

**Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Тюменский Государственный Университет**

На правах рукописи

ПРИТУЖАЛОВА ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКОБАЛАНС УПАКОВКИ ИЗ КОМБИНИРОВАННЫХ
МАТЕРИАЛОВ В ФЕДЕРАТИВНОЙ РЕСПУБЛИКЕ ГЕРМАНИЯ И
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Специальность 25.00.36 «Геоэкология»**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук

**Научные руководители:
доктор географических наук, проф. Осипов В.А.
доктор инженерных наук, проф. Рук В. (Prof. Dr. Ing. W. Ruck)**

Тюмень - 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление	1
Введение	5
Часть I. Методологическая основа экобалансов	12
Глава 1. Основные методологические положения экобалансов	12
1.1. Появление и развитие экобалансов	12
1.2. Понятие „Экобаланс“ и синонимы	16
1.3. Цели и возможности применения экобалансов	20
1.3.1. Цели и потенциал экобалансов	20
1.3.2. Сферы применения экобалансов	25
1.4. Институты, занимающиеся экобалансами	26
1.5. Международные и национальные нормы и стандарты по экобалансам	29
1.6. Требования к экобалансам	32
1.7. Структура экобалансов	34
1.7.1. Определение целей и области применения	35
1.7.2. Инвентаризационный анализ	37
1.7.3. Оценка воздействий	39
1.7.4. Интерпретация экологического баланса	42
1.8. Типы экобалансов	42
1.9. Методы оценки воздействий на окружающую среду	50
1.9.1. Классификация методов оценки воздействий	50
1.9.2. ABC-Анализ	52
1.9.3. Метод экопунктов	54
1.9.4. Модель критических объемов загрязнения	55
1.9.5. EPS-Метод	56
1.9.6. VNCI-Метод	56
1.9.7. Tellus-Метод	57
1.9.8. MIPS-Метод	57
1.9.9. КЕА-Метод и метод серой энергии	58
1.9.10. Метод токсических эквивалентов	59
1.9.11. CML-Метод	60
1.9.12. Словесно-аргументная оценка	60
1.9.13. Метод экоиндикаторов	61
1.9.14. Метод соотношений целей качества	62
1.9.15. Метод анализа полезного значения	62
1.10. Проблемы экобалансов	63
1.10.1. Определение границ системы	63
1.10.2. Проблемы учета данных	65
1.10.3. Сравнимость и единообразие экологических балансов	67
1.10.4. Проблема нормативов загрязнения	68
1.10.5. Проблема распределения	69
1.10.6. Повторное применение и рециклирование продуктов	69
1.11. Тенденции развития экобалансов	70
1.11.1. Экобалансы с учетом региональной специфики	71
1.11.2. Оценка регионов с помощью экобалансов	72

1.11.3. Компьютерная поддержка экобалансов	73
1.12. Критический обзор экобалансов	76
1.13. Выводы	78
Глава 2. Экобалансы в Российской Федерации	80
2.1. Развитие экобалансов в Российской Федерации	80
2.2. Практический опыт в сфере экобалансов в Российской Федерации	80
2.3. Особенности экобалансов в Российской Федерации	83
2.4 Выводы	84
Часть II. Эмпирическое исследование упаковки с помощью экобаланса	85
Глава 3. Сравнительный экобаланс упаковки из комбинированных материалов в Федеративной Республике Германия и Российской Федерации	85
3.1. Определение целей и области применения	85
3.1.1. Определение целей	85
3.1.2. Определение области применения	85
3.1.2.1. Описание объекта исследования	85
3.1.2.2. Описание исследуемой системы упаковки	87
3.1.2.3. Структура жизненного пути упаковки	87
3.1.2.4. Функциональная единица	89
3.1.2.5. Границы производственной системы упаковки	89
3.1.2.6. Категории данных	90
3.1.2.7. Источники и качество данных	91
3.1.2.8. Процедуры распределения	93
3.1.2.9. Метод оценки воздействия	94
3.1.3. Сценарии оценки жизненного цикла упаковки	94
3.1.4. Основные принципы инвентаризации данных	95
3.2. Инвентаризационный анализ	97
3.2.1. Описание производственных модулей	97
3.2.2. Процедура расчета	97
3.2.2.1. Общая информация	97
3.2.2.2. Коэффициенты перевода	98
3.2.2.3. Анализ неопределённости результатов	105
3.3. Оценка воздействий	105
3.3.1. Выбор категорий воздействия	105
3.3.2. Увязывание инвентаризационных данных с воздействиями на окружающую среду	106
3.3.3. Методики расчета индикаторов воздействия	107
3.3.3.1. Парниковый эффект	107
3.3.3.2. Выбросы фотооксидантов	108
3.3.3.3. Евтрофикация почв и водоемов	109
3.3.3.4. Закисление среды	111
3.3.3.5. Потребление ресурсов	111
3.3.3.6. Токсическое воздействие на человека	114
3.3.3.7. Токсическое воздействие на организмы и экосистемы	114
3.3.3.8. Образование отходов	115
3.3.4. К необязательным элементам оценки воздействия жизненного цикла	115

3.4. Интерпретация жизненного цикла	116
3.4.1. Результаты оценки воздействия по категориям воздействия	116
3.4.2. Результаты оценки воздействия по этапам жизненного пути	119
3.4.2.1. Парниковый эффект	120
3.4.2.2. Выбросы фотооксидантов	121
3.4.2.3. Евтрофикация	122
3.4.2.4. Закисление среды	123
3.4.2.5. Потребление ресурсов	124
3.4.2.6. Токсическое воздействие на человека	128
3.4.2.7. Токсическое воздействие на организмы и экосистемы	129
3.4.2.8. Образование отходов	130
3.4.3. Ранжирование категорий воздействия	131
3.4.3.1. Подход к ранжированию	131
3.4.3.2. Результаты оценки воздействия с учетом ранжирования категорий воздействия	133
3.4.4. Идентификация проблемных экологических аспектов и возможностей улучшения упаковки напитков из комбинированных материалов	135
3.4.5. Рекомендации по проведению оценки экобалансов в Российской Федерации	137
3.5. Выводы	137
Заключение	140
Библиографический список использованной литературы	143
Приложение 1. Дополнительная информация о жизненном пути упаковки напитков из комбинированных материалов	163
А. Производство упаковочного картона и разлив напитков в России и Германии	163
В. Сбор и сортировка отходов упаковки в России и Германии	164
§ В-1. Обращение с отходами упаковки в Германии	164
§ В-2. Сбор отходов упаковки в России	165
§ В-3. Возможности переработки использованной упаковки из комбинированных материалов	167
С. Сжигание отходов в России и Германии	169
Д. Загрязнение от автотранспорта в России и Германии	171
Приложение 2. Описание производственных модулей	174
А. Добыча и обработка сырья	174
§ А-1. Выплавка первичного и вторичного алюминия в сценарии 1	174
§ А-2. Выплавка первичного и вторичного алюминия в сценариях 2 и 3	175
§ А-3. Вырубка круглого леса в сценарии 1	176
§ А-4. Учет использования земельных ресурсов	177
§ А-5. Вырубка круглого леса в сценариях 2 и 3	179
§ А-6. Производство полиэтилена в сценариях 1, 2 и 3	183
В. Производство упаковочных материалов	184
§ В-1. Особенности моделирования производства картона	184
§ В-2. Производство картона в сценарии 1	185
§ В-3. Производство картона в сценариях 2 и 3	186
§ В-4. Производство алюминиевой фольги в сценарии 1	189

§ В-5. Производство алюминиевой фольги в сценариях 2 и 3	190
§ В-6. Производство упаковочного картона в сценарии 1	190
§ В-7. Производство упаковочного картона в сценариях 2 и 3	191
С. Производство упаковки	192
§ С-1. Особенности моделирования производства гофрокартона	192
§ С-2. Производство гофрокартона в сценарии 1	192
§ С-3. Производство гофрокартона в сценариях 2 и 3	193
§ С-4. Производство паллет в сценарии 1	196
§ С-5. Производство паллет в сценариях 2 и 3	196
§ С-6. Особенности моделирования разлива напитков	197
§ С-7. Разлив напитков в сценариях 1, 2 и 3	200
Д. Продажа, потребление напитков и обращение с использованной упаковкой	201
§ D-1. Особенности моделирования продажи и потребления напитков	201
§ D-2. Сортировка макулатуры в сценарии 1	201
§ D-3. Сортировка отходов упаковки в сценарии 1	202
§ D-4. Сбор макулатуры в сценарии 2	203
Е. Утилизация отходов и очистка сточных вод	205
§ Е-1. Особенности моделирования сжигания мусора	205
§ Е-2. Мусоросжигательный завод в сценарии 1	206
§ Е-3. Мусоросжигательный завод в сценарии 2	209
§ Е-4. Особенности моделирования складирования отходов	212
§ Е-5. Полигон отходов в сценарии 1	212
§ Е-6. Полигоны отходов в сценариях 2 и 3	219
§ Е-7. Способы обезвреживания отходов	225
§ Е-8. Особенности моделирования очистки сточных вод	226
§ Е-9. Очистные сооружения в сценарии 1	226
§ Е-10. Очистные сооружения в сценариях 2 и 3	227
Ф. Транспортировка	230
§ F-1. Особенности моделирования транспортировки в сценарии 1	230
§ F-2. Транспортировка грузов в сценарии 1	233
§ F-3. Транспортировка мусора в сценарии 1	235
§ F-4. Транспортировка грузов в сценариях 2 и 3	236
§ F-5. Транспортировка мусора в сценариях 2 и 3	238
Приложение 3. Инвентаризационные данные	239
Приложение 4. Результаты оценки воздействия	269
Приложение 5. Карта малонарушенных лесных территорий Российской Федерации	274
Указатель использованных сокращений	278

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования определяется ролью и значением экологической оценки продукции в снижении антропогенного пресса на окружающую среду. Причиной экологического кризиса является хозяйственная деятельность человека, основная цель которой – производство различной продукции.¹ Поэтому продукцию и сопряженные с ее изготовлением технологические процессы в условиях постоянно растущих объемов производства и рынков сбыта следует рассматривать в качестве главного источника загрязнения окружающей среды. Чтобы уменьшить негативное влияние продукции на окружающую среду, необходима ее *экологическая оценка*, позволяющая регистрировать и характеризовать различные экологические аспекты продукции и оптимизировать ее. Поскольку на протяжении своего жизненного цикла любая продукция неоднократно вносит вклад в загрязнение окружающей среды, прежде всего, при производстве, использовании и утилизации, *оценка продукции должна учитывать экологические воздействия на всех стадиях жизненного цикла*.

Проблема адекватной оценки экологического воздействия продукции появилась одновременно с пониманием необходимости охраны окружающей среды. Для учета и характеристики экологических аспектов продукции разработаны различные методы. В этом контексте развивается и используется *методика оценки жизненного цикла, или методика экобалансов*.² Методика экобалансов появилась в конце 60-х - начале 70-х гг. 20 в., ее расцвет пришелся на 80-е гг. (см. п. 1.2). Сущность экобалансов заключается в инвентаризации связанных с той или иной продукцией материально-энергетических потоков и оценке их потенциальных экологических воздействий на протяжении всего ее жизненного цикла, так сказать «от колыбели до могилы», что делает возможным ее целенаправленное усовершенствование. В последние годы этот многообещающий инструмент оценки продукции с точки зрения экологической опасности пользуется заслуженным вниманием в науке, производстве, а также в сфере экологической политики во многих развитых странах, особенно европейских. В России же экобалансы сравнительно мало известны и практически не используются на практике.

Между тем *актуальность экобалансов в современной России* очень высока. Наша страна унаследовала ресурсоемкую экономику со структурой, перекошенной в сторону тяжелой индустрии, которая определяет высокий антропогенный пресс на природу. Как

¹Здесь термин «продукция» включает в себя все материальные блага, включая услуги.

²Авторы данной работы придерживаются мнения, что понятия «оценка жизненного цикла» и «экобаланс» синонимичны, однако, отдают предпочтение более краткому варианту «экобаланс». Подробнее о терминологической проблеме см. п. 1.2.

следствие, в ряде регионов страны сформировались острые и даже критические экологические ситуации (Клюев, 2003). Поэтому потребность в защите окружающей среды в России растет.

В то время как в зарубежных странах необходимость экологической оценки продукции для рациональной охраны окружающей среды на сегодня бесспорна, в связи с чем активно развиваются эcobалансы, экологическая маркировка, экологический маркетинг, *значение оценки воздействия продукции на окружающую среду в России недооценивается.*

Общепризнанным является и то, что упомянутые инструменты только тогда могут объективно представить воздействие продукции на окружающую среду, когда они рассматривают весь ее жизненный цикл (Schaltegger, Sturm, 1994, с.31). Распространенные же в Российской Федерации инструменты экологической оценки, например, экологическая экспертиза и ОВОС, по сути, направлены на рассмотрение предприятия. Объектом исследования является или техническое сооружение или место размещения производства, предметом – его воздействие на окружающую природную среду. Такой подход к экологической оценке хозяйственной и иной деятельности хотя и дает возможность ее оптимизации, однако обнаруживает недостатки:

1) Так как различие между воздействиями одного или нескольких изготавливаемых на предприятии видов продукции не производится, эти инструменты не позволяют оценить ее.

