разработкой продукта, его производством и рынком сбыта.	ОЖЦ применяется теми, кто планирует систему управления твердыми отходами.

Определения

- *Жизненный цикл* - последовательные и взаимосвязанные стадии жизненной системы продукта или процесса, начиная с добычи природных ресурсов и заканчивая утилизацией отходов
- *Оценка жизненного цикла* – это систематизированный набор процедур по сбору и анализу всех материальных и энергетических потоков системы, включая воздействие на окружающую среду во время всего жизненного цикла продукта и/или процесса.
- *Экобаланс* является одним из методов оценки затрат, связанных с производством продукции, учитывающий экологические аспекты и потенциал их воздействия на окружающую среду ... В исследованиях экобалансов рассматриваются экологические аспекты и возможные воздействия на окружающую среду в течение жизненного цикла продукта (например, от колыбели до могилы) от добычи сырья, через его производство, применение и до утилизации”.

ВАЖНО!!!!!!

ОЖЦ представляет собой аналитический инструмент, направленный на поддержку принятия решений, а не инструмент принятия решений.

Области практического применения ОЖЦ

- Желание организации собрать информацию об экологических воздействиях продукта или услуги с целью выявления возможностей для уменьшения этого воздействия на окружающую среду.
- Чтобы оказать давление на поставщиков компании и обязать поставлять их более экологически чистое сырье.
- Чтобы успешно конкурировать на рынке с другими компаниями производящими аналогичную продукцию.
- Для разъяснения потребителям наилучших способов использования и конечной утилизации продукции.
- Сбор информации для поддержки и обеспечения эко-сертификатов (например, для получения знака эко-маркировки). Результаты могут быть использованы для изменения параметров самого продукта или процесса его производства.

Выводы

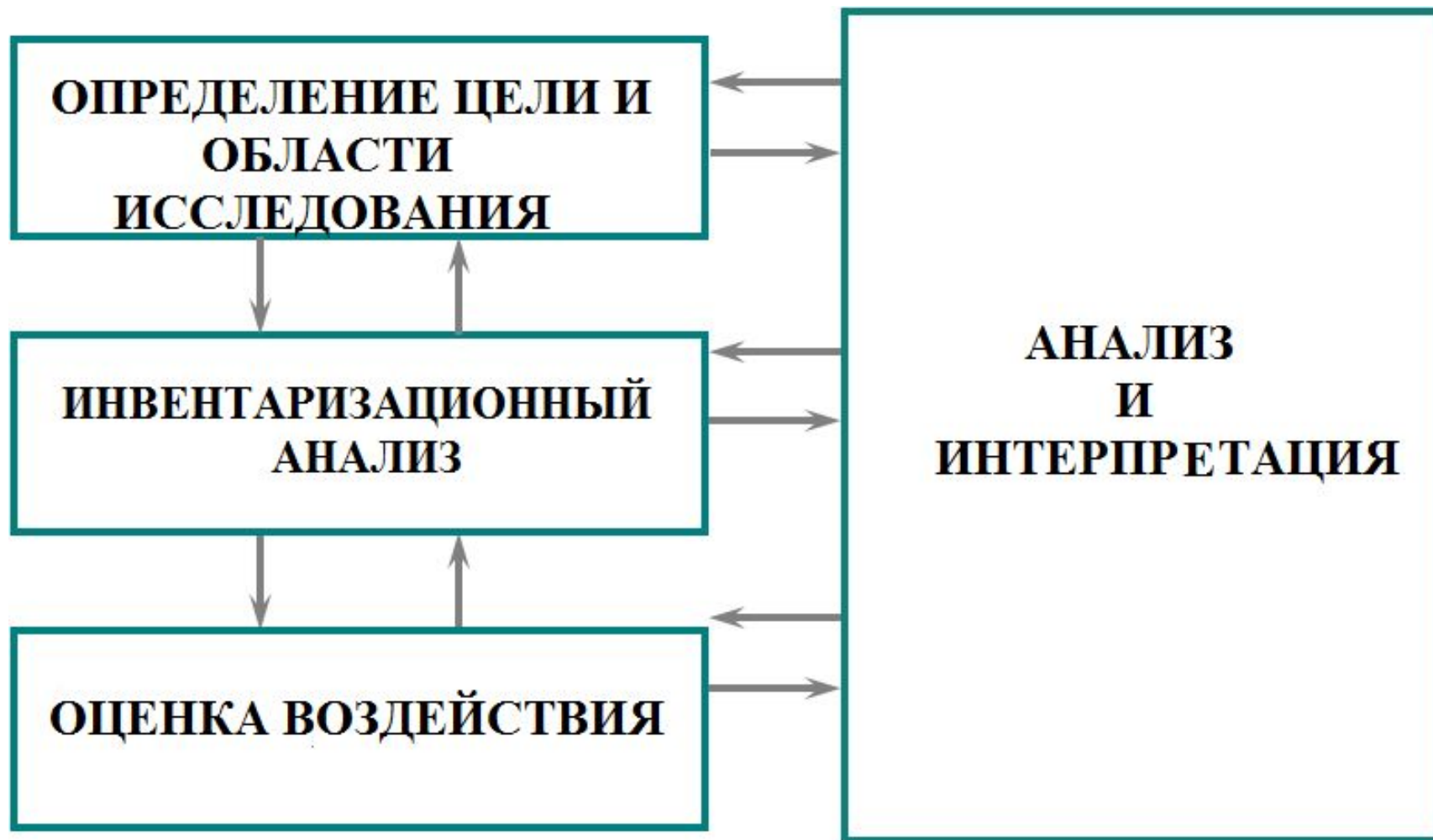
ОЖЦ - это исследование воздействия, оказываемого продуктом на окружающую среду, на всех стадиях жизненного цикла. Оценка проводится с целью получения исчерпывающей оценки экологического воздействия, которая дает более надежную информацию для принятия экономических, технических и социальных решений.

2. Структура ОЖЦ

Согласно ISO 14040 оценка жизненного цикла состоит из четырех этапов:

1. *Определение цели и области применения (ISO 14041)
Definition of the goal and scope*
2. *Инвентаризационный анализ жизненного цикла (ISO 14041)
Inventory analysis*
3. *Оценка воздействия на протяжении жизненного цикла (ISO 14042)
Impact assessment*
4. *Интерпретация жизненного цикла (ISO 14043)
Interpretation*

Этапы оценки жизненного цикла



3. Два подхода к моделированию

ТИПЫ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Прямое моделирование

ОЦЕНОЧНАЯ ОЖЦ
Attributional LCA

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ
ОЖЦ
Retrospective LCA

КАЛЬКУЛЯЦИОННАЯ
ОЖЦ
Accounting LCA

Косвенное моделирование

РЕЗУЛЬТАТИВНАЯ
ОЖЦ
Consequential LCA

ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ
ОЖЦ
Prospective LCA

ОРИЕНТИРОВАННАЯ
НА ИЗМЕНЕНИЕ ОЖЦ
Change-oriented
LCA

Лекция №2

Методика проведения оценки жизненного цикла

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

(Definition of the goal and scope)
(ISO 14041, 2006a)

Цель (Goal)

Состоит в формулировании задач намечаемого исследования, причин его проведения, возможностей применения полученных результатов.

Область исследования (Scope)

При определении области применения исследования следует установить:

- ✓ Объект исследования (функциональная единица)
- ✓ Границы системы и обмен информацией через границы
- ✓ Критерии применяемой оценки (используемые методологии оценки воздействия)
- ✓ Охватываемый период времени (временные рамки исследования)
- ✓ Технологии, представляющие различные процессы
- ✓ Выделение процессов с более чем одним входом или выходом (многофункциональных процессов).

1. Функция и функциональная единица (The function – The functional unit)

Функция - для чего нужна эта продукция или услуга (сравниваться могут только системы с одинаковой функцией).

Функциональная единица – единица измерения функции (для ее определения необходимо установить количество продукции, необходимое для выполнения функции).

Пример 1

Функция – упаковка 1000 л молока

Функциональная единица –

1000шт на 1л

40шт на 1л

(24 использования)

Пример 2

Сравнение двух красок (функция?)



Пример 2

Сравнение двух красок (функция?)

- Окрашивание полов



Пример 2

Сравнение двух красок (функция?)

- Окрашивание полов

Функциональная единица (?)



Пример 2

Сравнение двух красок (функция?)

- Окрашивание полов
- -100 кв.м – на 20 лет

Функциональная единица (?)



Пример 2



Сравнение двух красок (функция?)

- Окрашивание полов

Функциональная единица (?)

-100 кв.м – на 20 лет

Краски А и В по 10 литров в банке

А = 10 кв.м/л – срок окрашивания 4 года

В = 12,5 кв.м/л – срок окрашивания 5 лет

Пример 2



Сравнение двух красок (функция?)

- Окрашивание полов

Функциональная единица (?)

-100 кв.м – на 20 лет

Краски А и В по 10 литров в банке

А = 10 кв.м/л – срок окрашивания 4 года

В = 12,5 кв.м/л – срок окрашивания 5 лет

Краска А = 50 банок (каждые 4 года 10 банок)

Краска В = 32 банки (каждые 5 лет 8 банок)

Для этого количества и сравниваем все входные и выходные потоки

Пример 3

Бумажные полотенца и электрические сушилки для рук.

Что будет функцией ?



Пример 3

Функция – сушка рук!!!!



А что будет функциональной единицей?

Пример 3

Функция – сушка рук!!!!



А что будет функциональной единицей?

Количество пар рук, осушенные обеими системами

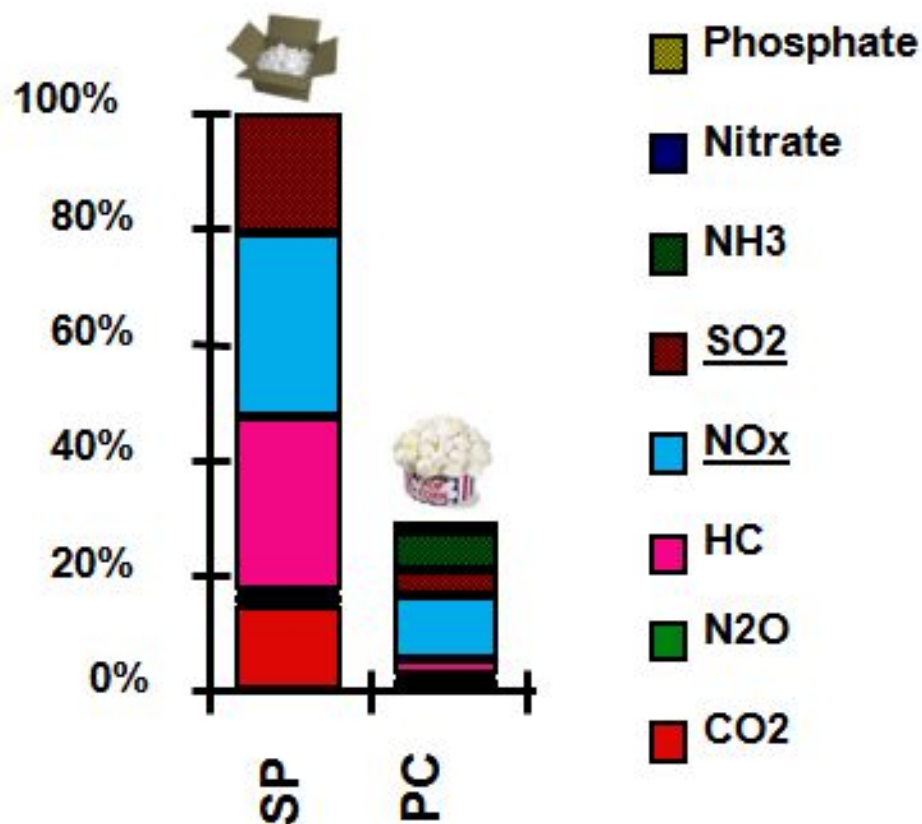
Пример 3

Для каждой системы можно определить базовый поток, например среднюю массу бумаги или средний объем горячего воздуха для однократной сушки рук.

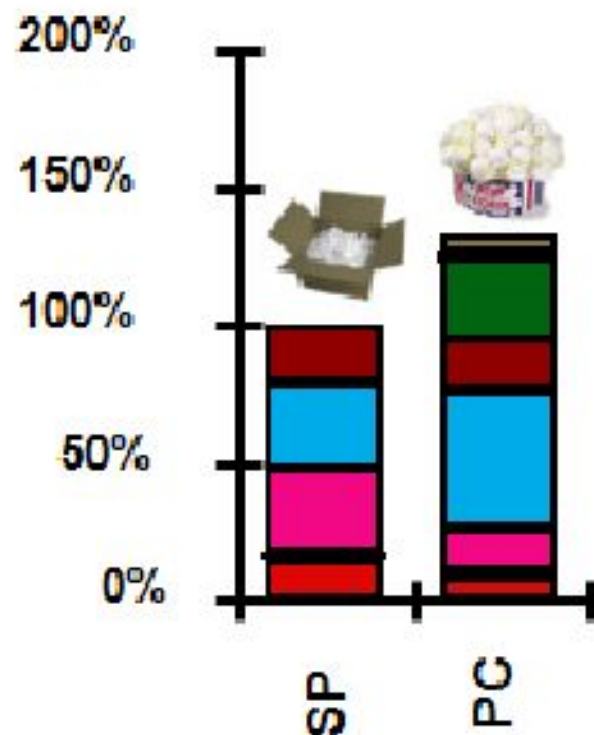
Во входных потоках будет?

Результат ОЖЦ напрямую зависит от выбора функциональной единицы

воздействие на ОС
1 кг наполнителя



воздействие на ОС
1 м3 наполнителя



ОЖЦ системы управления отходами

Для ОЖЦ системы управления отходами функциональная единица исследования может включать информацию о (Hauschild and Barlaz, 2011):

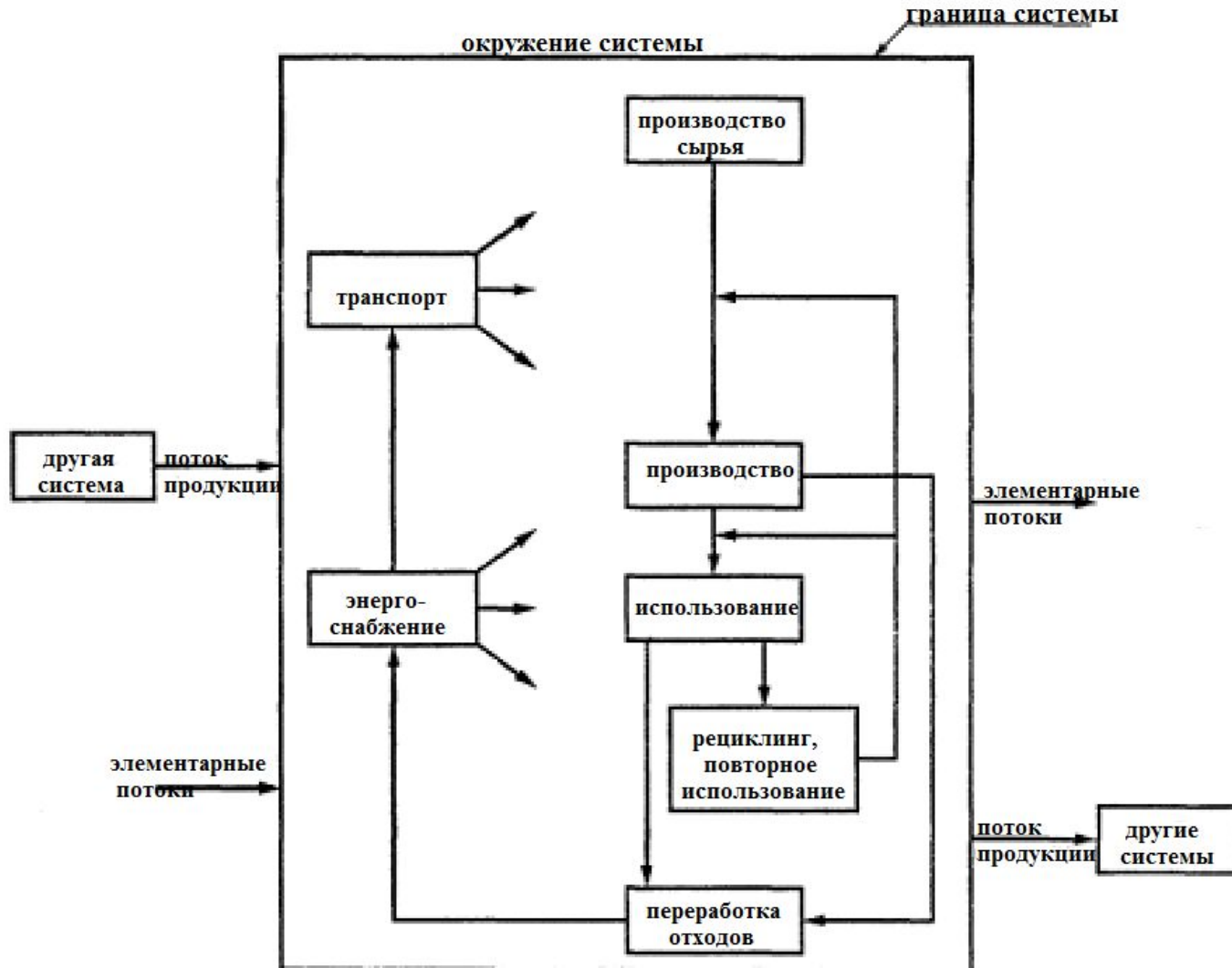
- ✓ Количество мусора, подлежащего управлению.
- ✓ Состав мусора.
- ✓ Время, затрачиваемое на обращение с отходами.
- ✓ Качество управление отходами (нормы выбросов, требования к остаточным продуктам).

2. Определение границы системы (system boundaries)

Производственная система: совокупность единичных процессов (подсистем), связанных между собой потоками полуфабрикатов, выполняющих одну или более заданных функций.

- 1) Операции по производству, использованию, транспортировке и утилизации продукта.
- 2) Операции по производству сопутствующих материалов, например упаковки.
- 3) Операции по производству энергии, необходимой для работы данной системы.

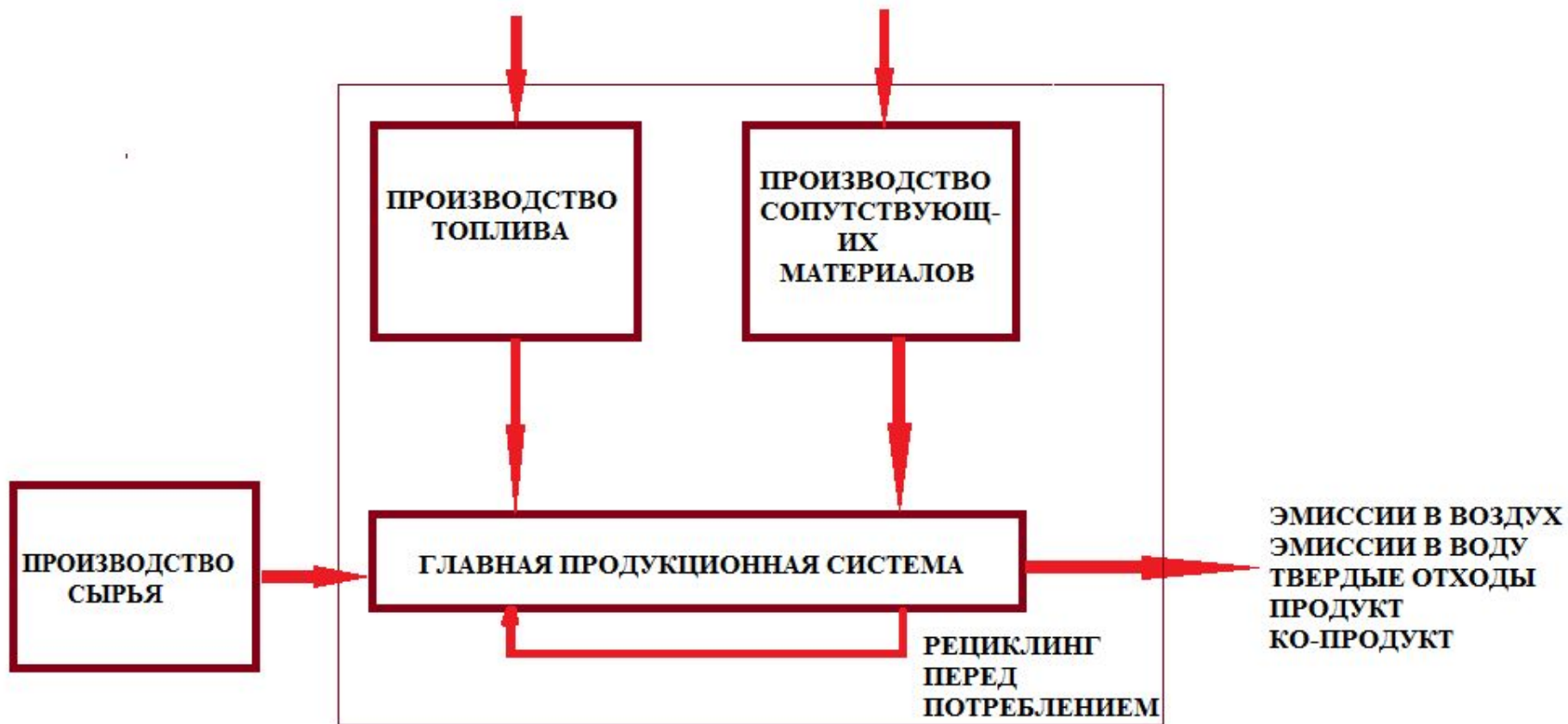
Пример производственной системы



Подсистема «Производство сырья»



Подсистема «Производство»



Подсистема «Транспорт»



Подсистема «Использование/Переработка ОТХОДОВ»

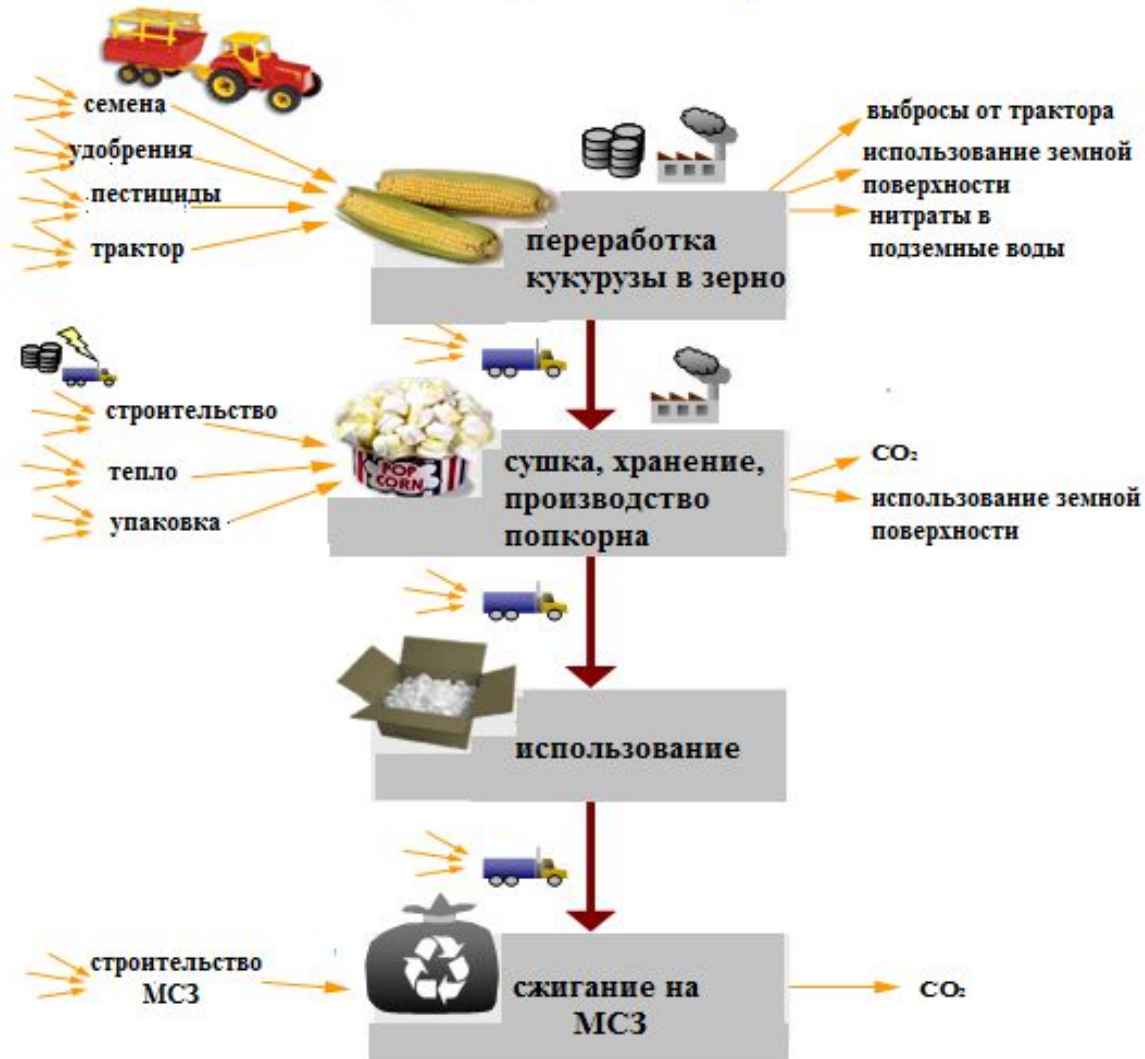


На основании каких критериев можно выделить единичные процессы, которые обязательно должны включаться в ОЖЦ?

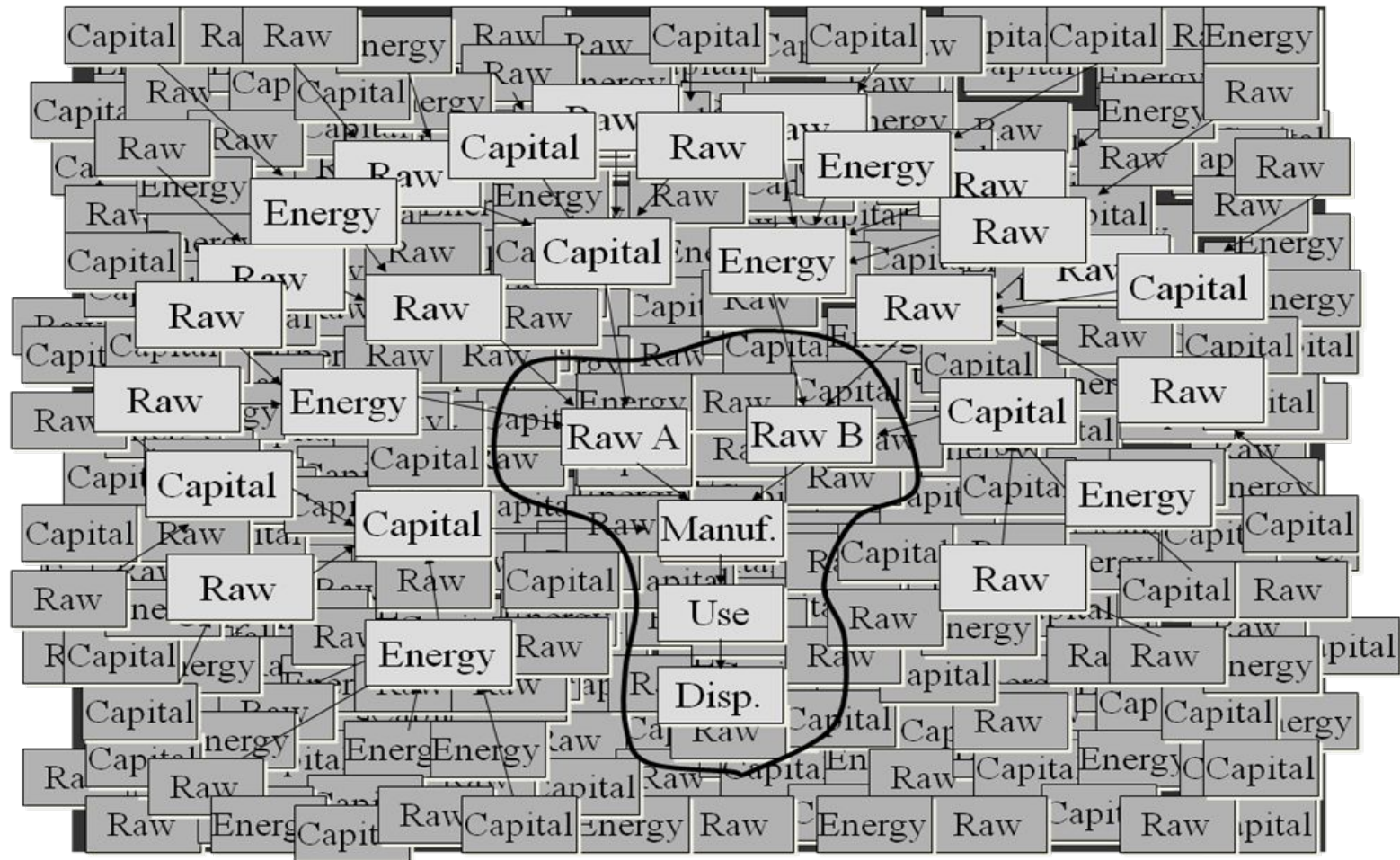
- ✓ Во-первых, необходимо отобразить все стадии жизненного цикла.
- ✓ Во-вторых, наряду с основной изготавливаемой продукцией, важно учесть такие компоненты производственной системы, как вспомогательные и эксплуатационные материалы, средства производства, транспортирование, генерирование энергии.
- ✓ В-третьих, входные и выходные потоки на границе производственной системы в идеале должны быть элементарными, т.е. непосредственно поступающие из окружающей среды или выбрасываемые в нее.

Продукционная система производства попкорна

производство попкорна



Проблема – безграничности производственной системы



**Главное правило при определении границ системы – включать
ТОЛЬКО ВАЖНЫЕ ВЕЩИ.**

3. Охватываемый период времени (Time scale)

Пределы исследований должны выражаться не только в пространственном, но и во временном масштабе - необходимо уточнить в течение, какого времени наши выводы на основе проведенной ОЖЦ будут достоверны.

Результаты должны быть действительны минимум 10 лет, в зависимости от типа включенных в систему технологий.

2. Инвентаризационный анализ жизненного цикла

***(Life cycle inventory analysis) (ISO
14041, 2006a)***

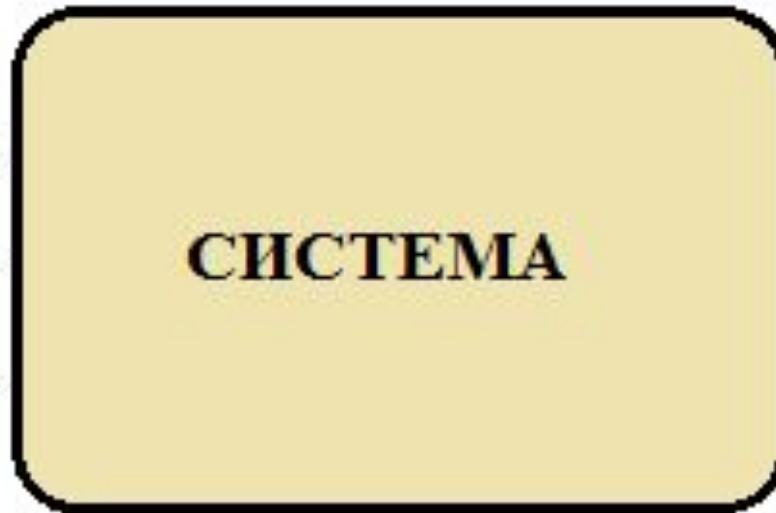
Схема инвентаризационного анализа жизненного цикла

входящие потоки

ресурсы

энергия

вода



исходящие потоки

выбросы

сбросы

твердые отходы

продукт

другое

2.1 Сбор данных

Проблемы:

- выбор источника данных;
- издержки на получение данных;
- качество данных.

Способов получения данных несколько:

- данные производителя;
- публичные базы данных по эмиссиям (TRI);
- базы данных, включенные в программное обеспечение ОЖЦ;
- данные других ОЖЦ.

Качество данных

Наилучшие данные - это те данные, которые были рассчитаны при помощи массового баланса для определенного процесса, выполненного на имеющемся оборудовании для исследуемого процесса.

Использование баз данных

Программные средства:

Simapro (www.pre.nl), GaBi
(www.gabi-software.de), LCAiT (www.lcait.com),
Umberto(www.umberto.de) and TEAM
(www.ecobilan.com/uk_team.php).

Программы для моделирования и
оптимизации ОЖЦ управления отходами:
EASEWASTE (www.easewaste.dk), EPIC/CSR
(iwm-model.uwaterloo.ca), WRATE
(www.environment-agency.gov.uk).

2.1 Методы распределения (allocation) и расширения системы (system expansion)

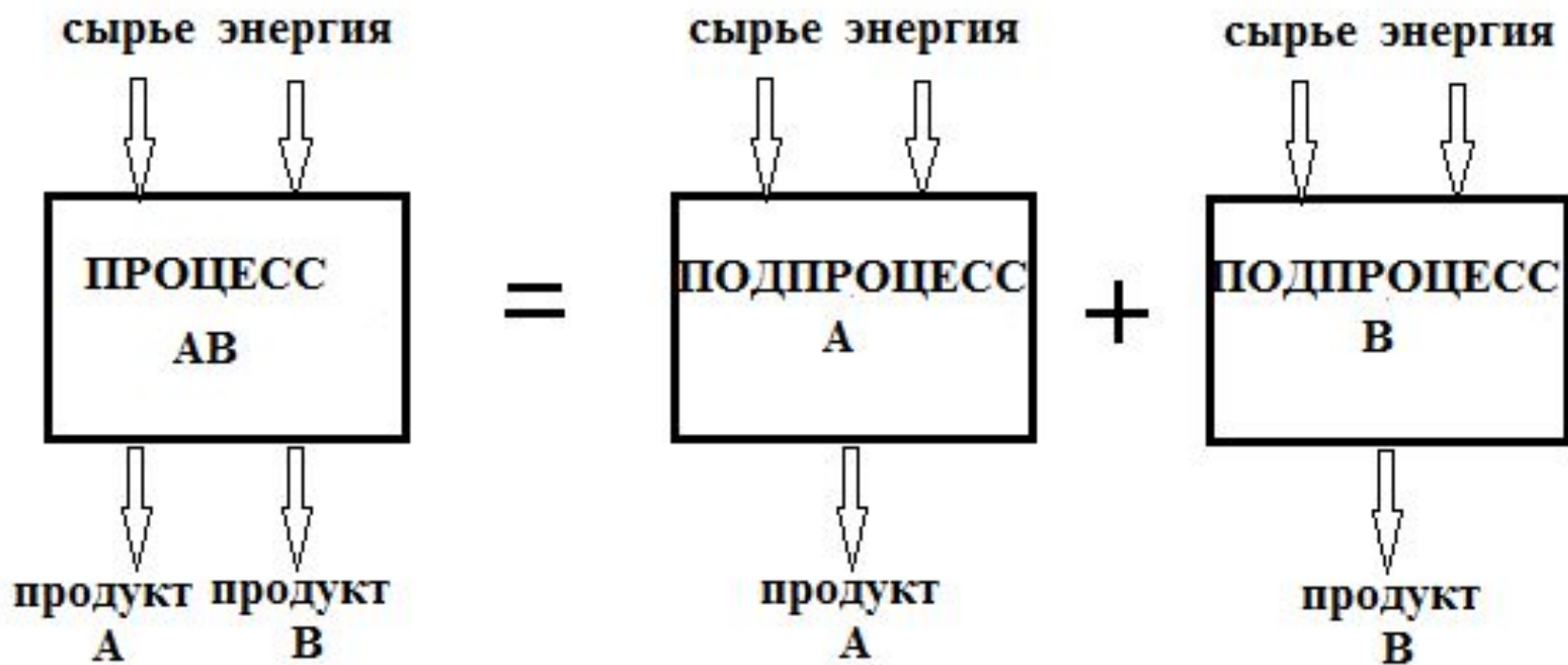
Материальные и энергетические потоки, и связанные с ними эмиссии в окружающую среду, должны быть распределены между различными продуктами на основе четко определенных процедур.