2) Так как экологическая оценка проводится, как правило, для каждого предприятия в отдельности, нет возможности проследить цепочку негативного воздействия на окружающую среду той или иной продукции (от поставщика сырья и производителей до потребителей и утилизаторов). То есть экологические аспекты продукции, связанные с отрезками ее жизненного пути, предшествующими или следующими за рассматриваемым, оказываются неучтенными.

Для решения первой проблемы целесообразно применение современных программных оболочек, позволяющее распределить суммарные материально-энергетические потоки одного предприятия, а вместе с тем и его экологическое воздействие, по отдельным видам выпускаемой им продукции (см. п. 1.11.3). Сведения об экологических аспектах различных этапов жизненного цикла могут быть получены посредством сбора информации по цепочке релевантных предприятий. То есть основа проведения эcobалансов в России имеется. Однако программные продукты для составления эcobалансов в России практически не используются. Шаги со стороны предприятий в направлении сотрудничества с целью проведения оценки жизненного

цикла продукции также до сих пор предпринимаются очень редко.

Таким образом, традиционная экологическая оценка хозяйственной деятельности в Российской Федерации не направлена ни на продукцию, как таковую, ни на ее жизненный цикл. *Поэтому методика эcobалансов, как ориентированный на жизненный цикл продукции инструмент охраны окружающей природной среды, с ее широкими возможностями практического применения имеет большие перспективы развития и высокое значение для улучшения экологической ситуации в России.* Раскрытие методологической основы эcobалансов, являющееся одной из целей данной работы, призвано способствовать внедрению этого инструмента в нашей стране.

Наряду с обзором методологии эcobалансов в данной работе содержится *эмпирический анализ жизненного пути продукции на примере упаковки напитков.* Данный вид продукции выбран не случайно. Упаковка находится в центре внимания составителей эcobалансов уже на протяжении нескольких десятилетий. Прежде всего, это обусловлено остротой проблем, связанных с обезвреживанием ее отходов (начиная от отвода земель под полигоны для их захоронения и мусоросжигательные заводы и заканчивая неблагоприятным экологическим воздействием этих объектов), ведь они составляют порядка 30% массы и 50% объема всех бытовых отходов (Wojkow, 1989, с.127; Both et al., 1995, с.1).³ Однако, утилизация использованной упаковки - далеко не единственная экологическая проблема: ее изготовление требует расхода природного сырья, способствует росту загрязнению окружающей среды как в процессе производства, так и на этапе ее дистрибуции. К наиболее распространенным типам упаковки относится упаковка продовольственных товаров, в том числе напитков. Ее доля в общем объеме бытовых отходов достигает 10%, в первую очередь, за счет одноразовой упаковки (Sturm, 1992, с.1).

Экологическая оптимизация упаковки напитков может идти по двум направлениям, на каждом из которых можно достичь успеха с помощью эcobаланса:

- снижение потребления упаковки;
- сведение к минимуму воздействия жизненного цикла упаковки.

Еще одним аргументом в пользу проведения эcobаланса для данного вида продукции служит то, что упаковка – один из немногих продуктов, с которым каждый из

³Эти данные относятся к 1983-1985 гг. к территории Австрии, однако, они актуальны и сегодня, так как количество образующихся отходов упаковки с середины 80-х гг. в большинстве европейских стран находится в состоянии стагнации. Это подтверждается данными Европейского Агентства Окружающей среды (ЕЕА): средняя доля упаковки в составе бытовых отходов в Европе достигает 30-35% по массе и 50% по объему (Stanners, Bourdeau, 1995).

нас ежедневно контактирует, поэтому в условиях растущего экологического сознания населения на нее направляется повышенное внимание.

Итак, эcobалансы упаковки позволяют существенно снизить ее негативное воздействие на окружающую среду. Их результаты могут быть использованы для принятия решений производителями, потребителями упаковки и государственными структурами.

Для закрепления полученных теоретических знаний на практике, в данной работе проводится *эcobаланс упаковки напитков, а именно, сравнительное исследование упаковки напитков из комбинированных материалов⁴ в Федеративной Республике Германия и в Российской Федерации.* Чтобы показать новизну данного исследования, дадим краткое **описание состояния разработки эcobалансов упаковки напитков.**

Исследованию упаковки посвящено около 40% всех эcobалансов (Ökobilanzen für Produkte, 1992, с.21). В значительной части этих работ рассматривается упаковка напитков. Наибольшее значение из них имеют следующие исследования: Ökobilanzen von Packstoffen (1984), Franke (1984), Alber (1985), Lundholm, Sundström (1985), Verpackungen... (1985), Steger, Feess-Dörr (1988), Bojkow (1989), Golding (1989), Einweg- und... (1989), Thome-Kozmiensky, Gottwald (1989), Rieckmann (1990), Ökobilanz von Packstoffen (1991), Feess-Dörr et al. (1991), Schmitz (1992), Schmitz et al. (1995), Breitenacher et al. (1997), Ökoinventare... (1998), Ökobilanz für Getränke... (2000a, 2000b).

В эcobалансах упаковки напитков, как правило, делается упор на следующие аспекты:

- сравнение одноразовой и многоразовой упаковки одного типа (например, одноразовых и многоразовых стеклянных бутылок) или различных типов (например, стеклянных и пластиковых бутылок, картонной и металлической упаковки);
- улучшение экологических аспектов упаковки;
- проблемы установления залоговой цены на упаковку и квот на ее переработку.

Результаты некоторых эcobалансов, вышедших в 80-х гг., противоречат друг другу, так как за основу взяты различные допущения (например, по числу циклов использования многоразовой упаковки, производственным технологиям). В условиях становления методики эcobалансов, когда еще отсутствовало четкое представление об их методологической структуре, требованиях к источникам информации и т.д., это было

⁴Упаковкой из комбинированных материалов называют упаковку, состоящую как минимум из двух веществ, причем ее основной материал может быть различным. До 90% всей упаковки из комбинированных материалов производится на основе картона (Both et al., 1995, с.19).

неминуемо. Тем не менее, *исследования упаковки напитков позволяют сделать следующие основные выводы:*

- В данной сфере необходим превентивный подход, в соответствии с которым приоритеты в обращении с упаковкой должны расставляться следующим образом: снижение потребления упаковки – применение многоразовой упаковки – переработка отходов – обезвреживание отходов (Both et al., 1995, с.89ff.; Wollny, 1992, с.18).
- Что касается экологической оценки различных типов упаковки напитков, отмечается следующее: упаковка многоразового использования и одноразовая упаковка из комбинированных материалов на основе картона выигрывают по сравнению с одноразовой тарой из стекла, пластика и металла (см., например, Feess-Dörr et al., 1991, с.86f.).

На основании рассмотренного опыта проведения эcobалансов упаковки напитков можно сделать вывод о том, что это достаточно хорошо изученная научная и практическая сфера. Однако подавляющее большинство эcobалансов данного вида продукции проводится либо для одного типа упаковки с целью улучшения его экологических аспектов, либо для альтернативных ее видов с целью определения наиболее приемлемой с экологической точки зрения упаковки. Таким образом, **научная новизна данной работы** заключается в том, что исследуется один и тот же вид упаковки напитков (упаковка из комбинированных материалов), но в разных географических рамках (в Германии и России).

Основной целью диссертационной работы является изучение методики эcobалансов и исследование с ее помощью экологических воздействий упаковки напитков в Федеративной Республике Германия и в Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- во-первых, изучить методологическую основу эcobалансов;
- во-вторых, выявить уровень развития эcobалансов в Российской Федерации;
- в-третьих, для апробации изученной методики провести эcobаланс упаковки напитков из комбинированных материалов, выпускаемой в Германии и в России.

Объектом диссертационного исследования является производственная система⁵ упаковки напитков из комбинированных материалов, изготавливаемой на основе картона, ламинированного полиэтиленом и алюминием.

⁵Под производственной системой понимается совокупность материально или энергетически связанных единичных процессов, которая выполняет конкретные функции (ГОСТ Р ИСО 14040-99, с.3).

Предметом исследования является воздействие производственной системы упаковки из комбинированных материалов на окружающую среду.

При написании диссертационной работы использовались следующие **методы исследования**: методы сравнения, моделирования, абстрагирования, логического анализа и синтеза, а также геосистемный, описательный, статистический, картографический и исторический методы.

Теоретической и методологической основой работы послужили труды Р.Мюллер-Венка, А.Брауншвайга, Ф.Рубика, Ф.Тайхерта, Ш.Шальтеггера и А.Штурма, Ш.Шмиц, Э.Ребиндера, М.Бека, К.Корино, Х.Кркмара, Х.Кунхенна, Ж.Бенинг. Используются Государственные стандарты Российской Федерации, касающиеся оценки жизненного цикла (аутентичные тексты соответствующих международных стандартов).

Информационную базу исследования представляют исследования немецкой Федеральной службы окружающей среды, статистические сборники и доклады Министерства природных ресурсов Российской Федерации и подведомственных организаций, а также Российского экологического федерального информационного агентства.

Теоретическая значимость работы заключается в систематизированном изложении общих методологических принципов экобалансов, раскрытии возможностей применения и структуры, характеристике подходов к оценке экологического воздействия, анализе проблем и тенденций развития экобалансов, а также в выявлении уровня, проблем и особенностей внедрения экобалансов в Российской Федерации.

Практическая значимость работы обусловлена тем, что результаты работы позволяют решать следующие научно-практические задачи: научное обоснование путей экологической оптимизации продукции и производственных процессов, использование достижений научных разработок в практической деятельности предприятий, совершенствование государственного регулирования в области решения природоохранных задач, использование научных разработок в учебном процессе высших учебных заведений (в курсе «Оценка жизненного цикла продукции»).

Апробация диссертационной работы. Данное исследование было предоставлено в диссертационный совет Университета г. Люнебург (Германия) на соискание ученой степени Доктора естественных наук (*Dr. rerum naturalium*), успешно защищено и опубликовано в Германии в феврале 2006 года.

Публикации. По результатам выполненных исследований подготовлено 3 работы общим объемом 0,7 п.л.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения,

трех глав, заключения, списка литературы и 5 приложений. Исследование содержит 137 страниц печатного текста, 32 рисунка и 63 таблицы. Список литературы состоит из 360 источников.

В части I рассматриваются и анализируются основные методологические положения эcobалансов, как одного из наиболее перспективных методов экологической оценки изготавливаемой и потребляемой продукции. Понятие «Эcobаланс» толкуется различными авторами и институтами многозначно. Разобраться в его содержании без учета особенностей формирования этого инструмента сложно. Поэтому *в первой главе* сначала исследуются появление и развитие методики эcobалансов, на базе чего обсуждаются различные трактовки понятия «эcobаланс». Затем рассматриваются цели и возможности применения эcobалансов, научная и практическая деятельность ведущих институтов разных стран в данной сфере, основные международные нормы и стандарты составления эcobалансов, а также требования к ним. Помимо этого в первой главе изучаются структура и типология эcobалансов, описываются применяемые для оценки экологического воздействия жизненного цикла продукции подходы. Важная роль отводится выявлению методологических проблем эcobалансов и актуальных трендов, в завершение чего дается критическая оценка данной методики. *Во второй главе* исследуется современное положение эcobалансов в Российской Федерации. Основные теоретические аспекты методики эcobалансов в России и других государствах (требования, структура, типы эcobалансов) совпадают, так как международные стандарты приняты в России в виде ГОСТов. Поэтому после краткого обзора истории развития эcobалансов в нашей стране анализируется российская практика их использования. При этом, во-первых, рассматривается опыт российских предприятий по составлению эcobалансов, а, во-вторых, вскрываются особенности и проблемы эcobалансов в России.

Часть II посвящена проведению сравнительного эcobаланса упаковки из комбинированных материалов, производимой в Германии и в России. *В главе 3* определяются базовые параметры эcobаланса – его цели и область применения. На их основе проводится инвентаризация потоков материала и энергии на всех фазах жизненного цикла упаковки, изготавливаемой как в Германии, так и в России, по итогам которой осуществляется оценка экологического воздействия упаковки. И, наконец, даются сравнительный анализ жизненного цикла упаковки в обеих странах и рекомендации по улучшению упаковки напитков, с одной стороны, и по проведению эcobалансов в Российской Федерации, с другой стороны.

В заключении приводятся основные выводы данной работы.

ЧАСТЬ I. МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЭКОБАЛАНСОВ

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭКОБАЛАНСОВ

1.1. Появление и развитие эcobалансов

В данном разделе рассматривается формирование эcobалансов, как инструмента экологической оценки продукции, задачами которого являются учет и оценка воздействия объекта исследования на окружающую среду по всем этапам его жизненного цикла.

Идея эcobаланса появилась в 60-х гг. 20 в. под влиянием экологического и нефтяного кризисов.⁶ Первый эcobаланс («Resource and environmental profile analysis») был составлен в 1969 г. в Исследовательском Институте Среднего Запада (Midwest Research Institute, США) по заказу компании Coca-Cola для различных типов упаковок напитков (Corino, 1995, с.3; Behrendt, Kreiblich et al., 1998, с.3; Hunt, Franklin et al., 1974; Spiller, 1996, с.351).

Предшественниками эcobалансов в Европе в начале 70-х гг. стали так называемые социальные балансы или социализированная бухгалтерская отчетность (см., например, Карп, 1972; Kunhenn, 1997; Heigl, 1974; Dierkes, 1974; Dierkes, Koppmann, 1974; von Wysocki, 1981; Klopfer, 1993). По М.Диркесу и У.Копманну социализированная бухгалтерская отчетность представляет собой «процесс организованного учета, обработки и коммуникации сведений о первичных, вторичных и более высокого уровня общественных воздействиях» деятельности предприятий (Dierkes, Koppmann, 1974, с.297). В каталоге минимальных требований к социальным балансам предприятий упоминаются три критерия, касающиеся загрязнения окружающей среды, – величина загрязнения, мероприятия по снижению и компенсации ущерба, выполнение требований законодательства (Abschlußbericht..., 1979).

Если в первых эcobалансах исследовались частные вопросы – высчитывалась потребность в энергии, проводилось измерение входных и выходных потоков химических субстанций разных производственных процессов, энергетических систем или различных типов упаковки (Schaltegger, Burritt, 2000, с.242),⁷ то с начала 70-х гг. особое внимание стало уделяться сравнительному системному анализу, в частности анализу упаковки напитков (см., Hunt, Franklin et al., 1974; Oberbacher, 1975; Basler, Hoffmann, 1974; Systemvergleich..., 1977; Schalit, Wolfe, 1978). Пионерами в составлении эcobалансов были

⁶См. BUWAL: Der wahre Reichtum liegt im Gebrauch, <http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/buwalcontent/umweltbericht2002/d/22.pdf>.

⁷Об этом подробнее см. Basler, Hoffmann, 1974; Henn, Fava, 1984; Kindler, Nikles, 1979; Oberbacher, Schönborn et al., 1974; Schalit, Wolfe, 1978.

инженеры и экономисты, однако, с тех пор множество научных дисциплин внесли свой вклад в их становление, благодаря чему эcobаланс стал междисциплинарным полем деятельности (Schaltegger, 1994, с.121).

Одним из основателей теории эcobаланса можно назвать швейцарца Р.Мюллер-Венка, первым разработавшего концепцию учета экологических воздействий, исходящих от отдельного предприятия (Müller-Wenk, 1978). Эта «консистентная теоретическая концепция социального баланса в области охраны окружающей среды на производстве», разработанная им в качестве системы измерений и получения информации о предприятии, успешно применялась на практике (там же, с.7). Претерпевшая дальнейшее развитие методика Мюллер-Венка была опубликована швейцарской Федеральной службой окружающей среды, леса и ландшафтов (BUWAL, ранее BUS) и до сих пор применяется как для составления эcobалансов предприятия, так и для оценки упаковочных материалов и упаковки (Methodik für Ökobilanzen..., 1990, см. также п. 1.9.3).

Важными вехами развития эcobалансов в начале 80-х гг. стали, во-первых, возможность составления эcobалансов на основе среднестатистических значений для той или иной исследуемой области (так называемых «базовых данных»), а во-вторых, появление еще одной фундаментальной методики составления эcobаланса благодаря работе швейцарской BUWAL (так называемой «Модели критических объемов загрязнения», см. п. 1.9.4). Швейцарским ученым в это время принадлежала ведущая роль в сфере эcobалансов, ими были собраны многочисленные данные для составления эcobалансов и разработаны модели оценки экологического воздействия.

В то время как при экологической оценке продуктов и производства в 60-х и 70-х гг. доминировали вопросы энергетических и материальных выбросов в воздушную и водную среды и воздействия на окружающую среду отдельных токсичных веществ, в начале 80-х гг. в результате ухудшения экологической ситуации круг рассматриваемых вопросов существенно расширился. Так, в одном из первых обширных и детальном эcobалансов, вызвавших широкий научный резонанс, составленном BUWAL по заказу Учреждения Швейцарской Конфедерации по проверке материалов и исследованиям (ЕМРА) и вышедшем под заголовком «Эcobалансы упаковочных материалов», наряду с потреблением энергии и выбросами загрязняющих веществ в воду и воздух было проанализировано образование отходов (Ökobilanzen von Packstoffen, 1984). К слову, именно ЕМРА в первой половине 80-х гг. предложило термин «эcobаланс» (Thalmann, Humbel, 1985a, 1985b, 1985c, 1985d, 1985e; Schaltegger, Sturm, 1994, с.68).

С тех пор был достигнут значительный прогресс в теории и практике эcobалансов. По всему миру промышленными предприятиями, органами власти, исследовательскими

институтами и высшими школами было опубликовано несколько сотен практических исследований (см., например, Lundholm, Sundström, 1985, 1986; Guinée, Huppes, 1989; Boustead, 1990).

В середине 80-х гг. широкая дискуссия об эcobалансах и оценке экологических воздействий развернулась в Германии. Практический опыт составления экологических балансов на предприятиях ФРГ имеется с 1987 г. (Beck, 1993, с.117f.; Forschungsprojekt, 1987, 1989). В первых немецких эcobалансах анализировались лишь отдельные вопросы (анализ входных и выходных потоков, некоторые аспекты баланса производственных процессов или продуктов); первый полный эcobаланс вышел в ФРГ только в начале 90-х гг. (Forschungsprojekt, 1991). Широкое освещение эcobалансов, составленных немецкой Федеральной службой окружающей среды (UBA), и других исследований в специальной прессе и СМИ содействовало росту интереса к эcobалансам как в широких научных кругах, так и среди общественности (см., например, Das Umweltbundesamt fordert..., 1992; Das Umweltbundesamt will..., 1992). Нужно отметить, что нигде в мире, кроме Германии, не получили распространения публикации в СМИ, в научно-популярной форме освещающие проблемы эcobалансов, например, возможности переноса существующих правовых положений составления балансов на методику эcobалансов или юридические аспекты ее регулирования.

С конца 80-х гг. в сфере эcobалансов наметился переход от изолированного рассмотрения отдельных экологических аспектов к интегральному рассмотрению производственных и продукционных систем и их взаимодействия с окружающей средой. Помимо этого, после проведения Международной конференции по охране окружающей среды в 1992 г. в Рио-де-Жанейро было выдвинуто требование дополнить экологические вопросы социальными и экономическими аспектами.⁸ Вообще, для этого периода характерно появление на глобальном и национальном уровнях эталона устойчивого развития (sustainable development) и выдвижение на передний план инструментов, которые, учитывая экономические и социальные рамки, могут обеспечить естественные основы жизни человечества на долгосрочную перспективу (Umweltgutachten, 1994; Tegethoff, 1997). Так, в отчете-заключении исследовательской комиссии «Защита человека и окружающей среды» немецкого бундестага эcobалансы были во всеуслышание названы инструментом претворения в жизнь концепции устойчивости (Konzept..., 1997, с.365). В это время вырос интерес к содержанию и качеству используемой для составления эcobалансов информации и подходам к оценке воздействия (Schaltegger, Burritt, 2000,

⁸См. Greenpeace Deutschland: Aktuelle Ökobilanzen zum Werkstoff PVC - eine kritische Prüfung (critical review), http://archiv.greenpeace.de/GP_DOK_3P/HINTERGR/C03HI36.PDF.

с.243). Важным фактором развития эcobалансов в Германии в 90-х гг. является также большое внимание к данной теме со стороны политиков, союзов промышленников и отраслевых объединений (см., например, Produktbezogener Umweltschutz..., 1992, с.333f.; Umweltbericht 1998, 1998, с.28ff.; Die Durchführung..., 1999).

Эта фаза развития экологических балансов еще продолжается, спектр проводимых эcobалансов расширяется. Наряду с упаковкой, основными объектами исследований являются химикалии, электроника, строительные вещества, продукты питания и, как ни странно, подгузники (см., например, Lentz, Franke et al., 1989; Rubik, 1994, с.5f.; Rubik, Baumgartner, 1991, с.43ff.; Schmitz, Oels et al., 1995; Ökobilanzen für Produkte, 1992, с.21).⁹ Появились эcobалансы для такого сложного продукта, как автомобиль (Hoffmann, 1993, с.174f.; Marsmann, 1994, с.11f.; Ökobilanz Auto, 1991) и целый ряд теоретических исследований, в которых дается методологический обзор эcobалансов (Rubik, Grotz, 1997; Stellungnahme..., 1992, с.42ff.; Ökobilanzen von Packstoffen in Theorie..., 1993; Guidelines..., 1993; Ökobilanzen für Produkte, 1992; Life-Cycle Assessment, 1993).

В процессе непрерывного методологического развития была выработана оптимальная структура эcobаланса, однако общепринятая точка зрения на проведение оценки воздействия до сих пор отсутствует (Guidelines..., 1993, с.6f., см. также п. 1.7). При этом достижение консенсуса в вопросах проведения оценки воздействия снова и снова требуется различными заинтересованными сторонами с целью ограничения возможности манипуляций при составлении эcobалансов, чтобы данная методика могла с полным правом претендовать на всеобщее признание (Ökobilanzen für Produkte, 1992, с.23, 64). Таким образом, *новейшее развитие эcobалансов* стремится к стандартизации методики. Результатом этого стремления стало появление в 1997 г. серии международных норм ИСО 14040, призванных повысить качество и прозрачность эcobалансов (см. п. 1.5).

Согласно Ш.Шальтеггеру современные научные изыскания в сфере эcobалансов наряду со стандартизацией процедуры эcobаланса и подходов к оценке воздействия нацелены на следующие аспекты, отражающие основные проблемы эcobалансов (Schaltegger, 1994, с.121, см. также п. 1.10):

- критерии определения границ рассматриваемых систем;
- модели классификации и взвешивания¹⁰ различных экологических воздействий;
- сбор среднестатистических данных по экологическому загрязнению (базовых

⁹См. также Forum Hygiene und Umwelt: Was sagen Ökobilanzen über die Umweltverträglichkeit der einzelnen Windelsysteme? <http://www.forum-hygiene.de/themen-thesen/themen-thesen-7.html>.

¹⁰Под взвешиванием в сфере эcobалансов понимается определение относительного «веса» различных экологических воздействий, выражающегося через степень их опасности, актуальность, масштабность и т.д.

данных).

Помимо этого можно выделить еще два аспекта современного развития методики экобалансов (подробнее об этом см. в п. 1.11):

- тенденция перехода от составления экобалансов продуктов к составлению экобалансов более крупного масштаба – для целых предприятий, групп предприятий и отраслей экономики, административно-территориальных единиц;
- разработка и внедрение программных оболочек для составления экобалансов.

1.2. Понятие «Экобаланс» и синонимы

Понятие «Экобаланс» зародилось в немецкоязычных государствах. Однако даже там оно толкуется как в науке и экологической политике, так и в повседневном языковом употреблении крайне многозначно.

Понятие «экобаланс» состоит из двух частей: «эко» от «экологический» и «баланс». Слово «bilancio» в переводе с итальянского означает «равновесие» (Beck, 1993, с.117); оно происходит от «bi-lanx» («имеющий две чаши») и в широком смысле слова обозначает итог противопоставления корреспондирующих величин и событий (Sietz, von Saldern, 1993, с.11). В экономике под балансом принято понимать противопоставление актива и пассива предприятия (Wöhe, 1990, с.983). В естественных науках термин «баланс» используется для обозначения материального и/или энергетического баланса какого-либо процесса в живой или неживой природе, когда противопоставляются исходные материи и энергии, с одной стороны, и их конечные продукты, с другой стороны (Sietz, von Saldern, 1993, с.13).¹¹

Понятие «экобаланс» скорее ближе естественнонаучному пониманию, так как оно содержит сравнение количества используемых материалов и энергий (входные потоки) и их воздействий на окружающую среду (выходные потоки) по различным параметрам (Beck, 1993, с.117). Однако такая трактовка отражает лишь узкий смысл данного понятия, в то время как за ним зачастую «...скрывается множество различных методик, которые, в конечном счете, имеют одинаковую цель, а именно, сделать воздействия каких-либо процессов или продуктов на окружающую среду прозрачными. Потребление энергии, загрязнение воздуха и воды вредными веществами, а также количество образующихся отходов оказались пригодными для этого параметрами» (там же, с.64). Нужно отметить, что термин «продукты» применительно к экобалансам включает в себя также системы услуг (Ökobilanzen für Produkte, 1992, с.5; ГОСТ Р ИСО 14040-99, с.1).

¹¹О применении термина «баланс» в естественных и технических науках, а также в экономике см. также Seuring, 1998, с.67-71.

По существу терминологическая проблема заключается в том, что понятие «эcobаланс» использовалось и все еще используется как обобщающее понятие для всех видов балансов, имеющих отношение к экологии (см., например, *Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode...*, 1998, с.17; Kwiatkowski, 1994; Schulz, Kreeb, 1998, с.1). Одновременно оно применяется для обозначения различных видов балансов или составных частей эcobаланса в толковании ИСО 14040 (например, инвентаризационного анализа). Спектр эcobалансов простирается от балансов продукции (см., например, *Methodik der Produktbezogenen...*, 1995) и предприятий¹² до балансов городов (Braunschweig, 1986; *Umweltplan Münster*, 1996)¹³.