Принципы распределения ISO 14041, 2006 b

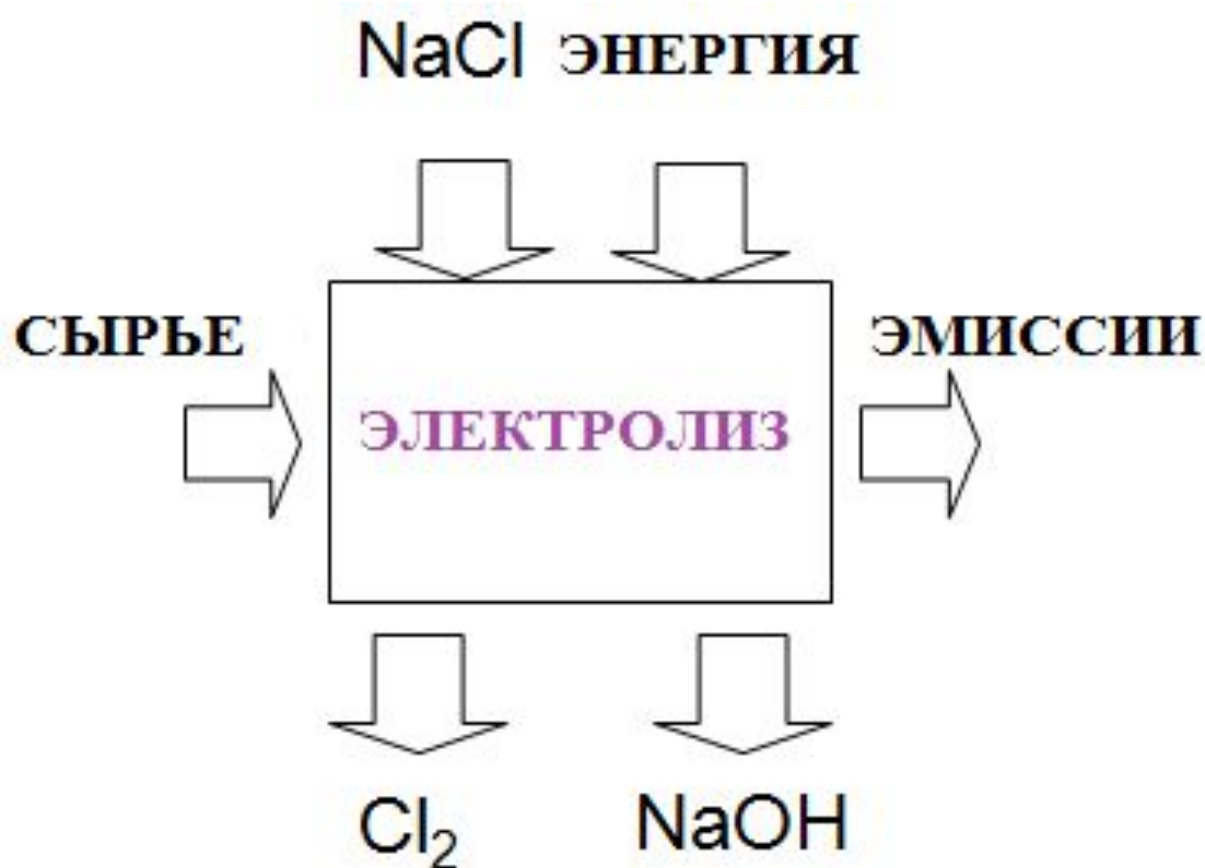
- исследование должно установить процессы, связанные с другими производственными системами и учитывать их взаимодействие;
- сумма распределенных входных и выходных потоков единичного процесса должна быть равна сумме нераспределенных;
- при использовании нескольких вариантов процедур распределения при помощи анализа чувствительности (системная процедура оценки влияния на результаты исследования выбранных методов и данных) можно проиллюстрировать последствия отклонений от выбранного подхода.

Шаг первый

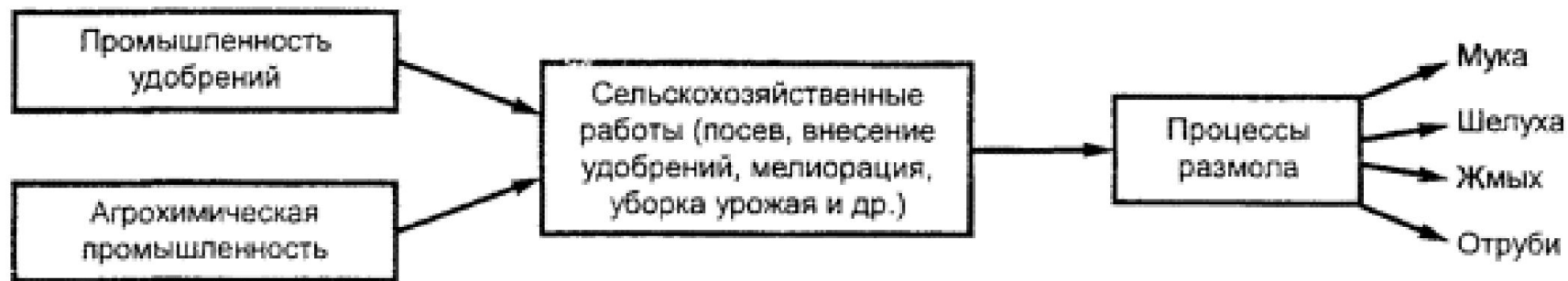
1. Избежание распределения.



Процесс производства гидроксида натрия



Производство муки, шелухи, зародышей и отрубей

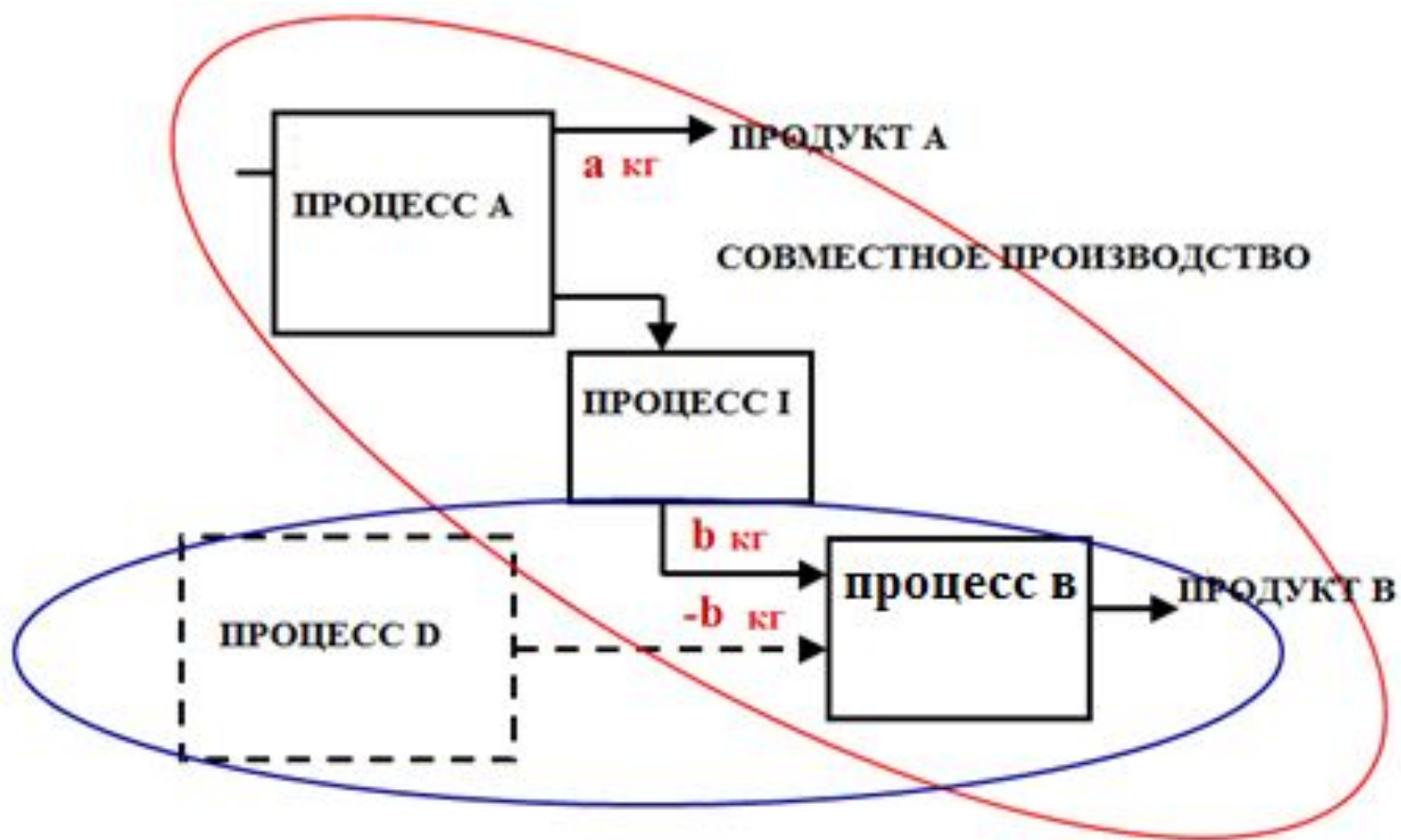


Шаг первый (минимизация) .

2. Расширение границы системы

- объектом исследования является сравнение двух альтернативных сценариев производства одной и той же продукции;
- характер и степень изменения в результате принятия решения на основе ОЖЦ, могут быть достаточно точно спрогнозированы;
- данные доступны.

Расширение границы системы



Система расширения



⇒ 3т сои = 2,5т соевое мясо + 0,5т соевое масло

⇕ замена рапсового масла

0,5т рапсового масла
(сохраняется 0,42 га рапса)

⇓

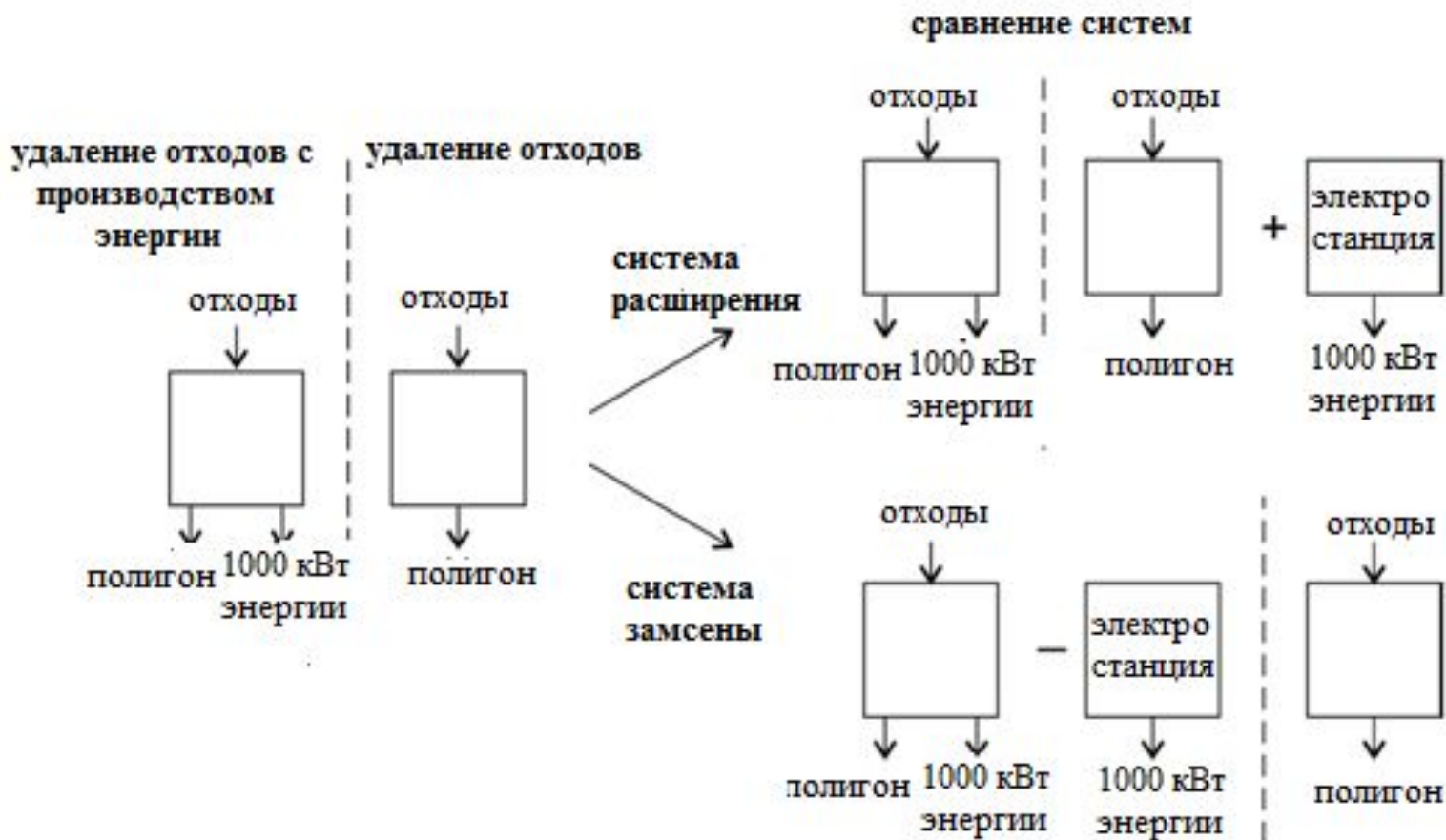
Воздействие на ОС от соевого мяса:

- воздействие на ОС от 1 га сои (x г CO₂eq)

- избежание воздействия на ОС от 0,42 га рапса (y г CO₂eq)

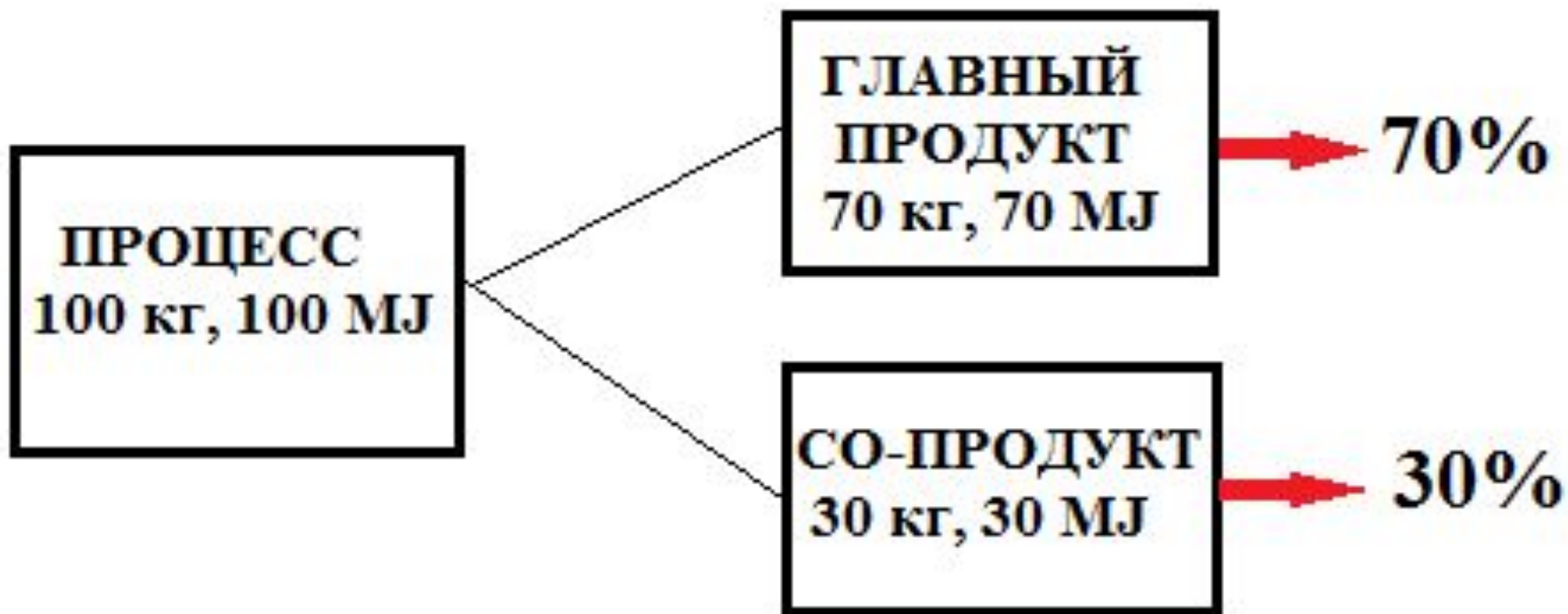
= воздействие на ОС от соевого мяса (x-y CO₂eq)

Принцип системы расширения или замены для получения равноценных систем в ОЖЦ отходов



Шаг второй.

1. Физический метод распределения

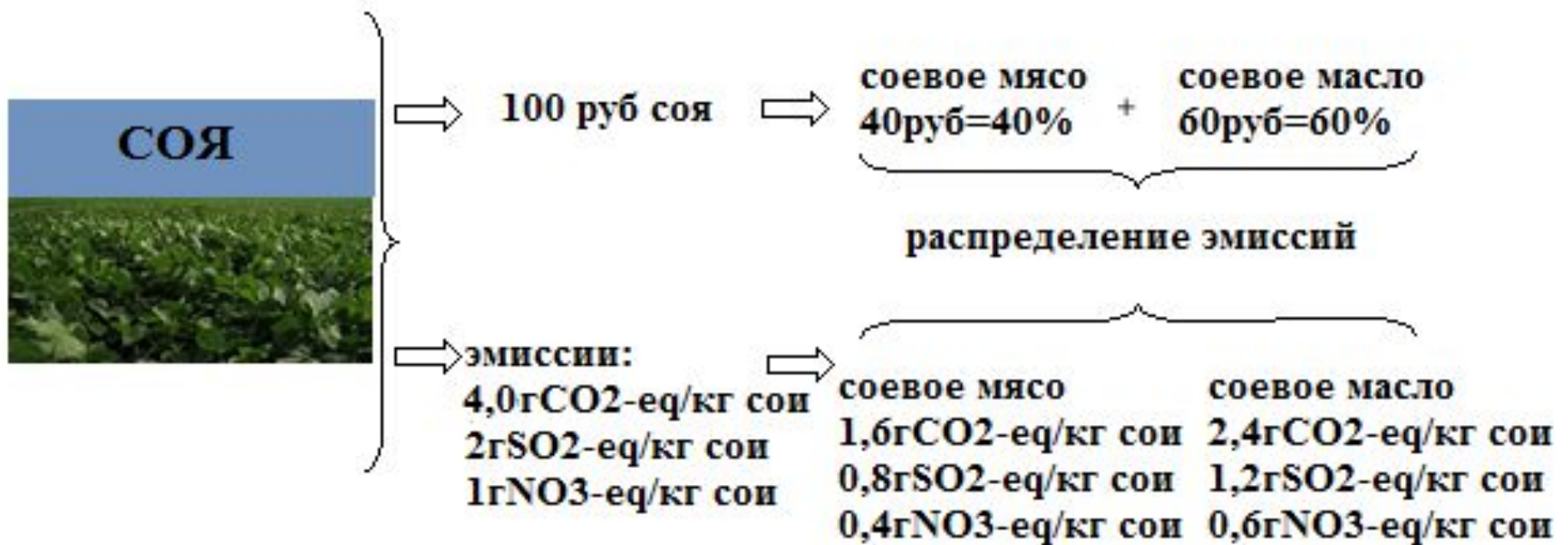


Шаг второй

2. Экономический метод распределения



Пример экономического распределения



Применение различных систем распределения на примере молочной промышленности



продукционная система производства молока

Как разделить экологическую нагрузку между основным и побочным продуктом?

1. Избежание распределения

100% нагрузки пороизводства молока

2. Биологическое распределение

85%нагрузки от производства молока, 15%- мяса

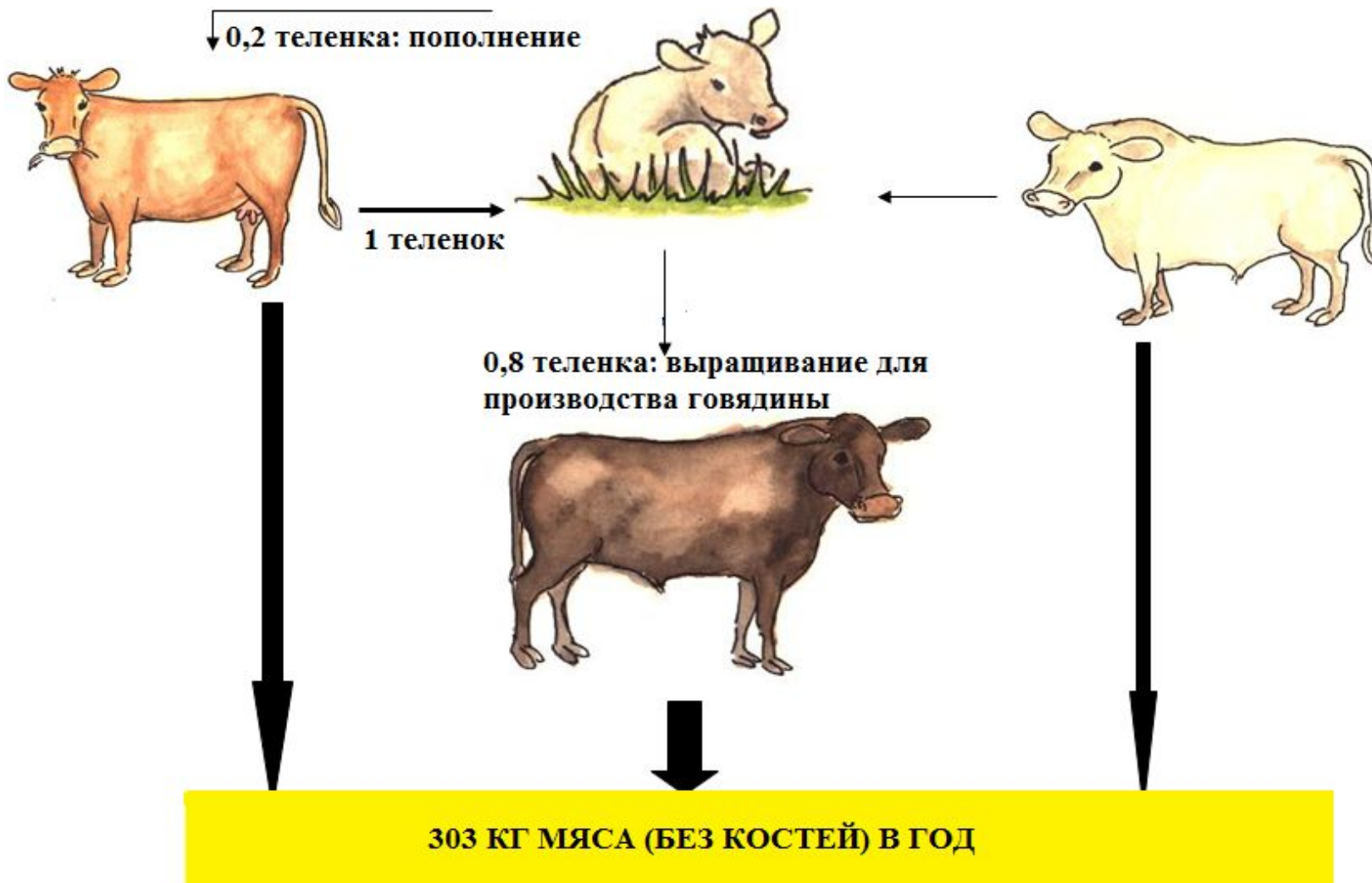
3. Экономическое распределение

92% от производства молока, 6% от говядины и 2% от телят

4. Расширение границ системы

?

Процедура расширения границ системы



продукционная система производства мяса

Данные для двух систем

	Молочные коровы	Мясные коровы
Надоенное молоко, кг/год	7127	0
Телята, шт/год	1,07	1
Уровень пополнения, %	37	20
Телята для производства говядины, шт/год	0,7	0,8
Мясо, кг/корова	195	225
Мясо кг/корова в год	72	45

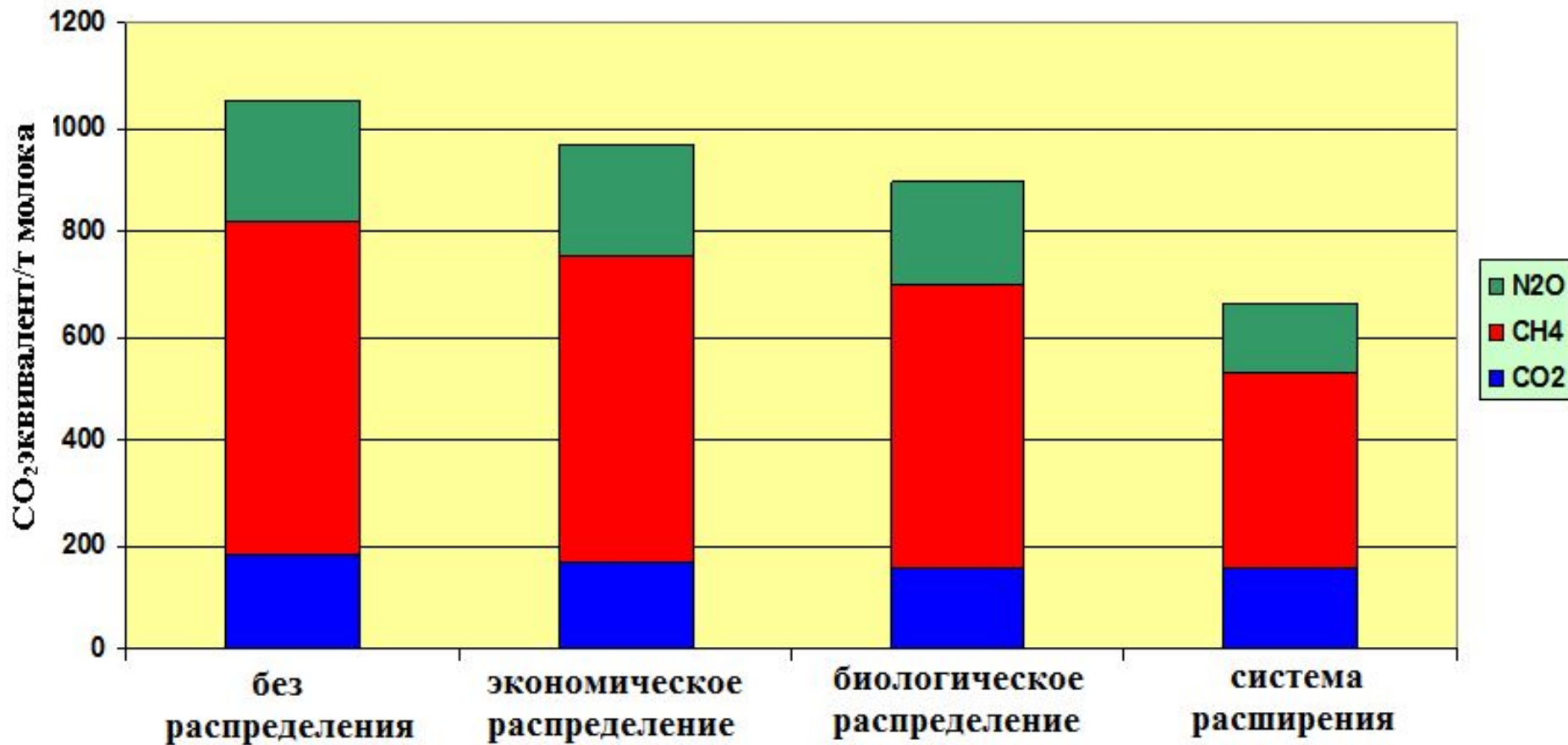
Потоки при расширении системы производства молока



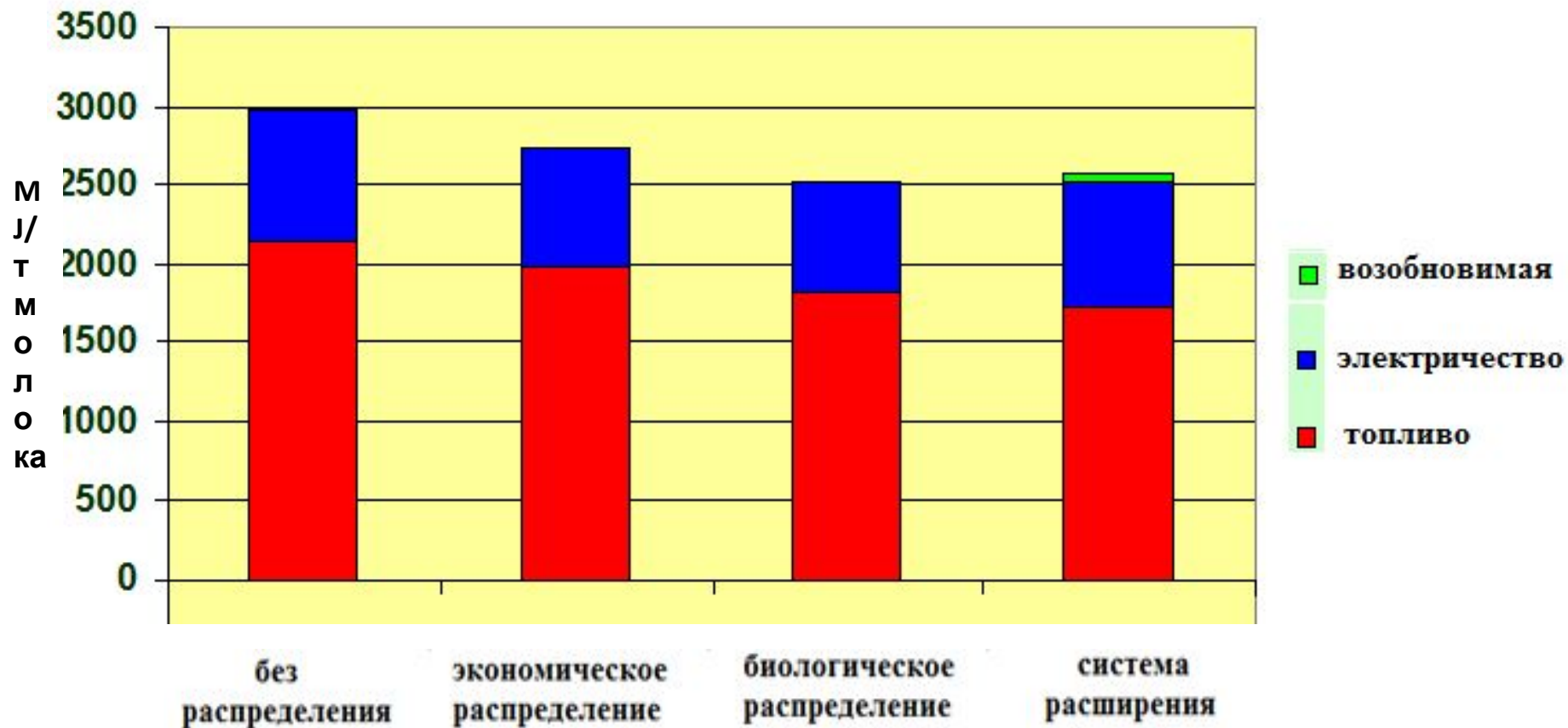
Как различные методы распределения оценивают вклад молочного производства в потенциальное изменение климата?

	Эмиссии	кг CH ₄ /т молока
Молочные коровы (7,127 т молока) Телки — пополнение молочных коров	150кг CH ₄ /корову 58 кг CH ₄ /телку	29,2
Избежание нагрузки на производство мяса 5,7 кг мяса/т молока	0,615 кг CH ₄ /т мяса	- 3,5
Избежание нагрузки на производство телят 0,098 мясная корова (0,7/7,127) 0,019 телок (0,2×0,098)	90 кг CH ₄ /мясная корова 50 кг CH ₄ /телку	-8,8 -0,9
После расширения системы		16

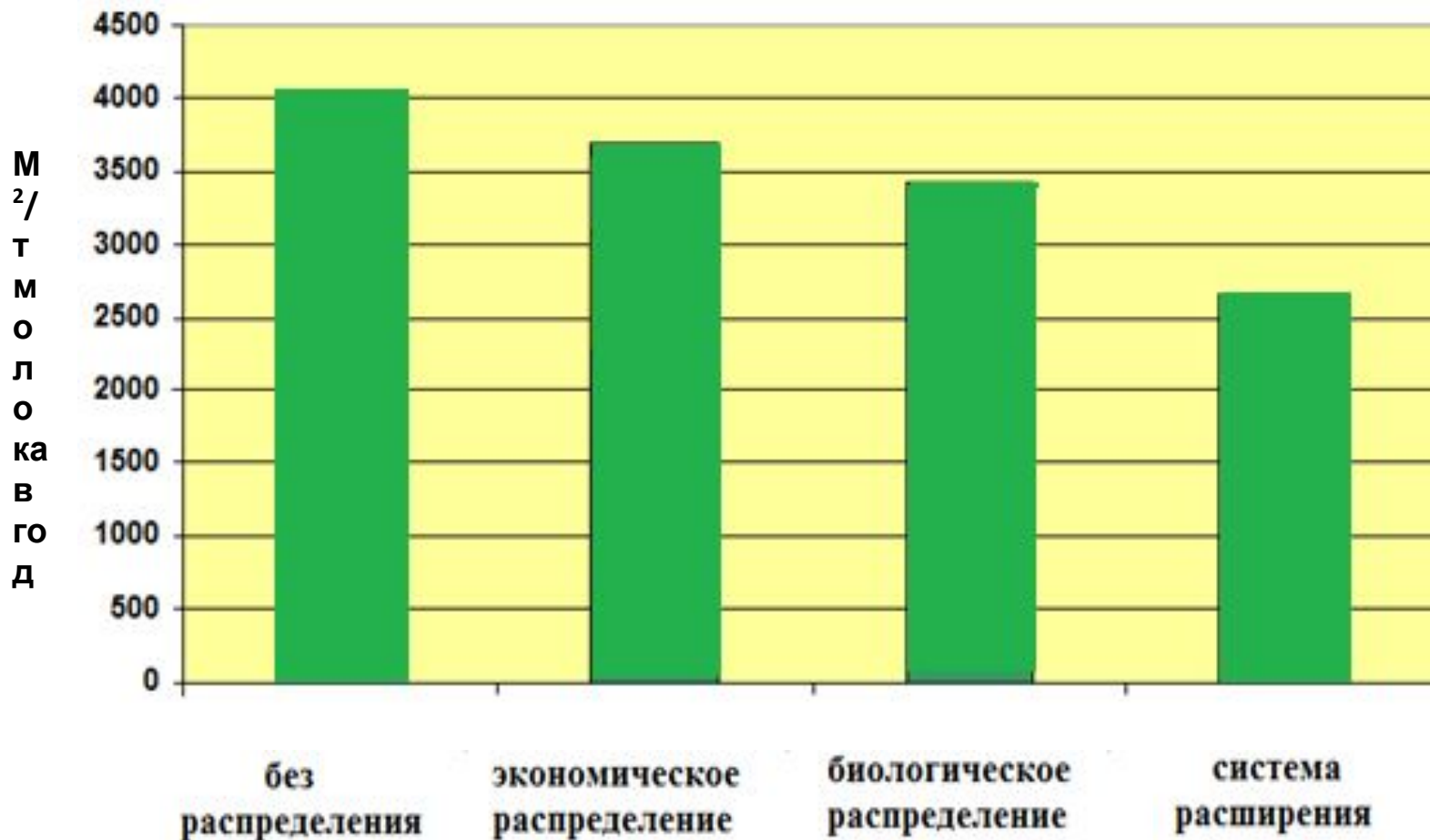
Оценка потенциального изменения климата при различных методах распределения



Оценка потребления энергии в молочной промышленности различными методами распределения



Оценка использования земной поверхности в молочной промышленности различными методами распределения



Процедура распределения при повторном использовании отходов или рециклинге

Два вида производственных систем:

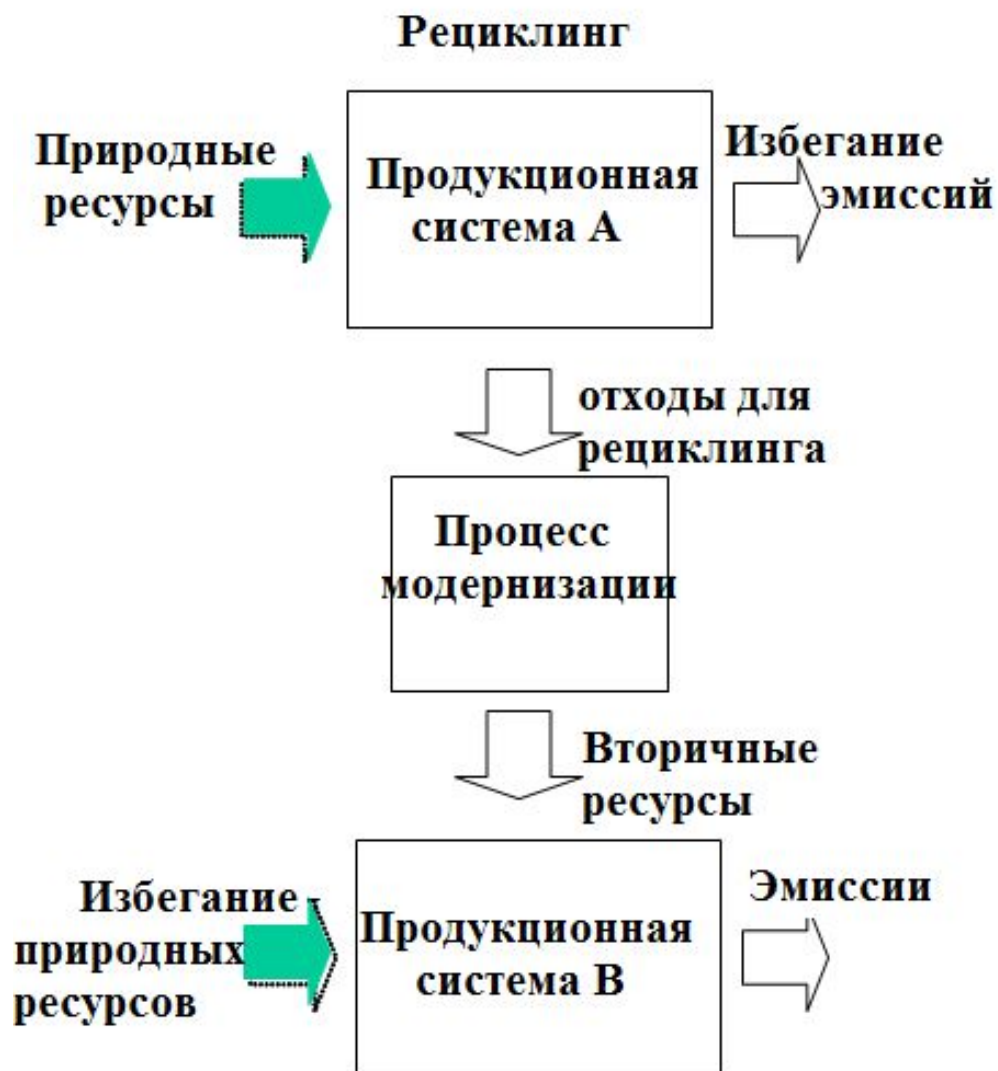
Открытая - продукт в такой системе перерабатывается в другой, который удаляется после использования из системы

Закрытая - применяется к материалам, которые могут быть переработаны в тот же самый продукт повторно.