Таким образом, термин «эcobаланс» применяется как в узком, так и в широком смысле слова (как обобщающее понятие). Рассмотрим формулировки понятия «эcobаланс», привлекая к себе наибольшее внимание специалистов. Но сначала определим сущность данного понятия. Итак, в общем виде эcobаланс представляет собой процесс систематизированного, аналитического, интегрированного, охватывающего различные компоненты окружающей среды учета и оценки экологических аспектов, связанных с продуктами, услугами, производственными процессами и местами размещения производства (территориями предприятий). В эcobалансах регистрируются воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного пути, в том числе изъятие природного сырья и выбросы в окружающую среду. В конечном счете, эcobалансы позволяют сделать вывод об экологичности той или иной исследуемой системы и, благодаря этому, подходят также и для сравнения различных систем.¹⁴

Как было показано в предыдущем разделе, научные исследования подобного толка, в том числе и сравнительные, появились в конце 60-х гг. В вышедшей в 1978 г. работе один из основоположников учения о эcobалансах *Р.Мюллер-Венк* сформулировал определение эcobаланса следующим образом: это «измерительная система, которая полностью, непрерывно, с соблюдением обязательных предписаний процедуры регистрирует экологические воздействия, исходящие от отдельного предприятия» (Müller-Wenk, 1978, с.17). Похожими являются определения А.Брауншвайга, П.Бритта, М.Херпен-Зигенттхалера, Р.Шмидта (Braunschweig, 1988, с.52; Braunschweig, Britt et al., 1984, с.5).

Своим появлением термин «эcobаланс», как и термин «экопрофиль» обязан

¹²Например, эcobаланс сберегательной кассы, см. Bausparkasse Schwäbisch Hall: Ökobilanz, <http://home.t-online.de/home/fknolle/bilanz98.htm>.

¹³См. также эcobаланс города Гослар в 1998 и 1999 гг., Stadt Goslar: Ökobilanz, <http://home.t-online.de/home/fknolle/bilanz98.htm>.

¹⁴См. Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik GmbH: Ökobilanzierung, <http://www.bifa.de/texte/projekte/okobil.html>.

швейцарскому ЕМРА (Thalmann, Humbel, 1985a). Под эcobалансом им понималось «объективная численная величина экологического загрязнения, появляющегося при применении определенных продуктов, например, упаковочных веществ» (Ökobilanzen von Packstoffen, 1984, с.3). ЕМРА предлагало измерять потребление сырья и энергии, а также образующиеся отходы и вредные вещества. Взвешенные по четырем измерениям (критический объем воды и воздуха, количество отходов и потребление энергии) эcobалансы называли эcobпрофилями (там же, с.9).

Схожую трактовку понятия «эcobаланс» предлагают швейцарские исследователи *Е.Вальдер, П.Хофштеттер и Р.Фришкнехт*: под эcobалансом понимаются сведения об экологических аспектах жизненного цикла продуктов (Walder, Hofstetter et al., 1991, с.1). Взвешивая собранные данные, получаем эcobпрофили (Schaltegger, Sturm, 1994, с.68).

Швейцарской BUWAL в работе «Эcobаланс для упаковки напитков» под эcobалансом также понимается уже само «описание и составление списка первичных воздействий определенных процессов [...] на окружающую среду» (Ökobilanz von Packstoffen, 1991, с.10). Базирующаяся же на этих данных оценка рассматривается как обособленная процедура – составление эcobпрофиля. Такое разделение понятий «эcobаланс» и «эcobпрофиль» используется только в Швейцарии.

В более ранней работе BUWAL «Методика эcobалансов на базе экологической оптимизации» под эcobалансом понимается «система оценки, характеризующая различные экологические нагрузки» (Methodik für Ökobilanzen..., 1990, с.3). Сбор экологически релевантной информации в этой трактовке эcobаланса является частью процесса оценки, то есть такое понятие «эcobаланс» соответствует приведенному выше понятию «эcobпрофиль».

Итак, до начала 90-х гг. понятие «эcobаланс» трактуется по-разному, отчасти даже противоречиво. Затем ученые приходят к единому мнению - эcobаланс должен содержать и сбор данных, и базирующуюся на нем оценку. С тех пор в дискуссии о сущности эcobалансов основными спорными моментами является то, может ли эcobаланс иметь один объект исследования или их непременно должно быть несколько, чтобы дать возможность сравнения их экологических воздействий, а также насколько пространными могут быть цели эcobаланса.

Например, для немецкой UBA эcobаланс – это «как можно более полное сравнение экологических воздействий двух или более различных продуктов, групп продуктов, систем, процессов или способов действия» (Ökobilanzen für Produkte, 1992, с.17; Krcmar, Dold, 1996, с.4). Позднее, в работе «Помощь при оценке в эcobалансах» под эcobалансом подразумевается «экологический протокол продукта, процесса изготовления или другого

производственного процесса, услуги или места размещения производства, который охватывает имеющиеся знания об их воздействиях на окружающую среду». Эcobалансы показывают потенциал эффективного применения сырья и энергии, снижения загрязнения окружающей среды выбросами и сбросами вредных веществ и отходами.¹⁵

По определению немецкого Института Эколого-экономических Исследований (IÖW) эcobаланс – это инструмент, который «должен систематически учитывать и показывать экологичность предприятия, его слабые места и потенциалы оптимизации и быть в состоянии воплотить их в каких-либо мероприятиях»; эcobаланс должен «задавать масштабы и систематику оценки» (Lehmann, 1992, с.19; Hallay, Pfriem, 1992, с.33; Böning, 1994, с.29). Целью эcobаланса является устранение этих слабых мест, восстановление равновесия (антропогенной деятельности. – О.П.) с ресурсным потенциалом и процессами круговорота в природе (Beck, 1993, с.117).

Согласно Кензи эcobаланс – это «формирование списка воздействий продуктов, групп продуктов, производственных процессов или способов производства, предприятий или, в более общем виде, городов, общин и т.д. на окружающую среду. Эcobаланс может быть как самобытным, так и сравнительным исследованием» (Kensy, 1993, с.8).

Неопределенность в значении термина «эcobаланс» отражается не только в научных публикациях, но и в работе комиссий по стандартизации. Так, в проекте стандарта ИСО 14040 употреблялся термин «эcobаланс продукта», и только в окончательной редакции ИСО 14040 утвердился термин «эcobаланс».¹⁶ Однако, трактовке понятия «эcobаланс», приведенной в ИСО 14040, без сомнения придается особое значение, как наиболее точной.¹⁷ По определению ИСО, эcobаланс – это собирание и оценивание входных и выходных потоков, а также потенциальных воздействий на окружающую среду со стороны производственной системы на всех стадиях жизненного цикла продукции (ГОСТ Р ИСО 14040-99, с.3). Он расценивается в качестве одного из наиболее перспективных методов управления окружающей средой, позволяющих выявить слабые места на протяжении жизненного цикла продуктов, улучшить состояние окружающей среды, сравнить альтернативы и дать рекомендации, например, по экологически сознательному обеспечению товарами и сырьем, покупкам и утилизации.¹⁸

¹⁵См. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: 3 Fragen – 3 Antworten, http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/baum/download/uba_bewertungsmethode.pdf.

¹⁶В оригинальном международном англоязычном стандарте ISO 14040, а также в соответствующем адаптированном российском стандарте ГОСТ Р ИСО 14040 применяется термин «Оценка жизненного цикла». В адаптированном немецком стандарте DIN EN ISO 14040 используется термин «эcobаланс».

¹⁷Здесь необходимо упомянуть, что некоторые ученые критикуют приведенное в стандарте ИСО 14040 определение понятия «эcobаланс». См., в частности, Rehbindner, Schmihing, 2001, с.7.

¹⁸См. ISO 14040:1997; Universität Bremen, Institut für Umweltverfahrenstechnik: Umweltrelevante

Итак, единодушие по поводу трактовки понятия «эcobаланс» среди ученых нет. Сам термин «эcobаланс» является не очень удачным, ведь эcobаланс подразумевает под собой не собственно баланс (противопоставление актива и пассива), а скорее текущие счета потерей и прибылей (Krcmar, Dold, 1996, с.4; Schaltegger, Sturm, 1994, с.69).¹⁹ Поэтому для обозначения идеи эcobаланса иногда ошибочно, иногда синонимично применяются и другие понятия. В немецком языке это «баланс окружающей среды», «профиль окружающей среды», «экопрофиль», «бухгалтерский учет материалов», «проверка экологичности», «энергетический баланс», «анализ жизненного пути», «экологический анализ», «целостный баланс», «накопительный баланс материалов, энергии, эмиссий и отходов», «оценка воздействия продукта». В английском языке используются выражения «эcobаланс», «экопрофиль», «ресурсные и экологические профильные анализы», «интегрированный менеджмент цепочек вещества», а также всемирно-известный термин «оценка/анализ жизненного цикла» (Life Cycle Assessment/Analyse (LCA)) (Corino, 1995, с.11; Etterlin, Hürsch et al., 1992, с.15; Rubik, Teichert, 1997, с.53; Schaltegger, Burritt, 2000, с.243). Последний официально закреплён в Госстандартах ИСО 14040-14043.

Таким образом, несмотря на очевидные недостатки термин «эcobаланс» уже прочно вошёл в обиход многих стран, прежде всего, немецкоязычных.

В русском языке понятие «экологический баланс» обозначает уравновешенное состояние экосистемы и употребляется чаще всего в контексте негативного воздействия на природу, когда говорят о «нарушении экологического баланса». Не смотря на это, в данной работе понятию «эcobаланс» отдается предпочтение перед понятием «оценка жизненного цикла», так как, во-первых, различное написание понятий «экологический баланс» и «эcobаланс» позволяют различать их, а во-вторых, понятие «эcobаланс» подкупает своей краткостью и понятностью для мировой научной общественности.

1.3. Цели и возможности применения эcobалансов

1.3.1. Цели и потенциал эcobалансов

Для преодоления экологического кризиса требуется целостное рассмотрение последствий антропогенной деятельности для окружающей среды. При этом не обойтись без анализа возникающих в результате деятельности человека потоков материала и энергии. Один из инструментов такого анализа – методика эcobалансов.

Schwachstellenanalyse von Produktionsprozessen zur Offenlegung von Wertschöpfungspotentialen, <http://www.iuv.uni-bremen.de/publikationen/haase/preprint99.htm>.

¹⁹См. также Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder), Lehrstuhl für allgemeine Betriebswirtschaftslehre insbesondere Industriebetriebslehre: Techniken des Umweltmanagements, <http://www.ibl.euv-frankfurt-o.de>.

В конечном счете, *цель эcobалансов – предотвращение экологического ущерба и обеспечение устойчивого развития*. Достижение этой главной цели осуществляется благодаря многочисленным *частным целям*.²⁰

- инвентаризации экологического загрязнения, связанного с выпуском продукции;
- идентификации экологически проблемных участков на протяжении жизненного цикла и возможностей их оптимизации;
- выбору материалов и технологий при проектировании продукции;
- оптимизации доставки сырья и материалов;
- информированию общественности, потребителей, представителей торговли об экологическом воздействии продуктов;
- применению результатов эcobалансов в программах экологического образования, повышения квалификации и переподготовки;
- учету в долгосрочном стратегическом планировании деятельности предприятий;
- оценке влияния государственной экологической политики на деятельность предприятий, например, посредством экологических налогов, закрепления ответственности производителя за выпускаемую продукцию, экологической маркировки.

Потенциал эcobалансов для различных заинтересованных сторон очень широк (см. Corino, 1995, с.19-32; Dold, 1996, с.64-77; Fischer, 1996; Krcmar, Dold, 1996, с.23-128; Kunhenn, 1997, с.155-159; Ökobilanz für Unternehmen, 1992, с.5-7; Orwat, 1996, с.50-75; Seuring, 1998, с.89-91; Ökobilanzen für Produkte, 1992, с.11-15).²¹ В данном разделе в первую очередь освещается *потенциал эcobалансов для предприятий*, как непосредственных виновников загрязнения окружающей среды и носителей затрат на составление эcobалансов. При этом можно выделить три группы факторов, обуславливающих пользу от эcobалансов: экологические, социальные и экономические.

Экологическое измерение важно для предприятий потому, что непрерывное качественное и количественное ухудшение ресурсов окружающей среды, как основы экономики, ограничивает их возможности. В этих условиях важную роль играют следующие достоинства эcobалансов:

- Эcobалансы помогают выявить слабые места в использовании ресурсов.

Снижение потребления ресурсов способствует сохранению окружающей среды, а

²⁰См. Oekoradar: DIN ISO EN 14040, <http://www.oekoradar.de/de/gesetze/norm/01993/>.

²¹См. также Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt: Ökobilanzierung in der Elektroindustrie, <http://www.dlr.de/PT/Umwelt/Vorhaben-01ZC/ZC9511.htm>, Forum Hygiene und Umwelt: Was sagen Ökobilanzen über die Umweltverträglichkeit der einzelnen Winkelsysteme? <http://www.forum-hygiene.de/themen-thesen/themen-thesen-7.html>.

также позитивно отражается на эксплуатационных расходах.

- Эcobалансы дают количественные сведения об эмиссиях, связанных с жизненным циклом продукции.
- Эcobалансы дают информацию об экологическом воздействии альтернативной продукции, помогая изменить номенклатуру выпускаемых изделий, например, отказаться от выпуска экологически «грязной» продукции.
- Эcobалансы дают предприятию возможность охраны окружающей среды исходя из этических соображений, в качестве самоцели.

На уровне взаимоотношений предприятия с обществом большое значение имеют требования экологически сознательного населения к деятельности предприятия. В связи с этим важную роль играет повышение осведомленности руководства и компетентных сотрудников предприятия о последствиях его деятельности для окружающей среды, несущее с собой следующие преимущества:

- Эcobалансы содержат сведения о продукции предприятия, благодаря чему можно удовлетворить интерес общественности в данной сфере.
- Доводя результаты эcobалансов до сведения общественности, предприятие показывает, что оно хочет быть всецело информировано и готово перенять ответственность за производимые изделия. Это улучшает его репутацию у клиентов, органов власти, банков, инвесторов, страховщиков и других заинтересованных групп, а также облегчает финансирование и способствует благосклонному отношению со стороны органов власти.
- Составление эcobалансов помогает предприятиям соблюдать требования природоохранного законодательства.
- Официальная экологическая маркировка ориентируется на жизненный цикл изделия. С помощью составления эcobалансов можно подтвердить, что требования выдачи экологического лейбла выполнены.
- Используя выводы эcobалансов можно значительно повысить уровень экологической отчетности предприятия.
- Экологическая оптимизация предприятия, которая может быть достигнута благодаря эcobалансам, повышает его привлекательность для нынешних и будущих сотрудников и тем самым улучшает как возможности подбора персонала, так и мотивацию сотрудников.

Экономические преимущества предприятия, получаемые благодаря проведению эcobалансов, тесно связаны с экологическими и социальными аспектами:

- Закупка сырья и энергии, производство твердых отходов и сточных вод, использование земельных ресурсов, нарушение природоохранного законодательства и компенсация экологического ущерба влекут за собой существенные финансовые затраты. Экобалансы помогают выявить возможности их снижения.
- Экобалансы ведут к ускорению технического прогресса, содействуют появлению инноваций и тем самым дают предприятию преимущества в конкурентной борьбе.
- Экобалансы помогают выявить экологически чистую продукцию, расширяя, таким образом, возможности экологического маркетинга (например, рекламы, информирования потребителя и снижения информационного дефицита).
- Экобалансы позволяют улучшить экологические аспекты продукции, что ведет к росту спроса на нее, особенно со стороны экологически сознательных потребителей. Тем самым экобалансы дают предприятию возможность занять нишу на рынке экологически чистой продукции и обеспечить себе рынок сбыта в будущем.
- При составлении экобалансов предприятия вынуждены искать контакт с поставщиками сырья и материалов, а также потребителями своей продукции с целью получения сведений о ее жизненном цикле. В результате увеличиваются возможности сотрудничества с ними, возникают новые альянсы, ведущие к усилению позиции предприятия на рынке, снижаются транзакционные издержки.
- Экобалансы помогают выполнить одно из основных требований систем экологического менеджмента - систематический анализ экологических аспектов предприятия. Также они могут использоваться в обучении персонала.
- Экобалансы – это резонанс качества экологического менеджмента предприятия, свидетельствующий об успехе или неуспехе проводимых мероприятий.

Вторая группа заинтересованных в проведении экобалансов сторон – это *органы государственной власти и местного самоуправления, включая природоохранные органы*. Потенциальная выгода экобалансов для них заключается в следующем:

- Законодательная власть может извлечь пользу из экобалансов, например, за счет проверки целесообразности распоряжений по запрету каких-либо загрязняющих веществ или установлению нормативов по тепловой защите зданий. Результаты экобалансов также можно учитывать при разработке новых законопроектов, экологических нормативов, требований экологической сертификации и маркировки.
- Польза экобалансов для исполнительной власти обусловлена тем, что они дают

возможность выявить сферы, в которых наиболее остра потребность экологических исследований, и расставить приоритеты экологической политики. Благодаря этому могут быть сэкономлены значительные финансовые средства.

- Экобалансы позволяют улучшить региональное планирование, например, обосновать выбор между сооружением железной дороги или автомагистрали.
- На базе экобалансов могут быть обоснованы судебные решения, касающиеся, например, разрешений на ведение хозяйственной деятельности или недобросовестной рекламы в процессе конкурентной борьбы.

При рассмотрении пользы от проведения экобалансов для предприятий и представителей государства имплицитно прозвучали потенциальные преимущества экобалансов для общественности, экологических организаций, сотрудников, партнеров предприятия и т.д. Тем не менее, на наиболее важных *выгодах экобалансов для прочих заинтересованных лиц* следует еще раз сделать акцент:

- Все большая часть потребителей продукции отдает сегодня предпочтение экологически чистым товарам. В связи с этим важно, что экобалансы информируют потребителей об экологических характеристиках продукции, что значительно облегчает принятие решения о покупке. Для потребителя также играет большую роль то, что экобалансы дают ответ на вопрос, как может быть снижено экологическое воздействие при эксплуатации или использовании продукции.
- Потребность в достоверных сведениях для нужд информирования населения велика со стороны обществ защиты прав потребителей. Экобалансы помогают им научно обосновать экологичность продукции и проконтролировать данные, предоставляемые изготовителями.
- Потенциальные преимущества экобалансов для профсоюзов во многом совпадают с их преимуществами для производителей продукции. Особенно важной для них является возможность улучшения экологической безопасности производства благодаря идентификации опасных веществ и неблагоприятных условий на рабочем месте.
- Интересы к экобалансам со стороны союзов промышленников и отраслевых объединений также перекликаются с интересами производителей. Важно отметить, что союзы промышленников могут сыграть существенную роль при составлении экобалансов, предоставляя предприятиям экологическую информацию и осуществляя поддержку принятия экологически релевантных решений.

- Главной задачей экологических организаций и движений является предотвращение ущерба окружающей среде. Поэтому их роль может заключаться в оказании давления на предприятие с целью возбуждения интереса общественности к их деятельности.

Итак, эcobалансы дают различным заинтересованным сторонам множество преимуществ, так как позволяют выявить экологически слабые участки жизненного цикла продукции, зачастую совпадающие с экономически проблемными аспектами деятельности предприятия, и дать рекомендации по их устранению.

1.3.2. Сферы применения эcobалансов

Эcobалансы нашли применение в самых различных областях науки и практики. Наибольшее количество эcobалансов проведено для следующих видов продукции:

- Упаковочные материалы²² и готовая упаковка²³. Часто такие исследования носят сравнительный характер. Особое внимание уделяется оценке технологий изготовления упаковочных материалов, их состава (использования ископаемого или возобновимого сырья), назначения и способа использования упаковки (применения одно- или многоразовой тары, наличия залоговой системы)²⁴.
- Бумага и печатные издания.²⁵
- Продукция химической промышленности, в том числе бытовая химия.²⁶
- Стройматериалы.²⁷

Популярностью также пользуются следующие виды продукции:

- Виды горючего.²⁸
- Продукция металлургической промышленности.²⁹

²²См. Ökobilanzen von Packstoffen, 1984; Ökobilanz von Packstoffen, 1986; Ökobilanz von Packstoffen, 1991; Ökobilanzen von Packstoffen in Theorie..., 1993.

²³См. Ökoinventare..., 1998; Franke, 1984; Guinée, Huppel, 1989; Lundholm, Sundström, 1985, 1986; Schmitz, Oels et al., 1995; Strecker, 1992; Ökobilanz stärkehaltiger..., 1996; Grotz, 1997b.

²⁴О составе упаковочных материалов см., например, Ökobilanz stärkehaltiger..., 1996 (в данной работе приведено сравнение фольги и литых изделий из крахмала и крахмалсодержащих пластмасс с продуктами из полиэтилена, полистирола); Etterlin, Hüsch et al., 1992 (в данной работе сравнивается упаковка из стекла и полистирола). Эcobаланс залоговой и одноразовой тары см. Lundholm, Sundström, 1985.

²⁵См., Graphische..., 1992, 1994; Ökobilanzen graphischer..., 1998; Ökobilanzen für graphische..., 2000.

²⁶См., SODASAN – UmweltFAIRträgliche Wasch- und Reinigungsmittel: Ein Waschmittel auf Seifenbasis im Vergleich zur konventionellen Konkurrenz – Kurzerfassung, <http://www.sodasan.com/Pla-compakt.htm>; Migros-Umweltpolitik, 1992; Migros-Jahresbericht, 1992; Scholl, 1997b.

²⁷См. Ankele, Claes et al., 1996; Rathscheck Schiefer: Schiefer - Natürlicher Baustoff für Kenner und Könnler, <http://www.schiefer.de/frameset.php?pref=/deutsch/8/1/6/>.

²⁸Например, эcobаланс топлива из воспроизводимых энергоносителей, см. Bundesanstalt für Landtechnik: Ökobilanz für Biodiesel, http://www.blt.bmlf.gv.at/vero/veroeff/0435_Oekobilanz_Biodiesel.pdf. См. также Kaltschmidt, Reinhardt, 1997; Knoflacher, Tuschl et al., 1991; Cabela, Schmidt et al., 1982; Friedrich et al., 1993.

²⁹См., например, Büttner, Clausen, 1992.

- Электротехника.³⁰
- Продукция текстильной промышленности.³¹
- Продукты питания.³²
- Подгузники и средства гигиены.³³

Предметом экобаланса могут быть не только продукты, но и различные производственные процессы и способы утилизации продукции³⁴, целые технические сооружения³⁵, предприятия³⁶ и даже отрасли, а также территории³⁷ (начиная от мест расположения производства и заканчивая городами, административно-территориальными единицами).

1.4. Институты, занимающиеся экобалансами

Методика экобалансов находится еще в стадии становления. Ее развитием занимается множество исследовательских объединений, начиная от отдельных институтов и заканчивая международными организациями.

³⁰См., например, Scholl, 1997a (экобаланс трубок для пылесоса); Lundie, 1999, с.53-79; Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt: Ökobilanzierung in der Elektroindustrie, <http://www.dlr.de/PT/Umwelt/Vorhaben-01ZC/ZC9511.htm> (экобалансы телевизоров).

³¹См., в частности, Ökobericht 1992, 1992; Ökobericht 1993, 1993; Ökobericht 1994, 1994; Migros-Umweltpolitik, 1992; Migros-Jahresbericht, 1992; Grotz, 1997a.

³²См., например, Migros-Umweltpolitik, 1992; Migros-Jahresbericht, 1992 (экобалансы продуктов питания); Öko-Controlling, 1992; Scholl 1997c (экобалансы пива); Bio-ring-Allgäu e.V.: Kurzfassung der Studie von Martin Demmeler, <http://www.bioring-allgaeu.de/files/oekobilanz.pdf> (экобалансы экологически чистых «био-продуктов»).

³³См. Lentz, Franke et al., 1989; Diehl, Bast, 1991.

³⁴См., например, Ökologische Bewertung..., 1999 (экобаланс различных способов выработки энергии и транспортировки); Ökologische Bilanzen..., 1999 (экобаланс различных способов утилизации холодильников и использованных шин); Eidgenössische technische Hochschule Zürich (ETHZ), Laboratorium für Technische Chemie, Gruppe Umwelt und Sicherheitstechnologie: Projekt „Ökobilanz der Kaffeezubereitung“, http://www.educeth.ch/chemie/schwerpunkte/kaffee_oekob/docs/kaffee_dokumentation.pdf (экобаланс приготовления кофе). О переработке упаковки для аэрозоль см. Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik GmbH: Ökobilanzierung, <http://www.bifa.de/texte/projekte/okobil.html>.

³⁵См., например, Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik GmbH: Ökobilanzierung, <http://www.bifa.de/texte/projekte/okobil.html> (экобаланс установки для сжигания отходов древесины); BUWAL: Vernetztes Denken im Interesse der Umwelt - Ökobilanzen für Aufzüge, <http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/buwalcontent/umwelt/20014/16.pdf> (экобаланс для лифтов).

³⁶См., например, Universität Osnabrück, Institut für Umweltsystemforschung: Das Osnabrücker Umweltmanagement-Modell für Hochschulen, <http://www.usf.uos.de/projects/sue/UM-Modell> (экобаланс университета); Erster Umweltbericht 1997, 1998 (экологический отчет Земельного ведомства по экологии Нижней Саксонии с элементами экобаланса); Geschäftsbericht 1992, 1992 (экобаланс банка); Ökobilanz für Unternehmen, 1992 (экобалансы предприятий различных отраслей промышленности - производства мягких сыров «BAER Weichkäse AG», санитарной службы «Geberit AG», производства изделий из теста «JOWA AG», сферы услуг «Schweizerischer Bankverein Zürich», производства строительных и клеящих материалов «Konzern Sika», текстильной промышленности «Walser AG»).

³⁷См., например, Braunschweig, 1986; Braunschweig, Britt et al., 1984 (экобалансы города Санкт-Галлен); Fachhochschule Nürtingen, Arbeitsgruppe Regionale Ökobilanz Pfaffenhofen: Regionale Informationssysteme zur Ökobilanzierung und Umweltberichterstattung: <http://www.fh-mannheim.de:2000/horizonte/lenz.html> (экобаланс округа Пфaffenхофен в Верхней Баварии). Перечень экобалансов регионов приводится в работе немецкой Федеральной службы окружающей среды, Ökobilanzen für Produkte, 1992, Anhang 7, 8.

Особое значение имеет разработка международных стандартов в области эcobалансов. Наиболее активными в этом плане являются две организации: Общество токсикологии и химии окружающей среды (SETAC) и Международная организация по стандартизации (ISO или ИСО).