Открытая и закрытая системы переработки отходов



Распределение в случае открытой системы



3. Оценка воздействия жизненного цикла

*Life Cycle Impact Assessment (ISO
14042)*

3.1 Причинно-следственные связи воздействия на ОС



Причинно-следственные связи воздействия на ОС пестицидов



Цель оценки воздействия

Воздействие различных эмиссий, которые попадают из производственной системы в окружающую среду.

Интерпретация результатов инвентаризации, с точки зрения влияния на окружающую среду!!!

Области защиты – что мы хотим защитить с помощью выполнения и использования ОЖЦ

Область защиты

- Здоровье человека (снижается продолжительность жизни)
- Естественная окружающая среда (уничтожение видов)
- Природные ресурсы (истощение)
- Искусственная природная среда (материальные потери)

Или же «области защиты» можно представить следующим образом:

- Здоровье человека
- Здоровье экосистемы
- Материальное благосостояние

Категории воздействия (Environmental Impact Categories) или Конечная точка (Endpoint)

Глобальное воздействие:

- ✓ Глобальное потепление
- ✓ Разрушение озонового слоя

Региональное воздействие

- ✓ Образование фотохимического смога
- ✓ Кислотное загрязнение
- ✓ Эвтрофикация
- ✓ Токсичность для человека
- ✓ Экоотоксичность

Локальное воздействие

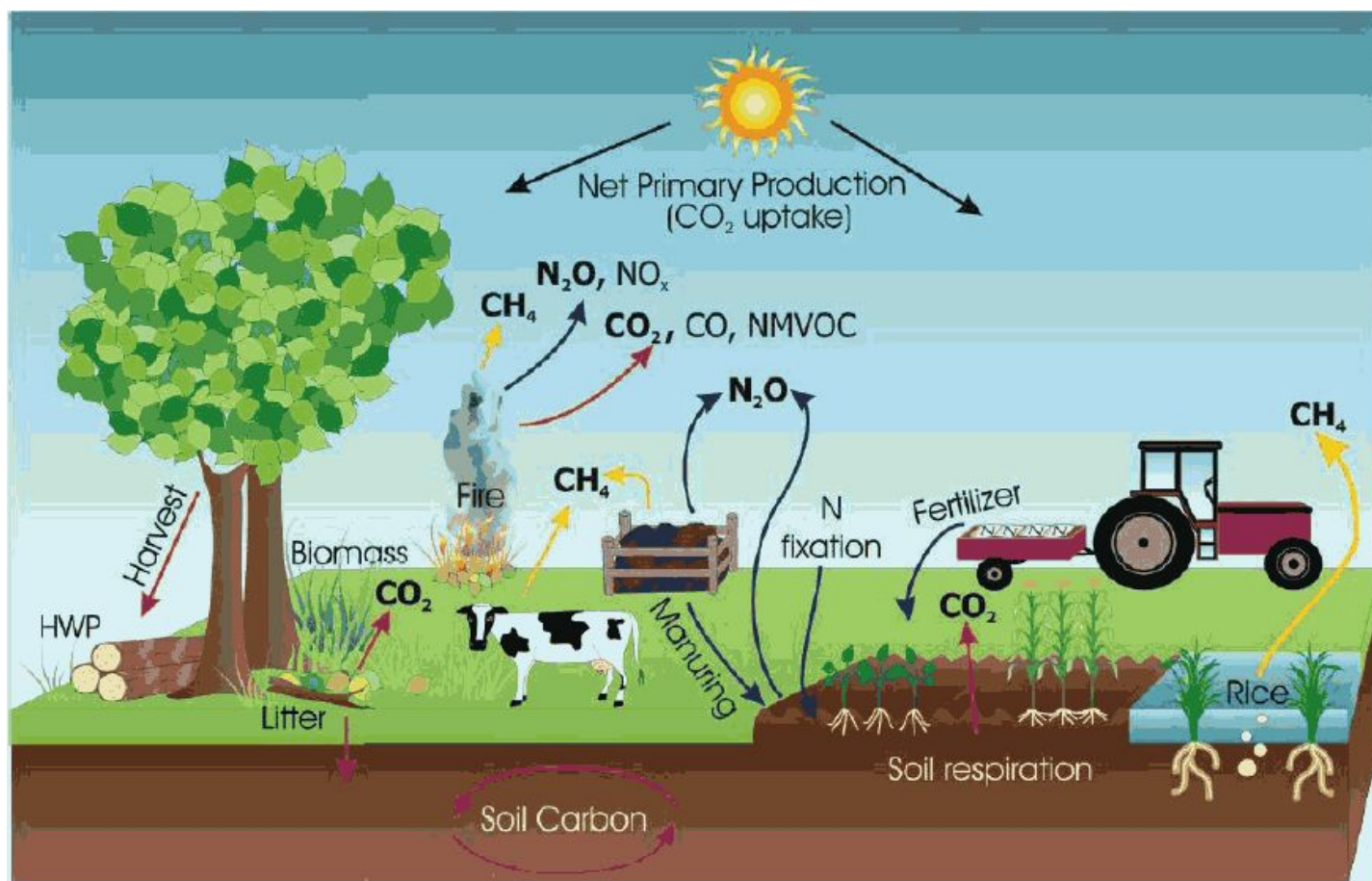
- ✓ Использование земной поверхности
- ✓ Запах
- ✓ Изоляция местообитания вида
- ✓ Радиация
- ✓ Авария

Глобальное потепление или «изменение климата»

Это климатические изменения, которые происходят в результате увеличения концентрации в атмосфере парниковых газов, которые пропуская солнечные лучи, задерживают отраженное от поверхности Земли инфракрасное излучение.



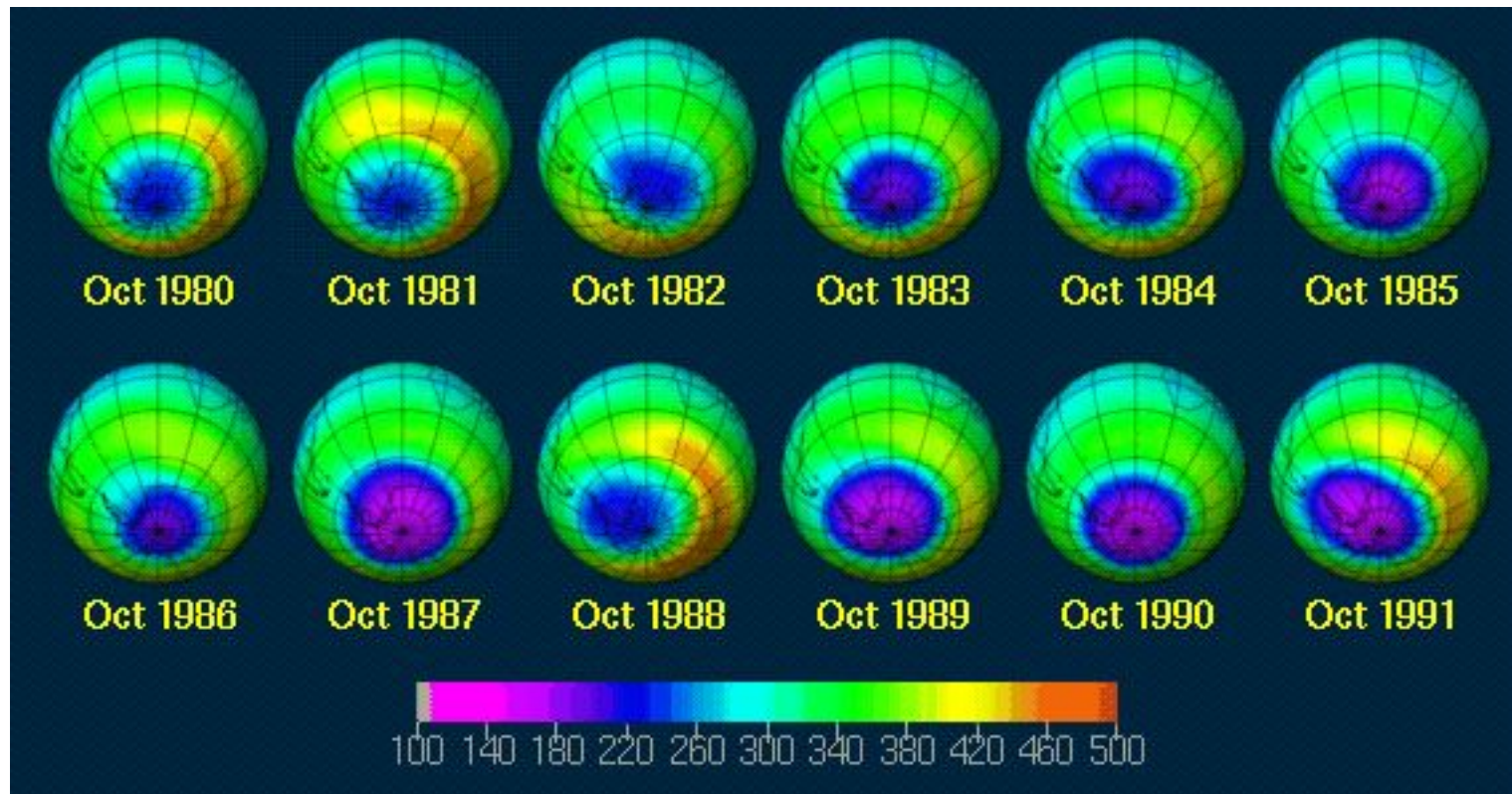
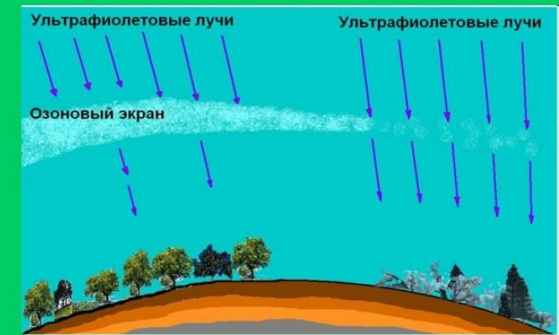
Парниковые газы: CO_2 ; CH_4 ; N_2O



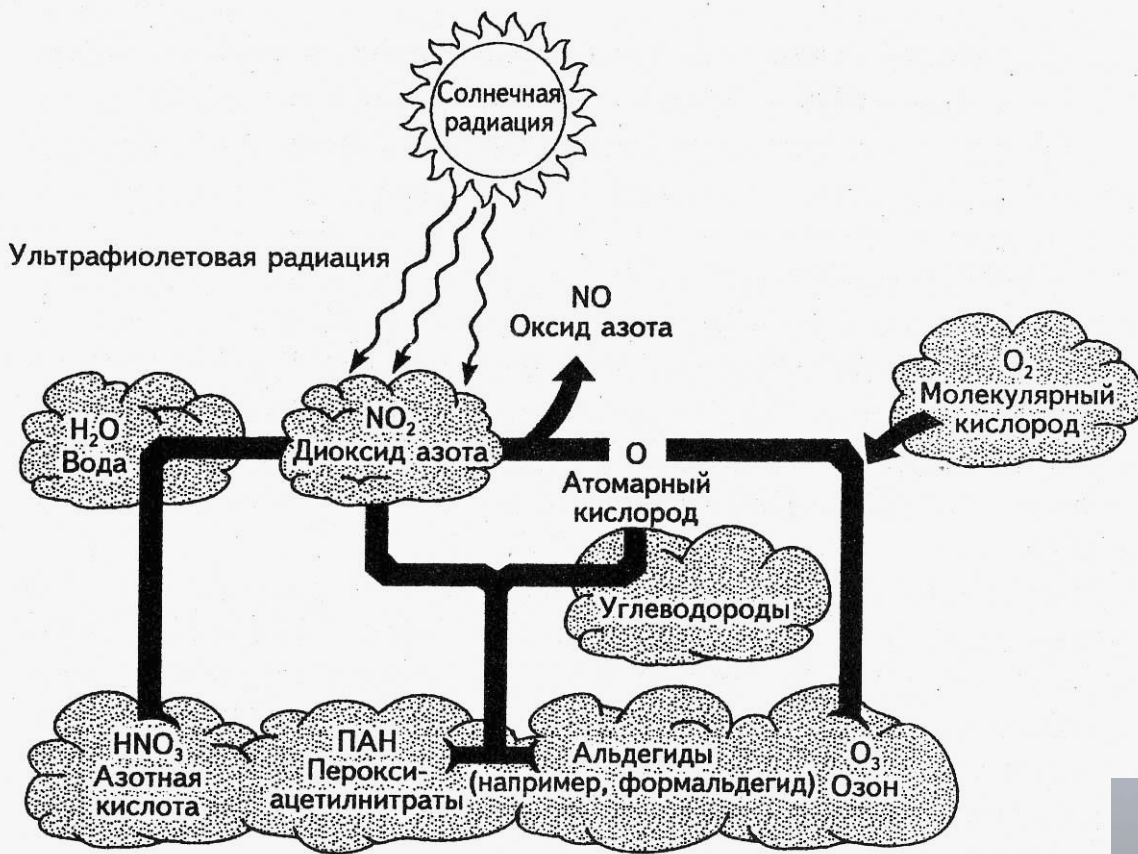
Разрушение озонового слоя

Истончение озонового слоя происходит в результате ускоренного разрушения озона в стратосфере, которое происходит за счет миграции и фотолиза газов содержащих хлор и бром.

Негативные последствия разрушения озонового экрана



Образование фотохимического смога

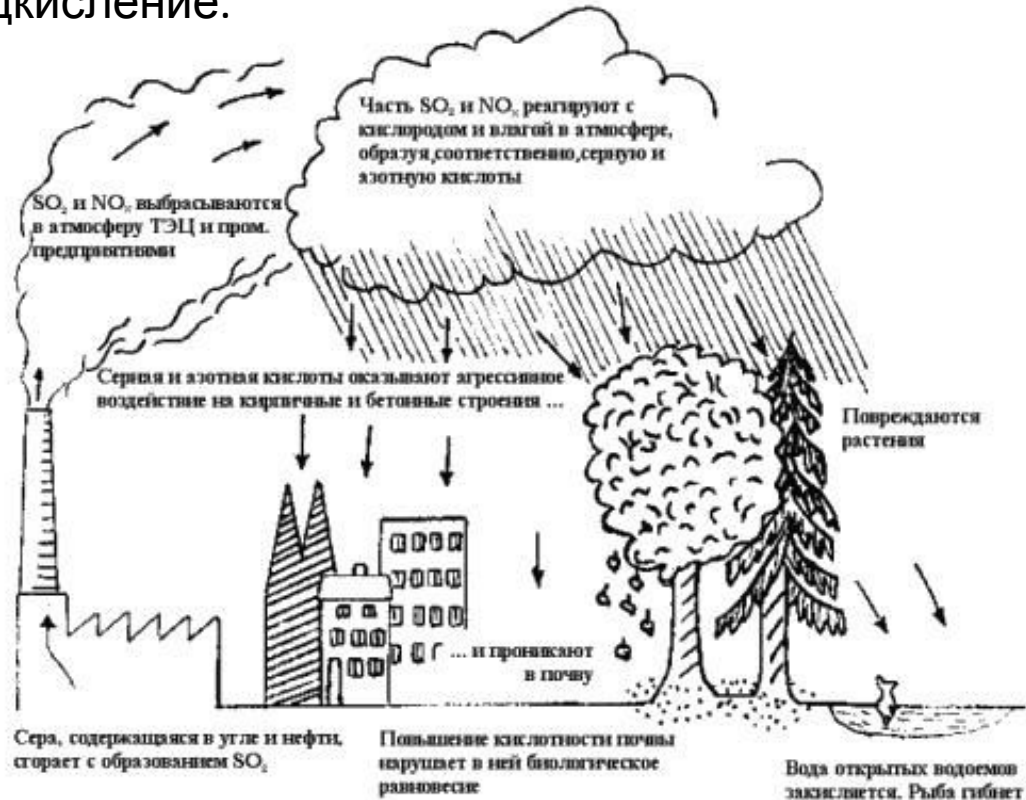


Образование фотохимического смога происходит в приземном слое тропосферы при окислении ряда летучих органических соединений и оксида углерода с участием оксидов азота (NO_x) в присутствии солнечного света.