SETAC – это имеющая два основных отделения (европейское и американское) международная исследовательская организация. За последние годы SETAC опубликовало множество директив по эcobалансам, в том числе «Кодекс практики», расцениваемый в качестве одной из важнейших вех развития эcobалансов (Guidelines..., 1993). Публикации SETAC отражают консенсус многих экспертов, хотя исторически SETAC находился под влиянием ученых Центра исследования окружающей среды Университета Лейден, Нидерланды (CML) (Schaltegger, Burritt, 2000, с.243).

При сотрудничестве SETAC с немецкой UBA были выделены фазы эcobаланса (Ökobilanzen für Produkte, 1992). Организация издает бесплатный бюллетень под названием «Новости ОЖЦ» (LCA-News) (Corino, 1995, с.4). К числу достижений SETAC относится создание проекта LCA-NET - европейской сети стратегических исследований и развития эcobалансов с целью совершенствования методики и доработки программы ЕС по исследованию окружающей среды и климата. Этот проект завершил свое действие в 1997 г. Его приемник – проект CHAINET, имеющий более широкий размах и занимающийся не только эcobалансами, - также призван способствовать развитию эcobалансов и предлагает разработчикам и пользователям различных инструментов единый дискуссионный форум (Rehbinder, Schmieling, 2001, с.60).

ИСО объединяет под своей крышей 90 национальных организаций. Представителем Германии является Немецкий институт стандартизации (DIN), представителем России - Государственный комитет Российской Федерации по стандартам и метрологии (ГОСТ).

Значительный шаг в направлении стандартизации методики эcobалансов был предпринят ИСО в 1993 г. с созданием технического комитета № 207 «Экологический менеджмент». В результате его работы появились стандарты ИСО серии 14040, отражающие текущие итоги развития эcobалансов (ISO 14040 : 1997; ISO 14041 : 1998; ISO 14042 : 2000; ISO 14043 : 2000). Разработка этих норм выражает, что эcobалансы продуктов, как впрочем, и эcobалансы других объектов, признаются перспективным научным направлением на международном уровне (Curran, 1999, с.124).

В конце 90-х гг. был основан *Международный Журнал Оценки Жизненного Цикла* (International Journal of Life Cycle Assessment) - специализированное англоязычное издание по эcobалансам, выходящее в Германии. Журнал адресован ученым и промышленникам, а также лицам, принимающим экономические и политические

решения. Этот журнал не только дает возможность презентации отдельных исследований и документирования актуального развития эcobалансов, но и является дискуссионной платформой. Совместными усилиями издателей данного журнала и SETAC в Интернете был создан форум «ОЖЦ – глобальная деревня» (LCA Global Village) для обмена информацией на тему эcobалансов (Rehbinder, Schmieling, 2001, с.60f.).

Немаловажная роль в развитии эcobалансов отводится исследовательским институтам отдельных государств. Национальные проекты в сфере эcobалансов, с одной стороны, находятся под влиянием международных научных организаций, а с другой стороны, сами способствуют дальнейшему развитию международных стандартов. Наиболее активны исследования в области эcobалансов в Швейцарии, Германии, Нидерландах и США.

Швейцарской BUWAL была предложена модель критических объемов загрязнения (см. п. 1.9.4), здесь разрабатывались структура эcobаланса и оценка воздействий. Особое значение имеют изданные в 80-х – начале 90-х гг. исследования BUWAL по эcobалансам упаковочных веществ (Ökobilanzen von Packstoffen, 1984; Ökobilanz von Packstoffen, 1986; Ökobilanz von Packstoffen, 1991; Methodik für Ökobilanzen..., 1990; Vergleichende..., 1992; Schadstoffemissionen..., 1994). За последнее время BUWAL также опубликовал целый ряд докладов на тему эcobалансов (Einwegbehältnisse... ..., 1995; Bauprodukte..., 1995; Vergleichende..., 1995; Beurteilungswerte..., 1996; Ökobilanz stärkehaltiger..., 1996; Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode..., 1998; Ökoinventare..., 1998; Ökoprofile..., 1998; Ökologische Bewertung..., 1999). Эcobалансам в Швейцарии придается большое значение, что отражается в их широкой поддержке, в частности, информационной. Так, BUWAL является одним из инициаторов проекта «Ecoinvent 2000», целью которого является расширение банка данных инвентаризационного анализа.³⁸

Еще одна швейцарская организация, занимающаяся эcobалансами (часто при сотрудничестве с BUWAL), - это Объединение эколого-сознательного управления предприятием (Ö.B.U.) (Methode der..., 1997; Ökobilanz für Unternehmen, 1992).

Благодаря работе немецкой UBA, во-первых, были развиты две методики составления эcobалансов: так называемый метод экоиндикаторов и словесно-аргументная оценка (см. п. 1.9). Во-вторых, был разработан способ ранжирования категорий воздействия, необходимого для сравнения разноплановых экологических воздействий (см., например, Ökobilanzen für Getränkeverpackungen, 1995; Ökobilanzen graphischer...,

³⁸См. Das schweizerische Forschungsinformationssystem Aramis: Ecoinvent 2000, <http://www.aramis-research.ch/d/2013.html>.

1998; Bewertung in Ökobilanzen..., 1999).³⁹ Наиболее важные публикации UBA вышли в 90-х гг. (Ökobilanzen für Produkte, 1992; Methodik der Produktbezogenen..., 1995; Aufgaben..., 1997; Ökologische Bilanzen..., 1999; Handreichung..., 2000; Ökobilanzen für graphische..., 2000).

Основным заслугами немецкого *IÖW* являются приспособление отлично зарекомендовавшей себя для решения различных вопросов бизнеса методики ABC-анализа для применения в эcobалансах (см. п. 1.9.2), а также разработка типологии эcobалансов (см. п. 1.8). Исследования, проводимые *IÖW*, фокусируются, в основном, на развитии оценки воздействия жизненного цикла (см., например, Hallay, 1989; Braunschweig et al., 1994; Braunschweig, Förster et al., 1996; Lehmann, 1991; Rubik, 1994; Rubik, Grotz, 1997; Grotz, Scholl, 1997).

В Нидерландах ведущей организацией в области методологического развития эcobалансов является Центр исследования окружающей среды Университета Лейден (*CML*) (см., например, Heijungs, Guinée et al., 1992, также п. 1.9.11). *CML* проявляет активность в международных проектах: он является одним из координаторов проекта CHAINET, имеет нескольких представителей в издательском комитете Международного Журнала Оценки Жизненного Цикла и исследовательской группе по эcobалансам европейского отделения SETAC.

Основным центром научных исследований в области эcobалансов в США является Агентство охраны окружающей среды (*EPA*). Развитие методики эcobалансов в США имеет свои особенности: основное внимание уделяется не сравнительным исследованиям, как в Европе, а эcobалансам единичных продуктов, процессов и т.п. Кроме того, для американских предприятий характерна тенденция проведения лишь инвентаризации данных, а не полных эcobалансов (Aufgaben..., 1997, с.68).

1.5. Международные и национальные нормы и стандарты по эcobалансам

Принятие международных стандартов по эcobалансам (стандартов ИСО серии 14040) явилось важнейшим шагом унификации процедуры составления эcobалансов, позволившим улучшить сравнимость результатов различных исследований.⁴⁰ Данные стандарты входят в серию стандартов по экологическому менеджменту (ИСО 14000), предшественником которых стали нормы ИСО серии 9000 по менеджменту качества,

³⁹См. также, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: 3 Fragen – 3 Antworten, http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/baum/download/uba_bewertungsmethode.pdf.

⁴⁰См. Greenpeace Deutschland: Aktuelle Ökobilanzen zum Werkstoff PVC - eine kritische Prüfung (critical review), http://archiv.greenpeace.de/GP_DOK_3P/HINTERGR/C03HI36.PDF.

вышедшие в середине 80-х гг.⁴¹ На их основе в 1996 г. появился стандарт ИСО 14001 по системам экологического менеджмента, задачей которого является содействие организациям в деле достижения экологических и экономических целей (ISO 14001 : 1996; ГОСТ Р ИСО 14001-98).

В 1993 г. при ИСО и ее представителях в ряде стран были организованы комитеты, занимающиеся разработкой методики эcobалансов. Одними из первых были опубликованы итоги работы немецкого комитета по эcobалансам «Основные положения эcobалансов для продуктов» (Grundsätze..., 1994). Вскоре, в 1997 г., за ними последовало принятие международного стандарта ISO 14040 : 1997 «Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework», рассматриваемого в качестве базовой нормы серии 14040, и соответствующих национальных стандартов - немецкого DIN EN ISO 14040 и российского ГОСТ Р ИСО 14040-99. К стандартам ИСО данной серии относятся нормы ИСО 14040 - 14049 (Табл.1). ИСО 14040 - 14043 описывают принципы и структуру эcobалансов (Кнорр, 1999, с.1702). Нормы ИСО 14047 – 14049 поясняют отдельные вопросы эcobаланса.

Таблица 1

Перечень стандартов ИСО серии 14040

<i>Стандарты ИСО</i>	<i>Соответствующие стандарты ГОСТ Р ИСО</i>
1	2
ISO 14040 : 1997 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework	ГОСТ Р ИСО 14040-99 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура
ISO 14041 : 1998 Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis	ГОСТ Р ИСО 14041-00 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ
ISO 14042 : 2000 Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment	ГОСТ Р ИСО 14042-01 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла
ISO 14043 : 2000 Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation	ГОСТ Р ИСО 14043-01 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла

⁴¹Так, стандарт ISO 9000 : 1987 впервые был опубликован в 1987 г., в настоящее же время действует уже третья его редакция, принятая в 2000 г.

Окончание таблицы 1

1	2
ISO/TR 14047 : 2003 Environmental management – Life cycle assessment – Examples of application of ISO 14042	-
ISO/TS 14048 : 2002 Environmental management – Life cycle assessment – Data documentation format	-
ISO/TR 14049 : 2000 Environmental management – Life cycle assessment – Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis	-

Немецким DIN для применения в исследованиях, результаты которых планируется обнародовать, были дополнительно разработаны стандартные отчетные формуляры (DIN 33926, 1998). Использование результатов эcobалансов продуктов в сфере маркетинга, рекламы и работы с общественностью оговаривается стандартом DIN 33927 (1999).

Серия стандартов ИСО 14040 – это своего рода текущий итог нормирования эcobалансов продуктов. В ИСО 14040 указывается на то, что эcobалансы находятся на ранней стадии разработки, а некоторые составляющие метода, например оценка воздействий, – еще на стадии становления (ГОСТ Р ИСО 14040-99, с.1). Тем самым говорится о необходимости непрерывного приспособления стандартов с учетом опыта практического применения эcobалансов (см., в частности, Rehbinder, Schmieling, 2001, с.15).

Важным требованием стандартов ИСО является прозрачное представление эcobаланса, его открытость для новых научных познаний. Однако вопрос, приведет ли нормирование к снижению издержек на составление эcobалансов, пока является открытым.⁴²

Стандарты ИСО серии 14040 касаются эcobалансов продуктов. Для других объектов исследования эcobалансов (например, предприятий или территорий) пока не существует четко определенной методики, поэтому нет ни соответствующих стандартов, ни их проектов. Это отчасти обусловлено тем, что на практике доминируют эcobалансы продуктов. Однако, опыт и познания, полученные в рамках эcobалансов продуктов, можно перенести также и на другие объекты (см., например, Rehbinder, Schmieling, 2001, с.15).

⁴²См., например, BUWAL: Der wahre Reichtum liegt im Gebrauch, <http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/buwalcontent/umweltbericht2002/d/22.pdf>.

1.6. Требования к экобалансам

В ходе научной дискуссии вокруг экобалансов были сформулированы общие требования к их проведению (A Technical..., 1991, 6f.; Corino, 1995, 33ff.; Ewen, Buchert et al., 1993; Griebßhammer, Pfeiffer, 1992, 36f.; Schaltegger, Sturm, 1994, 53f.; Krcmar, Dold, 1996, 14f.).⁴³ Выполнение этих требований является гарантом получения обоснованных и пригодных для принятия решений сведений.

Прежде всего, на экологические балансы распространяются *основные положения составления финансовых балансов*, известные из экономики предприятия (см., в частности, Seuring, 1998, 71f.).

- **Полнота баланса.** В зависимости от цели исследования и доступности данных должна учитываться и оцениваться вся релевантная информация и все воздействия на окружающую среду.
- **Правдоподобность, истинность баланса.** Составление экобаланса должно учитывать реальные данности и опираться только на надежные данные.
- **Непрерывность баланса.** Необходимо предусмотреть возможность изменения регистрируемых данных в будущем и изменения рамочных условий.
- **Физическая инвентаризация материально-энергетических потоков.** В экобалансе могут быть учтены только реально существующие потоки материалов и энергии.
- **Выравнивание баланса.** Входные потоки должны соответствовать выходным потокам. В экобалансах это требование трудно соблюсти, так как практически при любых технологических процессах имеют место потери вещества и энергии, например, испарение растворителей.