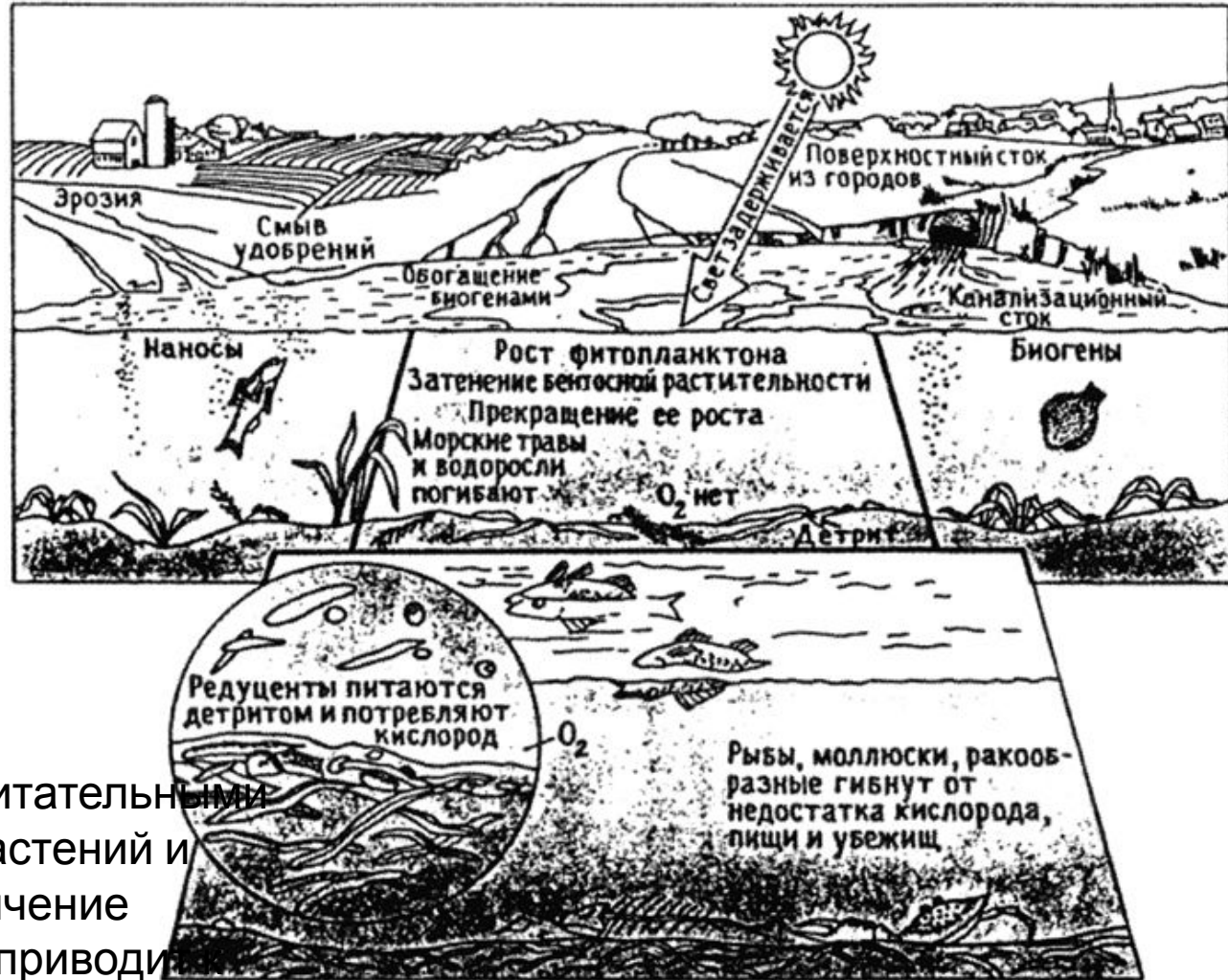


Закисление

Оксиды серы и азота техногенного происхождения в результате взаимодействия с атмосферными осадками вызывают их подкисление.



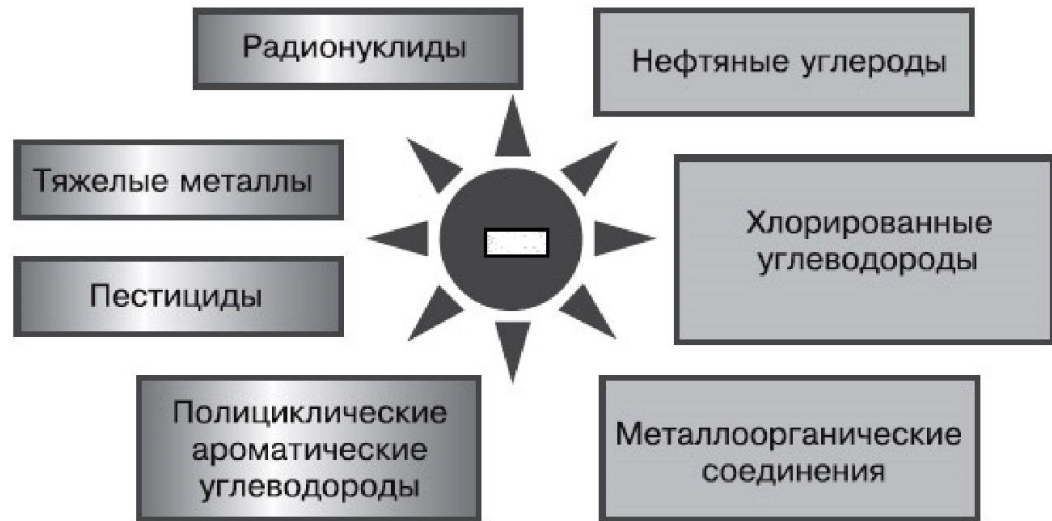
Обогащение питательными веществами - Эвтрофикация



Азот и фосфор являются питательными элементами для высших растений и водорослей, поэтому увеличение содержания этих веществ приводит к принудительному удобрению естественных экосистем, не только повышая производительность, но и изменяя видовой состав.

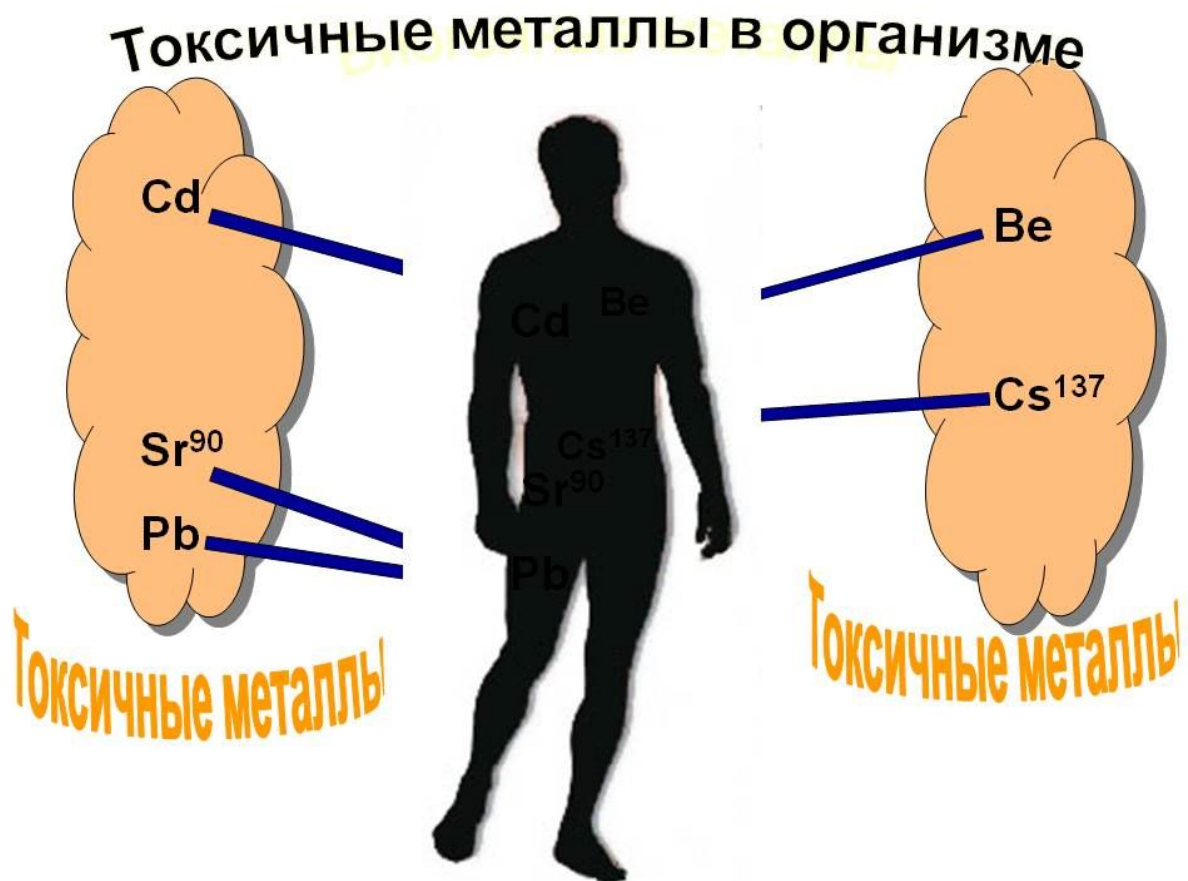
Экотоксичность

Под экотоксикантами понимают вещества или отходы, которые в случае попадания в окружающую среду представляют или могут немедленно или со временем представлять угрозу для окружающей среды в результате биоаккумуляции и/или оказывать токсическое воздействие на биотические системы.



Токсичность для человека

Целый ряд химических соединений, попадая в организм человека вызывает в нем патологические изменения, которые приводят к временной потере работоспособности, заболеванию или гибели человека.



Использование земной поверхности

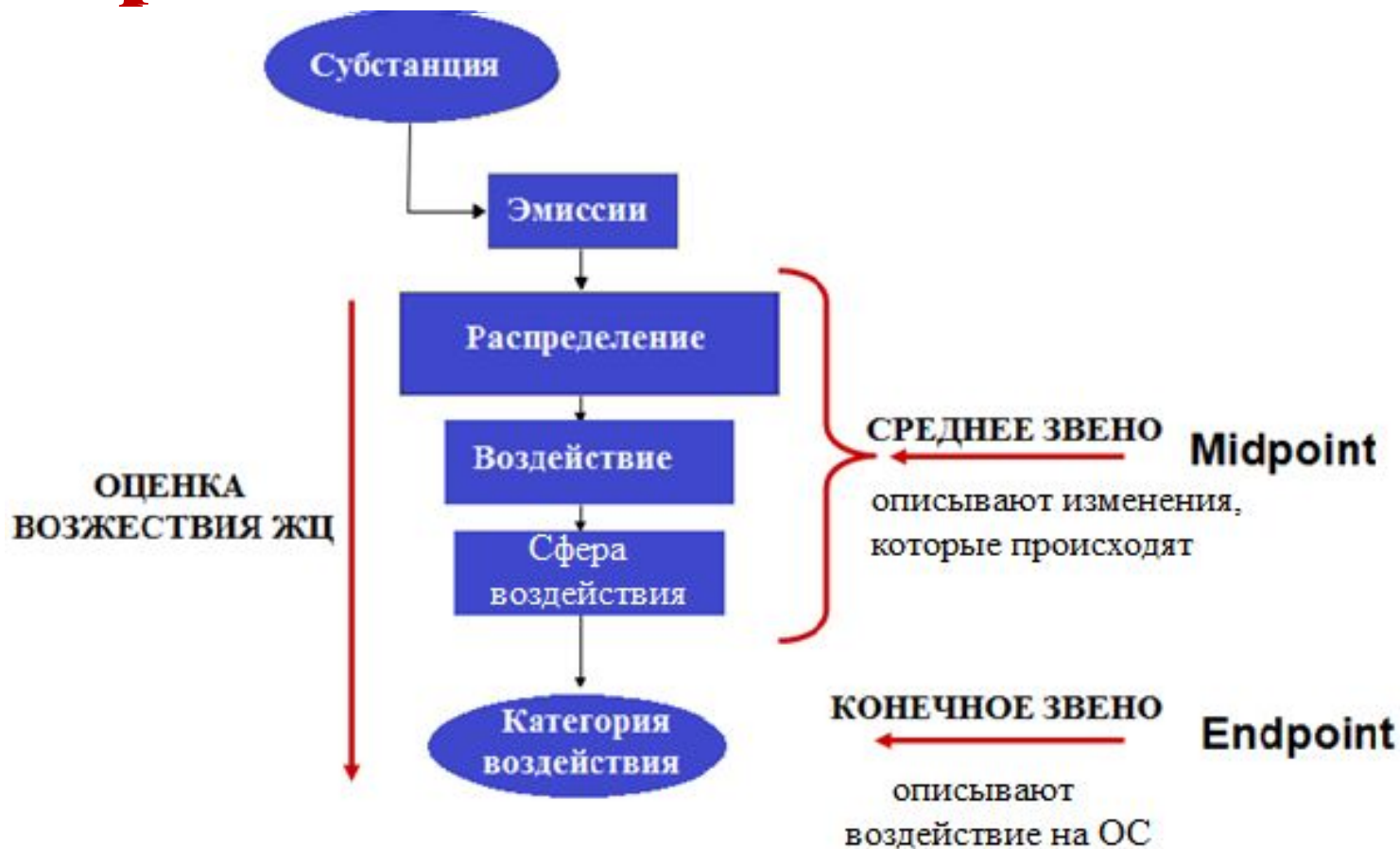
В ОЖЦ физическое нарушение среды обитания, как правило, входит в категорию воздействия «использование земной поверхности» и рассматривается в зависимости от размера пораженного участка, длительности воздействия на этот участок и изменения качества среды в результате этого воздействия.



Промежуточное звено (midpoints)

Изменение физических или химических свойств окружающей среды, которые влияют на конечное звено воздействия эмиссий.

Причинно-следственная связь



Причинно-следственная связь



MIDPOINT
(среднее звено)



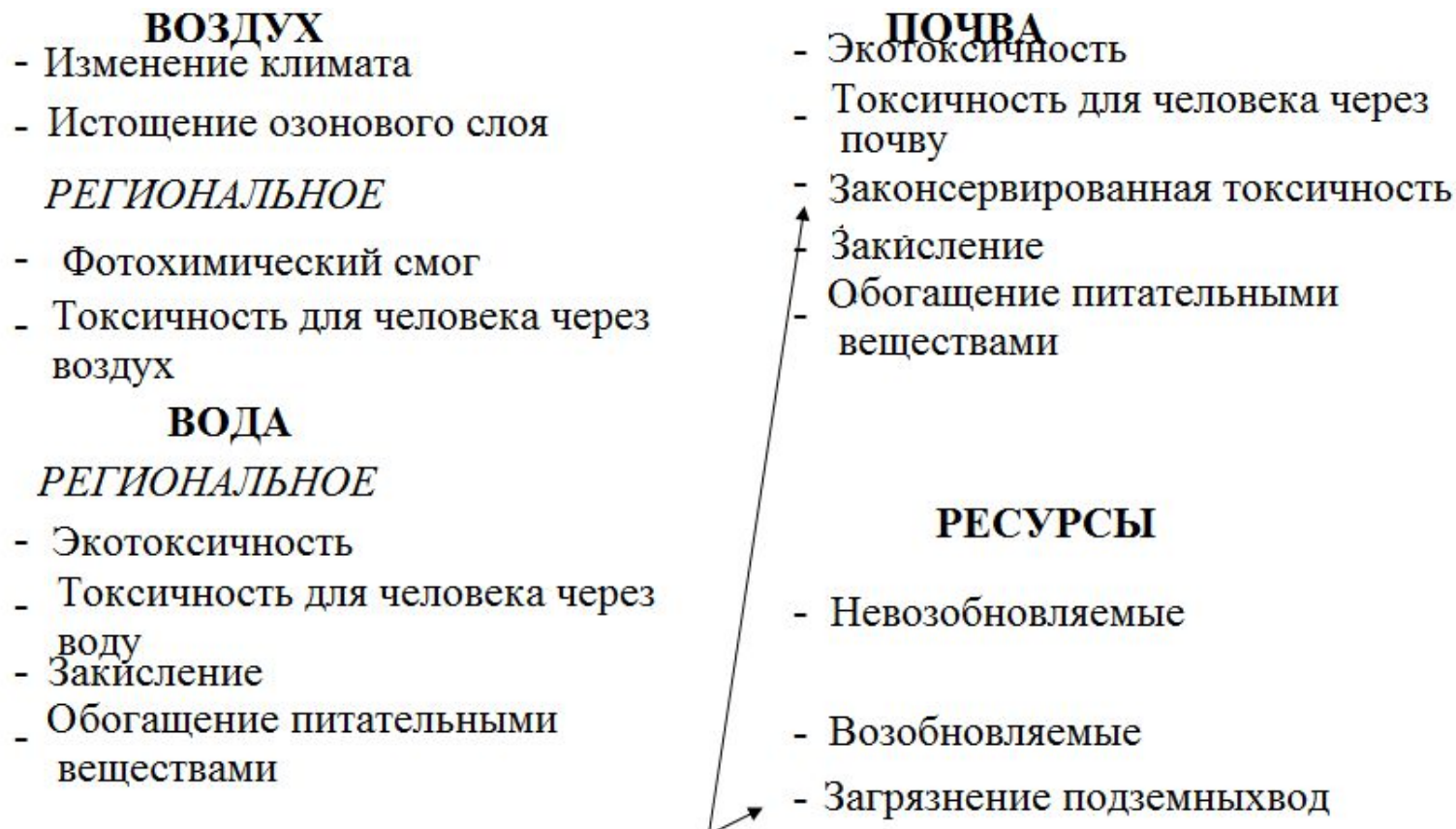
ENDPOINT
(конечное звено)



3.2 Четыре этапа оценки воздействия

1. Первый шаг - *выбор категории воздействия и классификация* – то есть на что конкретно влияет данное вещество. Например – изменение климата.
2. Второй шаг - *определение характеристик или расчет показателя категории (подсчет влияния фактора)* – отвечает на вопрос насколько силен вклад эмиссий
3. Шаг третий – *нормализация* - обеспечить лучшее понимание относительной значимости каждого значения показателя исследуемой продукционной системы.
4. Шаг четвертый – *взвешивание* – какой из факторов воздействия наиболее важный.

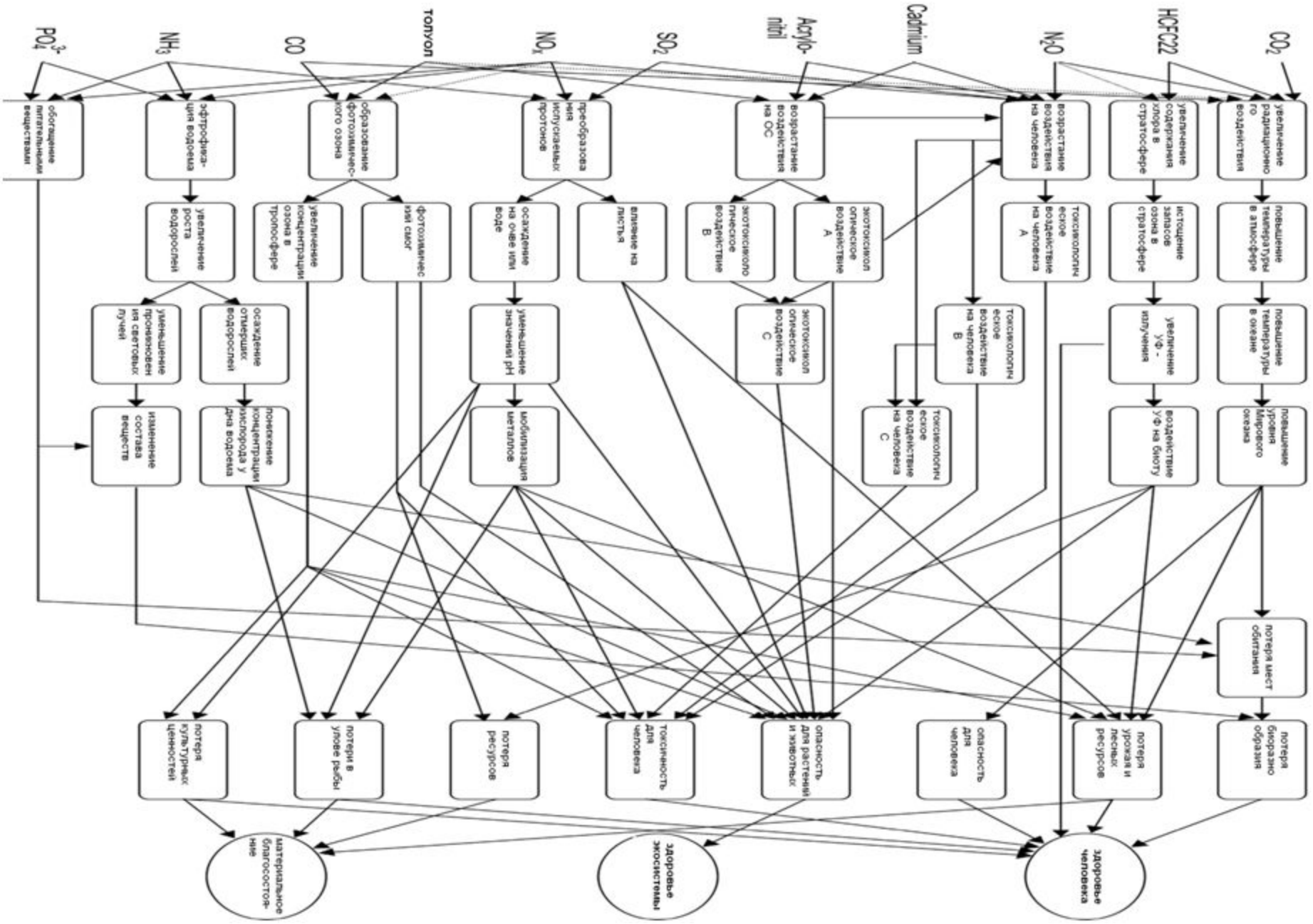
3.2.1 Выбор категории воздействия и классификация



Специально разработаны для
ОВЖЦ полигонов

Существуют сложности в определении категории воздействия и проведении оценки жизненного цикла:

- Некоторые вещества могут вносить вклад в несколько категорий воздействия.
- Последствия от эмиссий представляют собой сумму вкладов от выбросов, которые могут происходить в течении нескольких лет и в разных местах.
- Эмиссии от полигона происходят в течении длительного времени, в отличии от сжигания отходов или их транспортирования.
- Использование земной поверхности.

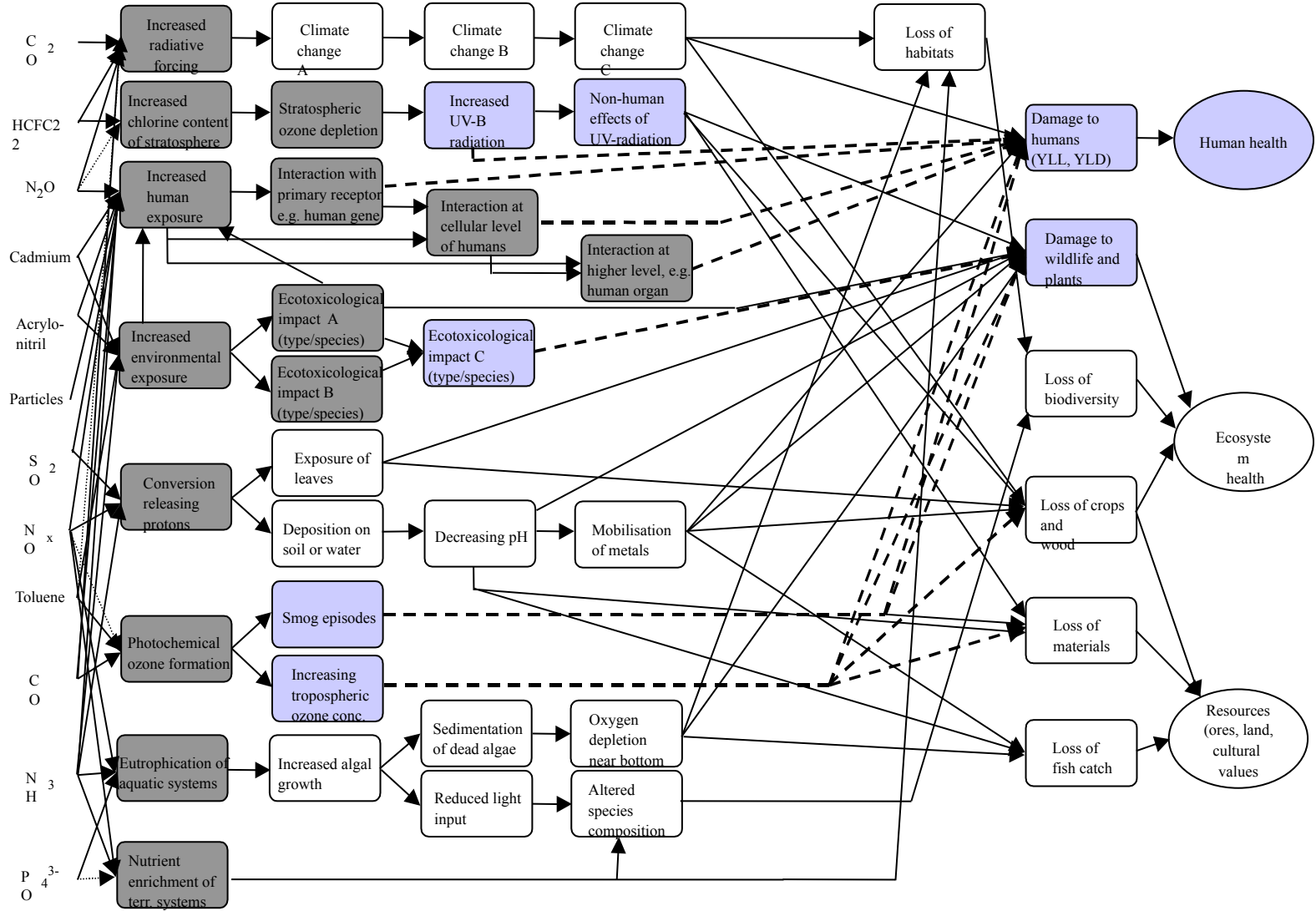


Environmental exchanges

Midpoints

Endpoints

Areas of protection



Классификация – на что влияют загрязнения?

вещество	CAS.no.	Emission to air g	Emission to water g
2-hydroxy-ethanacrylate	816-61-0	0,0348	
4,4-methylenebis cyclohexylamine	1761-71-2	5,9E-02	
Ammonia	7664-81-7	3,7E-05	4,2E-05
Arsenic (As)	7440-38-2	2,0E-06	
Benzene	71-43-2 (cur)	5,0E-02	
Lead (Pb)	7439-92-1	8,5E-06	
Butoxyethanol	111-76-2	6,6E-01	
Carbondioxide	124-38-9	2,6E+02	
Carbonmonoxide (CO)	630-08-0	1,9E-01	
Cadmium(Cd)	7440-46-9	2,2E-07	
Chlorine (Cl2)	7782-50-5	4,6E-04	
Chromium (Cr VI)	7440-47-3	5,3E-06	
Dicyclohexane methane	86-73-6	5,1E-02	
Nitrous oxide(N2O)	10024-97-2	1,7E-02	
2,4-Dinitrotoluene	121-14-2	9,5E-02	
HMDI	5124-30-1	7,5E-02	
Hydro carbons (electricity, stationary combustio	-	1,7E+00	
Hydrogen ions (H+)	-		1,0E-03
i-butanol	78-83-1	3,5E-02	
i-propanol	67-63-0	9,2E-01	
copper (Cu)	7740-50-8	1,8E-05	
Mercury(Hg)	7439-97-6	2,7E-06	
Methane	74-82-8	5,0E-03	
Methyl i-butyl ketone	108-10-1	5,7E-02	

- Глобальное потепление
- Закисление
- Фотохимический смог
- Экотоксичность

3.2.2 Определение характеристик или расчет показателя категории (подсчет влияния фактора)

Отвечает на вопрос – какова доля данной эмиссии при воздействии на ОС?

Необходимые компоненты для каждой категории воздействий включают:

- Идентификацию конечного звена категории воздействия, или же нескольких звеньев.
- Определение показателя категории.
- Идентификацию соответствующих результатов ИАЖЦ, которые могут быть отнесены к данной категории воздействия с учетом выбранного показателя категории и идентифицированного конечного звена категории.

Характеристика - определение показателя категории

Воздействия на окружающую среду, которые влияют на одну конкретную категорию, должны быть выражены *количественно в одинаковых единицах*, что позволит применить единый показатель категории.

Для этого применяется *коэффициент пересчета* (characterization factor).

Показатели категории

Категория воздействия	Единицы измерения показателей категории
Глобальное потепление	кг CO ₂ -экв
Истощение озонового слоя	кг CFC11-экв
Закисление	кг SO ₂ -экв
Образование фотохимического озона	кг C ₂ H ₄ -экв
Обогащение питательными веществами, эвтрофикация	кг NO ₃ -экв
Токсичность для человека	м ³ воздуха
Экотоксичность	м ³ воды
Использование земной поверхности	Га/год
Объем отходов	кг

Коэффициент пересчета (characterization factor)

Под **коэффициентом пересчета** понимают потенциальное воздействие вещества в отношении эталонного, который был выбран специально для данной категории воздействия.

Эквивалент — сколько граммов эталонного вещества имеют такое же воздействие на окружающую среду как один грамм рассматриваемого вещества.

Пример

Категория воздействия - Глобальное потепление

Показателем категории - Интенсивность инфракрасного излучения.

Коэффициент пересчета - Глобальный потенциал потепления (GWP100) который исчисляется в CO₂ эквиваленте.

Коэффициенты перерасчета для некоторых парниковых газов, способствующих глобальному потеплению

вещество	формула	Глобальные факторы потепления (по весу)		
		20 лет	100 лет	500 лет
Углекислый газ	CO ₂	1	1	1
Метан	CH ₄	72	25	7.6
Оксид азота	N ₂ O	289	298	153
Метилен хлорид	CH ₂ Cl ₂	31	8.7	2.7
HFC-32	CH ₂ F ₂	2330	675	205
HFC-134	CH ₂ FCF ₃	3830	1430	435
Перфлуорометан	CF ₄	5210	7390	11200
Перфлуоробутан	C ₄ F ₁₀	6330	8860	12500
Сульфогексохлорид	SF ₆	16300	22800	32600

Коэффициент пересчета

$$EP(j)_i = Q_i \times EF(j)$$

$EP(j)_i$ - потенциальный вклад эмиссии в категорию воздействия;

Q_i – величина эмиссии вещества (i);

$EF(j)_i$, - характеризующий субстанцию коэффициент пересчета для категории воздействия (j) ;

Общий вклад всей системы продукта может быть рассчитан путем сложения вкладов всех отдельных эмиссий.

$$EP(j)_i = \sum EP(j)_i = \sum Q_i \times EF(j)$$

Подсчитанная оценка совместно для всех категорий воздействий составляет экологический профиль продукта.

Расчет показателя категории

Substance	CAS.no.	Emission to air g	Emission to water g
2-hydroxy-ethanacrylate	816-61-0	0,0348	
4,4-methylenebis cyclohexylamine	1761-71-2	5,9E-02	
Ammonia	7664-81-7	3,7E-05	4,2E-05
Arsenic (As)	7440-38-2	2,0E-06	
Benzene	71-43-2 (cur	5,0E-02	
Lead (Pb)	7439-92-1	8,5E-06	
Butoxyethanol	111-76-2	6,6E-01	
Carbondioxide	124-38-9	2,6E+02	
Carbonmonoxide (CO)	630-08-0	1,9E-01	
Cadmium(Cd)	7440-46-9	2,2E-07	
Chlorine (Cl2)	7782-50-5	4,6E-04	
Chromium(Cr VI)	7440-47-3	5,3E-06	
Dicyclohexane methane	86-73-6	5,1E-02	
Nitrous oxide(N2O)	10024-97-2	1,7E-02	
2,4-Dinitrotoluene	121-14-2	9,5E-02	
HMDI	5124-30-1	7,5E-02	
Hydro carbons (electricity, stationary combustic	-	1,7E+00	
Hydrogen ions (H+)	-		1,0E-03
i-butanol	78-83-1	3,5E-02	
i-propanol	67-63-0	9,2E-01	
copper (Cu)	7740-50-8	1,8E-05	
Mercury(Hg)	7439-97-6	2,7E-06	
Methane	74-82-8	5,0E-03	
Methyl i-butyl ketone	108-10-1	5,7E-02	

Global warming

Effektfaktorer for drivhuseffekt



Paradoksstoffer	Formel	GWP		
		100 år	100 år	100 år
Akuttokstoffer	CO ₂	1	1	1
Metan	CH ₄	62	25	8
Luffergas	N ₂ O	280	180	180
CFCl ₃	CFCl ₃	1000	800	1400
CFCl ₂	CFCl ₂	1000	800	1400
CFCl	CFCl	1000	800	1400
CF ₂	CF ₂	1000	800	1400
CF	CF	1000	800	1400
Perfluorometan	CF ₄	1000	800	1400
HCFC22	CHClF ₂	1000	1700	500
HFC123	CF ₃ CH ₂ F	1000	10	20
HFC125	CF ₃ CF ₃	1000	10	20
HFC134a	CF ₃ CH ₂ F	1000	10	20
HFC143a	CF ₃ CH ₂ F	1000	10	20
HFC143m	CF ₃ CH ₂ F	1000	10	20
HFC152a	CF ₃ CH ₂ F	1000	10	20
HFC227ea	CF ₃ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC236fa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC245fa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ea	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254fa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ga	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ha	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ia	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ja	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ka	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254la	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ma	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254na	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254oa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254pa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254qa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ra	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254sa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ta	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ua	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254va	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254wa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254xa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ya	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254za	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254aa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ba	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ca	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254da	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ea	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254fa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ga	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ha	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ia	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ja	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ka	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254la	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ma	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254na	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254oa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254pa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254qa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ra	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254sa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ta	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ua	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254va	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254wa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254xa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ya	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254za	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254aa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ba	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ca	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254da	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ea	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254fa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ga	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ha	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ia	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ja	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ka	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254la	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ma	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254na	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254oa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254pa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254qa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ra	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254sa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ta	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ua	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254va	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254wa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254xa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ya	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254za	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254aa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ba	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ca	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254da	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ea	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254fa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ga	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ha	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ia	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ja	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ka	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254la	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ma	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254na	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254oa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254pa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254qa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ra	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254sa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ta	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ua	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254va	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254wa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254xa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ya	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254za	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254aa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ba	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ca	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254da	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ea	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254fa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ga	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ha	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ia	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ja	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ka	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254la	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ma	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254na	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254oa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254pa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254qa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ra	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254sa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ta	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ua	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254va	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254wa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254xa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ya	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254za	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254aa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ba	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ca	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254da	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ea	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254fa	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ga	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF ₃	1000	10	20
HFC254ha	CF ₃ CF ₂ CF ₂ CF<			

Характеристика воздействия

Характеристика
помогает уменьшить
число сравниваемых
факторов, но при этом
категории воздействия
нельзя сравнивать
между собой

Substance	CA Sno.	to air g	to water g
2-hydroxy-ethanacrylate	916-61-0	0.0348	
4,4-methylenebis(cyclohexylamine)	1761-71-2	5.9E02	
Ammonia	7664-91-7	3.7E05	4.2E05
Arsenic (As)	7440-38-2	2.0E06	
Benzene	71-43-2 (cul)	5.0E02	
Lead (Pb)	7439-92-1	8.5E06	
Butoxy ethanol	111-76-2	6.6E01	
Carbon dioxide	124-38-9	2.6E+02	
Carbon monoxide (CO)	630-08-0	1.9E01	
Cadmium (Cd)	7440-48-9	2.2E07	
Chlorine (Cl ₂)	7782-50-5	4.6E04	
Chromium (Cr VI)	7440-47-3	5.3E05	
Dicyclohexane methane	89-73-6	5.1E02	
Nitrous oxide (N ₂ O)	10024-97-2	1.7E02	
2,4-Dinitrotoluene	121-14-2	9.5E02	
HMDI	5124-30-1	7.5E02	
Hydrocarbons (electricity, stationary combustion)	-	1.7E+00	
Hydrogen ions (H ⁺)	-		1.0E03
Isobutanol	78-33-1	3.5E02	
Isopropanol	67-63-0	9.2E01	
Copper (Cu)	7740-80-8	1.8E05	
Mercury (Hg)	7439-97-6	2.7E06	
Methane	74-82-8	5.0E03	
Methyl isobutyl ketone	108-10-1	5.7E02	
Monoethylamine	75-04-7		7.9E06
Nickel (Ni)	7440-02-0	1.1E05	
Nitrogen oxide (NOx)	10102-44-0	1.1E+00	
NM/VOC diesel engine (exhaust)	-	3.9E02	
NM/VOC power plants (stationary combustion)	-	3.9E03	
Ozone (O ₃)	10028-15-6	1.8E03	
PAH like specific		2.4E08	
Phenol	108-95-2		1.3E05
Phosgene	75-44-5	1.4E01	
Polyester polyol like specific		1.6E01	
1,2-propyleneoxide	75-36-9	8.2E02	
Nitric acid	7782-77-6 (8.5E02	
Hydrochloric acid	7647-01-0 (1.9E02	
Selenium (Se)	7782-49-2	2.6E05	
Sulphur dioxide (SO ₂)	7446-09-5	1.3E+00	
Toluene	108-88-3	4.8E02	
Toluene-2,4-diamine	95-80-7	7.9E02	
Toluene diisocyanate (TDI)	26471-82-5	1.6E01	
Total N	-		2.6E05
Triethylamine	121-44-8	1.6E01	
Unspecified aldehydes	-	7.5E04	
Unspecified organic compounds	-	1.5E03	
Vanadium	7440-62-2	1.8E04	
VOC diesel engine (exhaust)	-	6.4E05	
VOC stationary combustion (coal fired)	-	4.0E05	
VOC stationary combustion (natural gas fired)	-	2.2E03	
VOC stationary combustion (oil fired)	-	1.4E04	
Xylene	1330-20-7	1.4E01	
Zinc (Zn)	7440-66-6	8.9E05	

Global warming	174.000	kg CO ₂ -eq
Ozone depletion	0	kg CFC11-eq
Acidification	868	kg SO ₂ -eq
Photochemical ozone formation	200	kg C ₂ H ₄ -eq
Nutrient enrichment	3.576	kg NO ₃ ⁻ -eq
Human toxicity	3,40·10 ¹¹	m ³ air
Ecotoxicity	2,16·10 ⁷	m ³ water
Land use	170	ha·yr
Volume waste	9.450	kg
Hazardous waste	248	kg



3.3.3 Нормализация - Normalization

	A	B	
Global warming	174.000	461.100	kg CO ₂ -eq
Acidification	868	2.480	kg SO ₂ -eq
Photochemical ozone formation	200	720	kg C ₂ H ₄ -eq
Nutrient enrichment	3.576	5.364	kg NO ₃ ⁻ -eq
Human toxicity	$3,40 \cdot 10^{11}$	$1,38 \cdot 10^{11}$	m ³ air
Ecotoxicity	$2,16 \cdot 10^7$	$9,60 \cdot 10^6$	m ³ water
Land use	170	50	ha·yr
Volume waste	9.450	40.500	kg
Hazardous waste	248	165	kg

3.3.3 Нормализация - Normalization

Цель нормализации - обеспечить лучшее понимание относительной значимости каждого значения показателя исследуемой продукционной системы.