В литературных источниках помимо этого приводятся *дополнительные обязательные требования*, предъявляемые к экологическим балансам:

- **Точность баланса.** Необходимо учесть все экологические аспекты объекта исследования благодаря адекватной ширине и глубине исследования. Если из-за неполноты имеющейся информации, временных или финансовых ограничений все экологические воздействия учесть не представляется возможным, то пробелы в исследовании необходимо зарегистрировать.
- **Прозрачность баланса.** Процедура составления экобаланса и его результаты должны быть прозрачны. Особое внимание должно быть уделено обоснованию

⁴³См. также Universität – Gesamthochschule Siegen, Fachbereich Maschinentechnik, Institut für Systemtechnik: Datenrecherche für die Ökobilanz von Getränkeverpackungen, <http://141.99.140.157/d/ist3/download/versuch2.pdf>.

выбора методики оценки воздействий, используемых допущений и ограничений (например, границ продукционной системы), методов инвентаризации данных, проверки их достоверности и результатов оценки.

- **Доступность баланса.** Должна быть гарантирована воспроизводимость результатов экобаланса, прежде всего, посредством указания источников данных и характеристики того, может ли используемая информация быть перенесена на другие данности. Выводы экобаланса должны быть однозначными, чтобы можно было использовать их при принятии решений.
- **Унифицированность баланса.** Экобаланс должен быть составлен с учетом общепринятых стандартов. В сравнительных исследованиях должен неукоснительно соблюдаться принцип единого подхода к оценке альтернатив.

Существует также ряд требований к экобалансам, выполнение которых не обязательно, но желательно:

- **Дифференцируемость исходных данных.** Входные и выходные потоки должны быть качественно и количественно дифференцированы.
- **Сопоставимость экобалансов.** Экобалансы с одинаковыми целями должны быть сравнимы между собой. Этого можно достичь, используя предложенную стандартами ИСО процедуру составления экобалансов.
- **Возможность проверки экобалансов.** Как адресаты, так и третьи лица должны иметь возможность ознакомиться с источниками информации, проследить ход исследования и проверить результаты.
- **Экономичность экобаланса.** Экобалансы экономически эффективны только тогда, когда затраты на их составление находятся в разумном соотношении к потенциальной выгоде от их применения.
- **Возможность агрегации данных экобаланса.** Экобаланс должен давать возможность уплотнить данные. Агрегация может быть вертикальной (обобщение данных по различным этапам жизненного пути, например, выбросов CO_2 на этапах изготовления и утилизации изделия) или горизонтальной (сжатие данных по одному из этапов, например, различных соединений азота и кислорода в показателе NO_x).
- **Широта применения экобалансов.** Обеспечивается систематичностью и концептуальностью процедуры проведения экобалансов, благодаря которым результаты исследования с незначительными издержками можно скорректировать при изменении ситуации, например, актуализации исходных данных.

Остается заметить, что до сих пор не составлено ни одного баланса, который бы соответствовал всем поставленным требованиям. Наиболее часто не соблюдаются требования прозрачности и доступности экобаланса.

1.7. Структура экобалансов

Вопрос о структуре экобаланса до последнего времени оставался одним из наиболее спорных в дискуссии об экобалансах. Особую роль в разработке оптимальной структуры экобаланса сыграли предложения немецкой UBA (*Ökobilanzen für Produkte*, 1992) и международной организации SETAC (*Guidelines...*, 1993). На их основе в середине 90-х гг. была предложена стандартная модель экобаланса, описанная в стандарте ИСО 14040 и одобренная самыми авторитетными учреждениями по всему миру. Согласно ИСО 14040 экобаланс содержит четыре основных компонента (ISO 14040 : 1997; ГОСТ Р ИСО 14040-99):

- **определение цели и области применения** (Goal definition and scoping) – определение целей, адресатов исследования и границ исследуемого объекта;
- **инвентаризационный анализ** (Inventory) - учет входных и выходных материально-энергетических потоков;
- **оценка воздействия жизненного цикла** (Impact assessment) - характеристика воздействий материально-энергетических потоков на окружающую среду;
- **интерпретация жизненного цикла** (Improvement assessment) – получение выводов и рекомендаций.

Проведение экобаланса осуществляется, как правило, не линейно, оно сопряжено с обратными связями (Рис.1), так как в процессе проведения работ может возникнуть ситуация, в которой будет необходимо изменить, например, цели экобаланса или границы продукционной системы. Если такие изменения были предприняты, все этапы экобаланса необходимо пересмотреть.

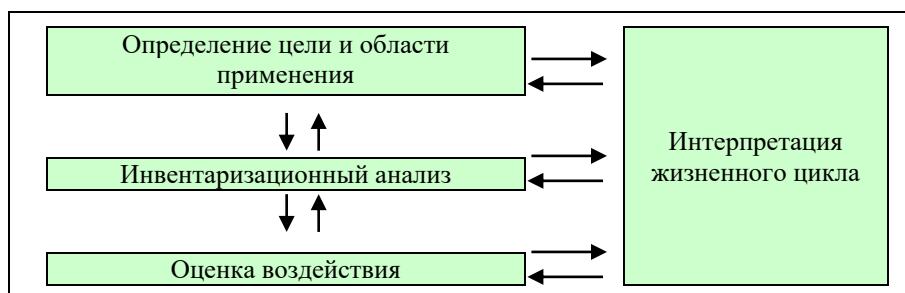


Рис.1. Структура Экобаланса по ИСО 14040 (см. ГОСТ Р ИСО 14040-99, с.5)

Более точно структуру экобаланса можно представить в виде треугольника (Рис.2). Основой треугольника является инвентаризационный анализ с его высоко детализированной информацией. Сужение треугольника в его вершине отображает тот факт, что оценка воздействия и интерпретация жизненного цикла базируются на менее детальной информации. Определение цели исследования располагается в центре треугольника, так как все стадии экобаланса должны рассматриваться в свете исходного определения целей и охвата исследования.

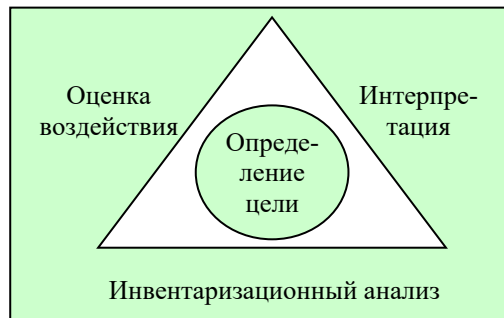


Рис.2. Структура Экобаланса по SETAC (см. Schaltegger, Sturm, 2000, с.244)

1.7.1. Определение целей и области применения

На первом этапе экобаланса описываются намеченные цели, область возможного применения результатов исследования, его объект и рамки.

При *определении целей* должно быть указано, получение какого рода сведений ожидается в результате проведения экобаланса (изложение интересов познания). Это может быть, например, освещение экологически слабых мест какого-либо изделия в течение его жизненного пути или сравнение двух изделий (Krcmar, Dold, 1996, с.12).

Значение данного этапа экобаланса часто недооценивается. А между тем, от поставленных целей зависят структура исследования, используемые методы и данные (Ökobilanzen für Produkte, 1992, с.28). От того, какую пользу предполагается получить от проведения экобаланса, зависят предельные издержки на него. Кроме того, интересы познания имеют большое значение для дальнейшей интерпретации результатов адресатами экобаланса (Dold, 1996, с.79). Опираясь на поставленные цели, следует сформулировать допущения и ограничения экобаланса.

Важным элементом данного этапа является *определение границ исходной системы*. Границы системы описывают, какие процессы, продукты и модули⁴⁴ исследуются, а какие считаются пренебрежительно малыми и поэтому могут быть вынесены за пределы

⁴⁴Под модулями подразумеваются составные части различных фаз жизненного цикла, представляющие собой наименьшие технические единицы исследования.

исследования (об этом подробнее см., например, Kytzia, 1995, с.63-70; Kunhenn, 1997, с.199-212, также п. 1.10.1). Границы системы имеют силу как для инвентаризационного анализа, так и для оценки воздействия. Для обоих этапов должны быть определены вещественные, пространственные и временные границы (Табл.2).

Таблица 2

*Образец границ системы (составлено по Dold, 1996, с.80;
Ökobilanzen für Produkte, 1992, Anhang 1)*

<i>Границы</i>	<i>Инвентаризационный анализ</i>	<i>Оценка воздействий</i>
Вещественные / физические границы (определение темы исследования)	Фазы жизненного пути, учет выработки энергии и транспортировки	Качественные / количественные воздействия, каталог категорий воздействия
Пространственные / географические границы (определение пространственной протяженности исследуемой системы)	Дифференциация выработки энергии, критерии учета процессов	Сосредоточение на локальных, региональных или глобальных воздействиях вредных веществ
Временные границы (определение временной протяженности исследуемой системы)	Срок эксплуатации продукции по сравнению с продолжительностью ее жизненного цикла, периодичность расхода материалов и энергии потребительской продукцией	Кратко-, средне- и долгосрочные воздействия вредных веществ в атмосфере, учет трансмиссий ⁴⁵ в экосфере

Эcobаланс представляет собой итеративный процесс, поскольку при появлении непредвиденных обстоятельств или новых познаний, например, об относительном или абсолютном значении этапов жизненного пути продукции, воздействиях определенных загрязнителей или возможностях доступа к данным, может потребоваться изменить рамки исследования (Guidelines..., 1993, с.13). Согласно принципу прозрачности и открытости эcobаланса такие ограничения необходимо обосновать и документировать.

При определении области применения необходимо остановиться также на следующих пунктах:

- *Организационные моменты.* Следует назвать заказчика, составителей и целевую аудиторию эcobаланса.
- *Объект исследования.* Необходимо подробно описать исследуемый продукт, процесс, предприятие или место его расположения и, по возможности,

⁴⁵Под трансмиссиями здесь понимается передача волновых воздействий, например, теплоты.

рассматриваемые альтернативы.

- *Функциональная единица.* Если нужно сравнить изделия друг с другом, следует обратить особое внимание на так называемую функциональную единицу (функциональный эквивалент) - количественную характеристику, используемую в качестве стандартной единицы измерения входных и выходных потоков в эcobалансах. Функциональные единицы служат для обеспечения сопоставимости альтернатив и даже различных эcobалансов. Так, в эcobалансе альтернативных способов сушки рук (с помощью бумажных, текстильных полотенец и воздушосушилок) в качестве функциональной единицы может быть принята такая характеристика, как «количество осушенных пар рук» (ГОСТ Р ИСО 14041-2000, с.6). Функциональная единица должна быть четко определена и обоснована.
- *Оценка воздействий.* Нужно подробно описать и обосновать применение методики, используемой при оценке экологических воздействий.
- *Распределение входных и выходных потоков.* Большинство производственных процессов наряду с главным продуктом дают также попутную продукцию. Поэтому возникает необходимость количественного определения материальных и энергетических потоков различных видов продукции, то есть разграничения входных и выходных потоков главной и побочной продукции.

1.7.2. Инвентаризационный анализ

Инвентаризационный анализ представляет собой ядро эcobаланса, его наиболее затратный и длительный этап. Методика его проведения сравнительно хорошо отработана, однако и на данном этапе существуют некоторые проблемы, прежде всего, связанные с процедурой сбора данных и их качеством.

В рамках инвентаризационного анализа осуществляется определение величины релевантных материально-энергетических потоков в производственной системе на всех стадиях жизненного цикла продукции с учетом установленных на первом этапе эcobаланса рамочных условий. Инвентаризационный анализ, не смотря на свое название, не должен включать элементов анализа, его цель – описание материальных и энергетических аспектов взаимодействия природы и исследуемой производственной системы (Krcmar, Dold, 1996, с.12).

В инвентаризационном анализе необходимо учесть все потоки, вливающиеся в систему или модуль извне (*входные потоки, Input*, прежде всего, сырье и материалы, энергию), а также все покидающие систему или модуль потоки (*выходные потоки, Output*, в том числе продукцию, тепловую энергию, шум и эмиссии). При этом внутренние

потоки, не имеющие прямой связи с окружающей средой (*промежуточные потоки, Throughput*), не принимаются во внимание. При этом следует принимать во внимание транспортировку, добычу сырья, утилизацию отходов, производство энергии и т.п.

Инвентаризационный анализ состоит из трех основных фаз: вертикального, горизонтального анализа и составления материально-энергетического баланса (Табл.3).

Таблица 3

Принципы проведения инвентаризационного анализа (составлено по Krcmar, Dold, 1996, с.13; Dold, 1996, с.81f.)

Вертикальный анализ	В рамках баланса не рассматриваются те части исследуемой системы:
	• которые незначительно отличаются от других систем; • данные / возможности получения данных по которым отсутствуют; • воздействие которых на окружающую среду пренебрежимо мало.
	Для определения границ отдельных процессов могут применяться следующие принципы:
	• элементарный процесс должен соответствовать одной самодостаточной системе и, по возможности, одной пространственной единице; • должна быть найдена точная величина измерения элементарного процесса; • должна быть найдена возможность точного и простого учета потоков, связанных с элементарным процессом.
Границы баланса и критерии их определения	
Ограничение единичных или элементарных процессов	
Транспортировка	Транспортировка, в том числе транспортировка сырья, материалов и продуктов в пределах исследуемой системы, является источником экологического загрязнения. При его изучении следует учитывать следующие аспекты: • тип транспортного средства; • дальность перевозки; • транспортируемый объект; • скорость перевозки; • тип ландшафта; • логистика (наличие порожних перевозок, размещение грузов).
Энергия	При учете потребления энергии важны следующие пункты: • данные о соотношении различных способов выработки электроэнергии в среднем по отдельным государствам или регионам мира, если используется электроэнергия из единой энергосети (см., Gesamt-Emissions-Modell..., 1992); • данные измерений, если электроэнергия вырабатывается на собственной энергоустановке; • тип энергоносителя (возобновимые или невозобновимые ресурсы); • теплотворная способность энергоносителя.