Мы знаем воздействие – но много это или мало?

Как сравнить между собой разные категории воздействия?

Необходим
эталон
можно сравнить
воздействие

Отличные друг от друга потенциалы воздействия и потребления ресурсов **связываются общим эталоном** для облегчения сравнения категорий воздействия между собой, чтобы понять какая из них больше. Категории воздействия помещаются в общую шкалу и связываются одним общим эталоном.

Эталон

Потенциал воздействия делиться на значение выбранного эталона. Эталоном может быть:

- ✓ общий объем выбросов или использования ресурсов на душу населения
- ✓ общий объем выбросов или использования ресурсов характерный для данной местности (может быть глобальным, региональным или локальным);

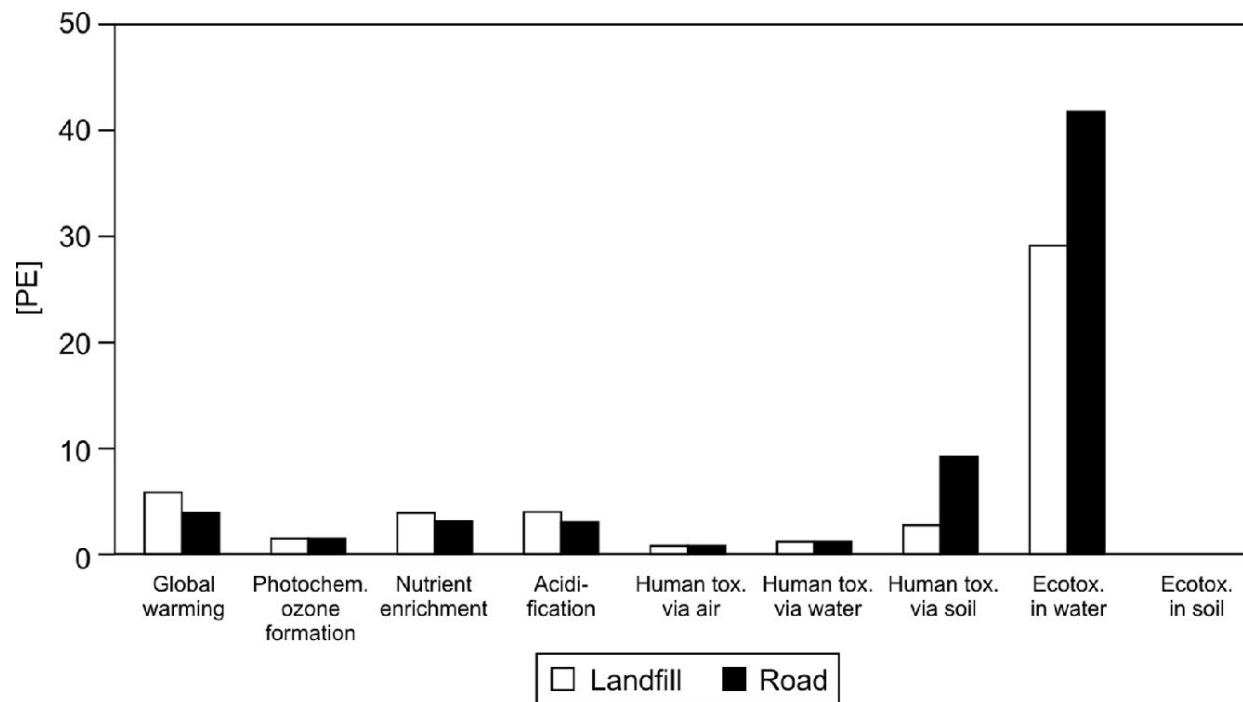
Человек-эквивалент - воздействие от среднего европейца

Категория воздействия	Единицы	Эмиссии в ОС от одного человека в Европе, 1994г (региональный уровень воздействия)
Глобальное потепление	г CO ₂ -экв/на человека/в год	8,2 · 10 ⁵
Истощение озонового слоя	г CFC11-экв/на человека/в год	103
Образование фотохимического озона	г C ₂ H ₄ -экв/на человека/в год	25.000
Закисление	г SO ₂ -экв/на человека/в год	74.000
Обогащение питательными веществами, эвтрофикация	г NO ₃ -экв/на человека/в год	120.000
Экотоксичность в воде	м ³ воды/на человека/в год	350.000
Токсичность для человека через воду	м ³ воды/на человека/в год	52.000
Токсичность для человека через воздух	м ³ воздуха/на человека/в год	3,1 · 10 ⁹

Нормализация для ресурсов

Resource	Annual production (1000 tons)	Normalisation reference (kg/pers/yr)
Oil	3.132.500	590
Coal	3.038.000	570
Iron	544.300	100
Lead	3.400	0,64
Zinc	7.300	1,4
Phosphate rock	147.000	28

Нормализация - Normalization



Воздействия на окружающую среду от выщелачивание из шлака (tox. = категории воздействия – экотоксичность и токсичность для человека) основаны на периоде выщелачивания - 100 лет.

Нормализация - Normalization

$$\mathbf{NEP(j) = EP(j) / ER(j)}$$

NEP(j) - нормализованный потенциал воздействия для категории воздействия j;

EP(j) - потенциальный вклад эмиссии в категорию воздействия

ER(j) - эталоном нормализации для j воздействия;

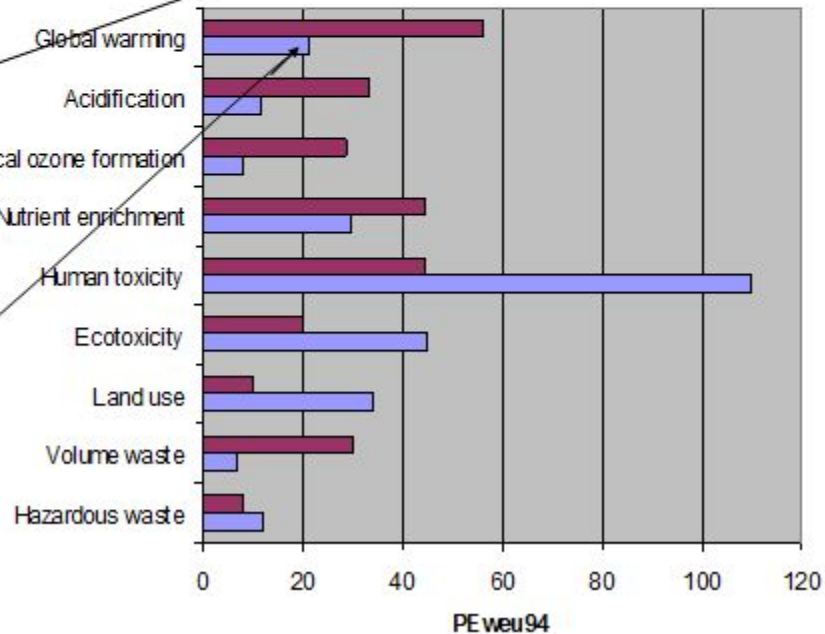
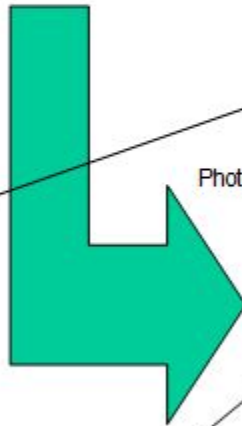
Нормализация

	A	B	
Global warming	174.000	461.100	kg CO ₂ -eq
Acidification	868	2.480	kg SO ₂ -eq
Photochemical ozone formation	200	720	kg C ₂ H ₄ -eq
Nutrient enrichment	3.576	5.364	kg NO ₃ ⁻ -eq
Human toxicity	3,40·10 ¹¹	1,38·10 ¹¹	m ³ air
Ecotoxicity	2,16·10 ⁷	9,60·10 ⁶	m ³ water
Land use	170	50	ha·yr
Volume waste	9.450	40.500	kg
Hazardous waste	248	165	kg

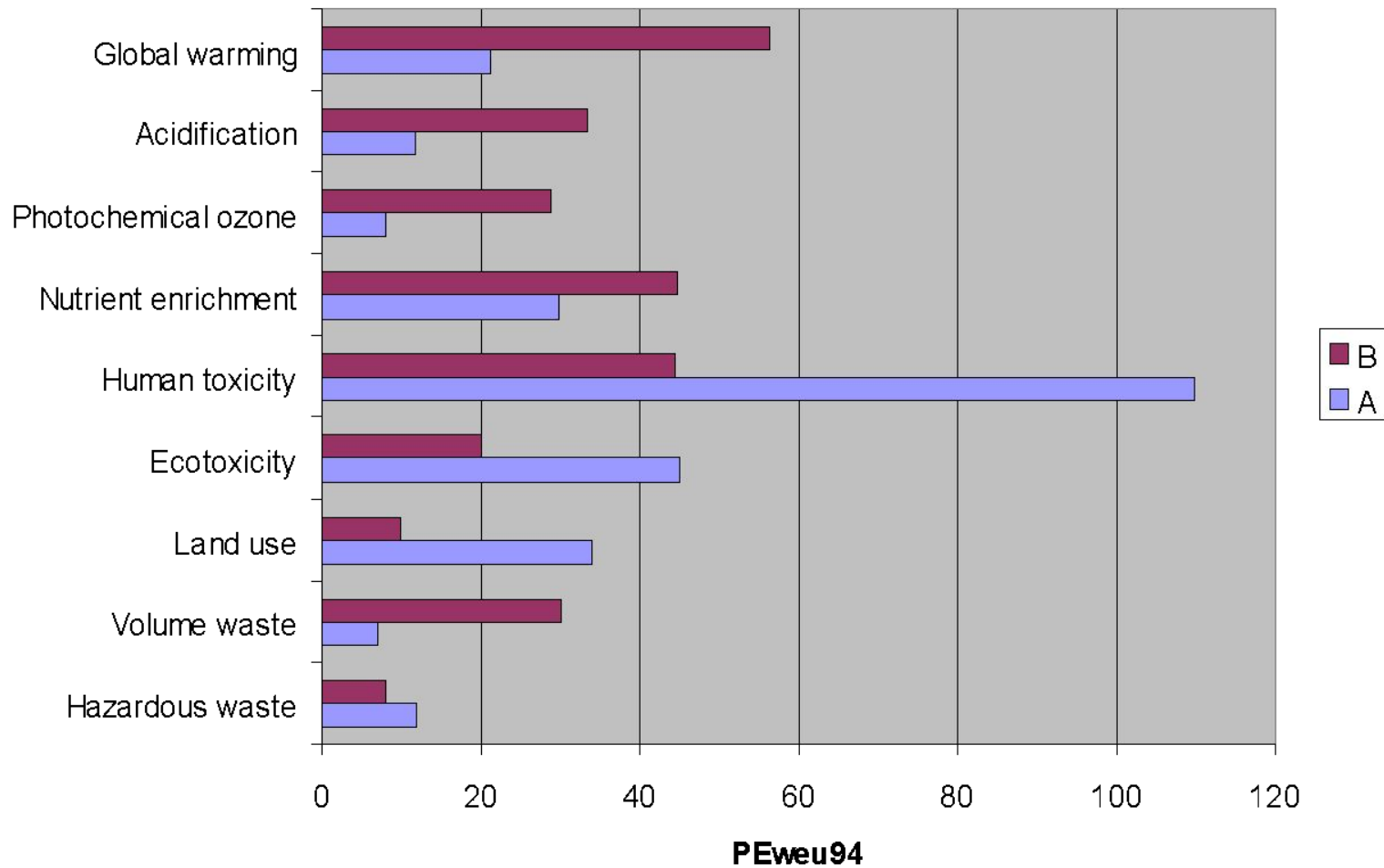
Impact category	Unit	Impact level in Europe per average person 1994*
Global warming	g CO ₂ -eq/person/yr	8,2·10 ⁶
Ozone depletion	g CFC11-eq/person/yr	103
Photochemical ozone formation	g C ₂ H ₄ -eq/person/yr	25.000
Acidification	g SO ₂ -eq/person/yr	74.000
Nutrient enrichment	g NO ₃ ⁻ -eq/person/yr	120.000
Chronic ecotoxicity in water	m ³ water/person/yr	350.000
Human toxicity via water	m ³ water/person/yr	52.000
Human toxicity via air	m ³ air/person/yr	3,1·10 ⁹

*global emission per world citizen for global impacts,
European emission per European citizen for regional impacts

$$NIP_A(j) = \frac{IP_A(j)}{NR(j)}$$



Нормализация



3.4 Взвешивание - *Weighting*

Задача - перед тем как допустить прямое сравнение потенциалов воздействия необходимо вначале убедиться в серьезности этих потенциалов друг с другом.

- **Группирование** - это сортировка категорий воздействия на номинальной основе, например, по таким характеристикам как эмиссии в воздух или в воду. Или же по масштабам: локальный, региональный или глобальный.

- **Ранжирование** - это распределение категорий воздействия по заданной иерархии, например, высокий, средний или низкий приоритет.

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

Ответить на вопрос: важно ли это воздействие или существуют другие более значимые воздействия в данной местности?

Взвешивание - Weighting

$$\mathbf{WP(j) = WF(j) \times NEP(j)}$$

WP(j)-взвешенный потенциал воздействия или потребляемый ресурс;

WF(j)-коэффициент взвешивания для категории воздействия или потребляемого ресурса (j);

NEP(j)-нормализованный потенциал воздействия.

а) Взвешивание потенциала воздействия на окружающую среду

Весовой коэффициент для воздействия на окружающую среду должен отражать важность категории воздействия по отношению к другим категориям, которые рассматриваются в рамках ОЖЦ. Определение весовых факторов должно включать в себя:

- Анализ взаимоотношений между эмиссиями и областями защиты.
- Анализ важности категорий воздействия или областей защиты для данного конкретного случая ОЖЦ.

При анализе важности должны быть рассмотрены следующие пункты:

- Какой уровень эффекта можно ожидать от воздействия (исчезновение видов, гибель отдельных особей, нарушение экосистем)?
- Насколько большая площадь будет зависеть от экологического ущерба?
- Насколько мы уверены в причинно-следственных связях между эмиссиями и эффектом воздействия?
- Насколько далеко уровень текущего воздействия от критических пороговых значений для данного вида воздействий?
- Когда эффект воздействия будет ощущаться?
- Будет ли экологический ущерб обратимым и если да, то как долго будет происходить восстановление после воздействия?

б) Взвешивание потребления ресурсов

Это взвешивание должно отражать, почему потребление данного ресурса является проблемой.

«Горизонт запаса»: Этот тип весового коэффициента отражает дефицит ресурсов по отношению к их потреблению.

Не возобновляемые ресурсы: это количество лет, за которые при сохранении нынешнего уровня потребления все известные и экономически пригодные запасы невозобновляемых ресурсов будут полностью истощены.

Возобновляемые ресурсы: это количество лет, которые пройдут до исчерпания этого ресурса при сохранении нынешних темпов использования и восстановления.

SH(i) – горизонт запаса / WF(i) – коэффициент взвешивания

$$SH(i) = \frac{\text{Содержание ресурса } i \text{ (на человека)}}{\text{Ежегодное потребление ресурса } i \text{ (на человека)}}$$

$$WF(i) = \frac{1}{SH(i)} \\ = \frac{\text{Ежегодное потребление ресурса } i \text{ (на человека)}}{\text{Содержание ресурса } i \text{ (на человека)}}$$

или.. $\frac{\text{Ежегодное(потребление минус восстановление) ресурса } i \text{ (на человека)}}{\text{Полная восстановительная способность ресурса } i \text{ (на человека)}}$

Классификация: “На что эти эмиссии влияют?”

- Распределение эмиссий по категориям воздействия

Характеристика: “Как сильно это воздействие?”

- Определение количества воздействий для каждой категории воздействия

Нормализация: “Это много или нет?”

- Сравнение потенциалов воздействия относительно друг друга

Valuation: “Это важно?”

- Ранжирование, группирование и взвешивание различных потенциалов воздействия

4. Интерпретация жизненного цикла

INTERPRITATION (ISO 14043)

Интерпретация

Это процедура, в которой результаты инвентаризационного анализа жизненного цикла и оценки воздействий жизненного цикла обобщаются и обсуждаются в качестве основы для заключений, рекомендаций и принятия решений в соответствии с целями и областью исследований.

На стадии интерпретации должны быть рассмотрены такие вопросы как:

- ✓ анализ чувствительности
- ✓ ограничение метода
- ✓ внешний обзор.

4.1 Анализ чувствительности

Анализ чувствительности является неотъемлемой частью фазы интерпретации. Он определяет ключевые фигуры ОЖЦ – тех смоделированных предположений, процессов и изменений окружающей среды, которые оказывают наибольшее влияние на результаты исследования.

- ✓ Эмиссии могут изменяться год от года
- ✓ Параметры могут быть получены с ошибкой или вовсе быть не измерены
- ✓ Распределение может быть сделано несколькими путями
- ✓ Как правильно выбрать временной горизонт
- ✓ Оценивать влияние на промежуточное или конечное звено

То есть – некоторые параметры недостаточно изучены могут быть проведены дополнительные исследования, или же при оценке изменить один из параметров и оценить влияние этого изменения!

В управлении отходами, в частности, может быть важным оценить чувствительность в отношении:

- Состава отходов.
- Энергии и материалов потраченных на систему управления отходами.
- Прогноз технологий в конце исследования.
- Временной горизонт в оценке воздействия долгосрочных эмиссий металлов и органических соединений из полигона.

4.2 Ограничения метода

Сложность процесса ОЖЦ и большое количество данных, необходимых для его завершения, приводят к некоторым ограничениям:

1. *Охват всех аспектов производственной системы.*
2. *Линейность моделирования.*
3. *Невозможность оценки всех категорий воздействия.*
4. *Доступность данных.*
5. *Оценка воздействия на окружающую среду.*
6. *Только выдает информацию для обоснования принятия решения.*

4.3 Отчетность и критический обзор

Как SETAC так и ISO требуют, чтобы доклад был прозрачным, с достаточной информацией, которую можно найти в:

- результатах;
- используемых данных и значениях;
- методах;
- предположениях;
- ограничениях исследования.

Области применения ОЖЦ

- Анализ происхождения проблемы, касающейся определенного продукта;
- Сравнение альтернативных вариантов данной продукции;
- Разработка новой продукции;
- Выбор между схожими продуктами
- Выбор типа упаковки.
- Оценка положительного экологического эффекта от использования различных видов биомассы, например для производства электричества или тепла
- Стратегическое сравнение различных видов транспорта (автомобильный, железнодорожный, водный), как основа для инвестирования в новую инфраструктуру.
- Экологизация строительной отрасли. Выбор строительных материалов должен производиться на основе проведения ОЖЦ.