Окончание таблицы 3

Горизонтальный анализ Описание потоков вещества и энергии Выбор источников данных	Количественное описание потоков энергии и материи может проводиться следующим образом: • направление потока (входной и выходной поток); • тип потока (материал, энергоноситель, энергия); • принадлежность потока к какой-либо природной среде / агрегатное состояние (воздух/газ, почвы/твердое состояние, вода/жидкость); • влияние на окружающую среду (значительное, незначительное); • желательность выходящих потоков (желательный или нежелательный поток). Выбор источника данных - специфических данных (по конкретному объекту исследования) или средних данных (см. п. 1.10.2).
Материально-энергетический баланс Обобщение	В качестве критериев обобщения потоков веществ и энергии подходят критерии их описания (см. выше), а также добавляются новые критерии: • пространственные и временные границы воздействий (учет воздействия или пренебрежение воздействием); • фаза жизненного цикла (раздельная или обобщенная инвентаризация данных).
Распределение	С одной стороны, распределение - это одна из чисто методологических проблем экобалансов, которую можно решить с помощью принципа «виновника загрязнения». С другой стороны, это проблема определения элементарных процессов (см. п. 1.10.5).

1.7.3. Оценка воздействий

Результаты инвентаризационного анализа образуют основу для оценки воздействий, методика проведения которой до сих пор вызывает множество споров и разногласий. К настоящему времени существует более десятка подходов к оценке воздействий, однако ни один из них нельзя рассматривать в качестве единственного научно-достоверного (см. п. 1.9). В данном разделе рассмотрим основные принципы проведения оценки воздействия.

Целью данного этапа является приведение трудно обзриваемого массива данных, собранных на стадии инвентаризационного анализа, к небольшому числу обобщающих показателей (желательно - количественных) или даже к одному параметру, позволяющее упростить анализ системы.⁴⁶ Так как по измеренным в физических единицах измерения материально-энергетическим потокам еще нельзя сделать вывод о величине

⁴⁶См. Universität – Gesamthochschule Siegen, Fachbereich Maschinentechnik, Institut für Systemtechnik: Datenrecherche für die Ökobilanz von Getränkeverpackungen, <http://141.99.140.157/d/ist3/download/versuch2.pdf>.

экологического воздействия объекта исследования, оценка воздействия, как и инвентаризационный анализ, не должна содержать элементов анализа.

При проведении оценки воздействий, прежде всего, необходимо увязать инвентаризационные данные с воздействиями на окружающую среду по отдельным категориям воздействия, таким как разрушение озонового слоя, парниковый эффект, закисление почв, евтрофикация почв и водоемов, истощение полезных ископаемых и т.п. (*этап классификации*). Это возможно благодаря существенному упрощению цепочек воздействий компонентов окружающей среды друг на друга. В реальности существуют сложные, часто необозримые цепочки экологических эффектов. Так, изображенные на рисунке 3 цепочки воздействий являются результатом выбросов газообразных субстанций в атмосферу, но приводят к совершенно разным последствиям. Это позволяет сделать вывод о взаимосвязи пространственных размерностей: последствия глобальных процессов (потепление климата, повышение уровня моря) могут проявляться на локальном уровне (наводнения).

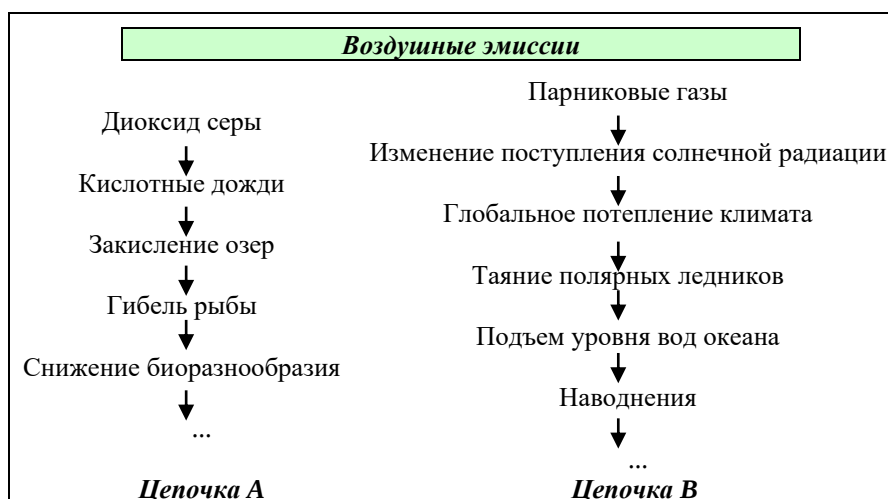


Рис.3. Пример цепочек воздействия (см. Dold, 1996, с.104)

При выборе категорий воздействий следует обращать внимание на следующие аспекты:

- *Временная протяженность воздействий* (кратко-, средне- и долгосрочные воздействия). Если сосредоточиться исключительно на краткосрочных воздействиях, возникает опасность упустить важные воздействия, проявляющиеся только по прошествии времени (Bossel, 1990, с.149). Однако долгосрочные воздействия не всегда могут быть доказаны и часто имеют лишь гипотетический характер.
- *Пространственное измерение воздействий* (точечные, локальные, региональные,

континентальные, глобальные и космические воздействия) (Lützkendorf, Kohler et al., 1992, с.51). Одна и та же хозяйственная деятельность, одно и то же вещество могут одновременно оказывать воздействие на окружающую среду на нескольких уровнях.

- Большое значение имеет *связь между пространственной и временной размерностями* экологических воздействий. Выброс 1 кг ртути, произошедший в течение одного часа в одном месте, может привести к гибели многих живых организмов, в то время как выброс того же количества ртути, выброшенного за один год на сотне различных участков, не будет иметь заметных воздействий (Schaltegger, Burritt, 2000, с.251).
- *Возможность количественного определения воздействия.* Количественная оценка некоторых воздействий, например, искоренения видов растений и животных, разрушения ландшафта, нанесения ущерба здоровью человека на рабочем месте, очень сложна. Однако, игнорирование воздействий, учесть которые в количественном виде не представляется возможным, может привести к ошибочному результату экобаланса (см., например, Ankele, Claes et al., 1993, с.7).

После этапа классификации рассчитываются индикаторы воздействия или экоиндикаторы (*этап характеристики*). Например, в качестве экоиндикатора в категории воздействия «Расход энергетических ресурсов» может использоваться ограниченность энергоносителей, в категории «Евтрофикация» - потенциал евтрофикации отдельных загрязнителей, в категории «Парниковый эффект» - потенциал глобального потепления.

Наряду с классификацией и характеристикой воздействия на окружающую среду, проведение которых обязательно, есть и необязательные элементы оценки воздействия: нормализация, группирование, взвешивание (ГОСТ Р ИСО 14042-02, с.7). Сначала необходимо на основе ссылочной информации охарактеризовать специфический вклад исследуемой системы в категории воздействия (*этап нормализации*). В качестве масштаба нормализации может служить фоновое загрязнение или установленные нормативы качества окружающей среды.⁴⁷

Группирование может включать две стадии (ГОСТ Р ИСО 14042-02, с.7):

- сортировку категорий воздействия на номинальной основе, например, по выбросам, потребляемым ресурсам и пространственным масштабам (глобальный,

⁴⁷Например, Р.Мюллер-Венк предлагает сравнивать эмиссии исследуемой системы с так называемым «критическим потоком» в некой «ссылочной» географической области, как правило, незатронутой данным видом хозяйственной деятельности. Критический поток описывает предельную допустимую экологическую нагрузку и определяется на основе действующих норм природоохранного законодательства или других обоснованных параметров. См. Müller-Wenk, 1992, с.21f.

региональный и локальный масштабы);

- ранжирование категорий воздействия по заданной иерархии, например, по приоритету (высокий, средний и низкий).

Взвешивание категорий воздействия – это процесс преобразования экоиндикаторов с использованием численных (весовых) коэффициентов, основанных на выбранных предпочтениях. Например, Гигрих предлагает для определения весовых коэффициентов пять критериев (Giegrich, 1995, с.272f.):

- объект воздействия;
- обратимость воздействия;
- временная протяженность воздействия;
- пространственная протяженность воздействия;
- степень неопределенности в оценке воздействия.

1.7.4. Интерпретация жизненного цикла

На четвертом и последнем этапе эcobаланса, интерпретации экологического баланса, сводятся результаты инвентаризационного анализа и оценки воздействий. Целями данного этапа являются анализ результатов, достигнутых заключений, объяснение ограничений и подготовка рекомендаций по итогам предшествующих фаз эcobаланса, а также подготовка отчета по результатам интерпретации эcobаланса (ГОСТ Р ИСО 14043-02, с.2).

1.8. Типы эcobалансов

Существуют различные предложения по систематике эcobалансов. Основным критерием классификации эcobалансов в большинстве из них является широта исследования (границы исследуемых систем). Так, доктор А.Вальтер-Маурушат, экологический референт фирмы «Bode Chemie GmbH und Co.» (Гамбург), пишет: «В зависимости от того, какую систему необходимо исследовать на предмет ее экологичности, выделяются производственные и народохозяйственные эcobалансы» (Цит. по Beck, 1993, с.64).

Среди *производственных эcobалансов* немецкий IÖW предлагает различать четыре взаимодополняющих типа (Рис.4): баланс предприятия, процессов, продуктов и места размещения производства (см., например, Braunschweig, 1986; Jasch, 1992; Öko-Controlling, 1992; Reichardt, 1992; Seuring, 1998, с.76-79; Тимофеева, 2004, с.209).

Народохозяйственные эcobалансы составляются для систем большей пространственной протяженности, например, для групп продуктов или целых отраслей.

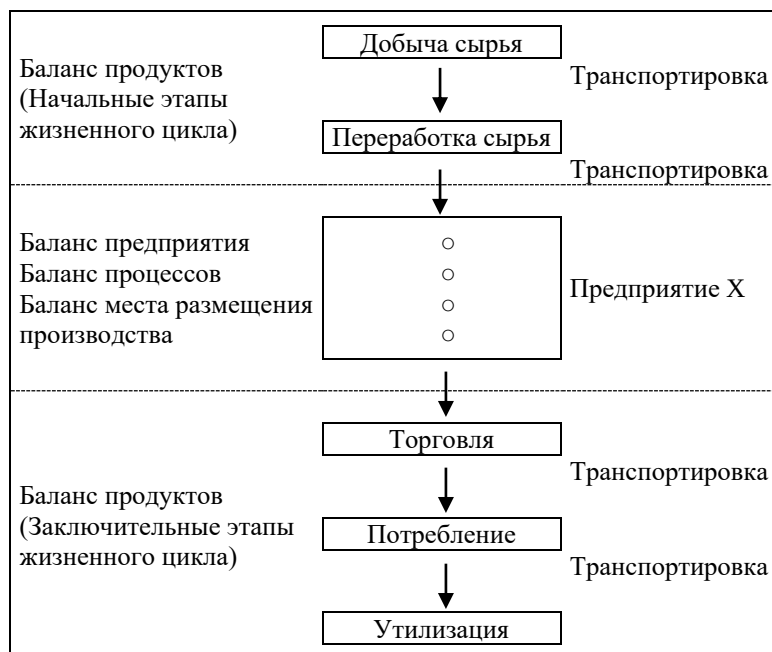


Рис.4. Систематика эcobалансов по IÖW (см. Beck, 1993, с.120)

Согласно подходу, разработанному IÖW, с помощью вышеназванных четырех типов эcobалансов можно охватить все экологические аспекты деятельности какого-либо предприятия.⁴⁸

Баланс предприятия представляет собой учет качественных и количественных характеристик входных и выходных потоков, связанных с предприятием (Рис.5). При составлении баланса предприятия оцениваются следующие входные потоки: сырье, вспомогательные материалы и энергия. К выходным потокам относятся материальные и энергетические эмиссии (твердые отходы, сточные воды, выхлопные газы и потери тепла). При этом само предприятие рассматривается в качестве «черного ящика», так как долговечные средства производства, например, станки, цеха, здания, а также производственные процессы остаются без внимания.

Инвентаризация потоков проходит в три этапа (см., например, Umwelt-Controlling, 1992, с.12). Прежде всего, все входные потоки подразделяются на следующие категории: сырье, вспомогательные материалы (например, упаковка), материалы для производства (вода, смазочные масла, инструменты, чистящие средства и т.п.), энергия. На втором этапе определяются количественные характеристики входных потоков. Затем осуществляется разделение потоков по типам материалов и химическому составу.

Эcobаланс предприятия позволяет сделать первые, приблизительные выводы по его экологически слабым участкам, например, зависимости от определенных видов сырья,

⁴⁸Типы эcobаланса по предложенной IÖW классификации показаны на примере пивоваренного предприятия, см. Öko-Controlling, 1992, с.8-11; Krcmar, Dold, 1996, с.181-183; Beck, 1993, с.124-130.

большим потерям тепла, выбросам сточных вод и твердых отходов (см. Веck, 1993, с.120).

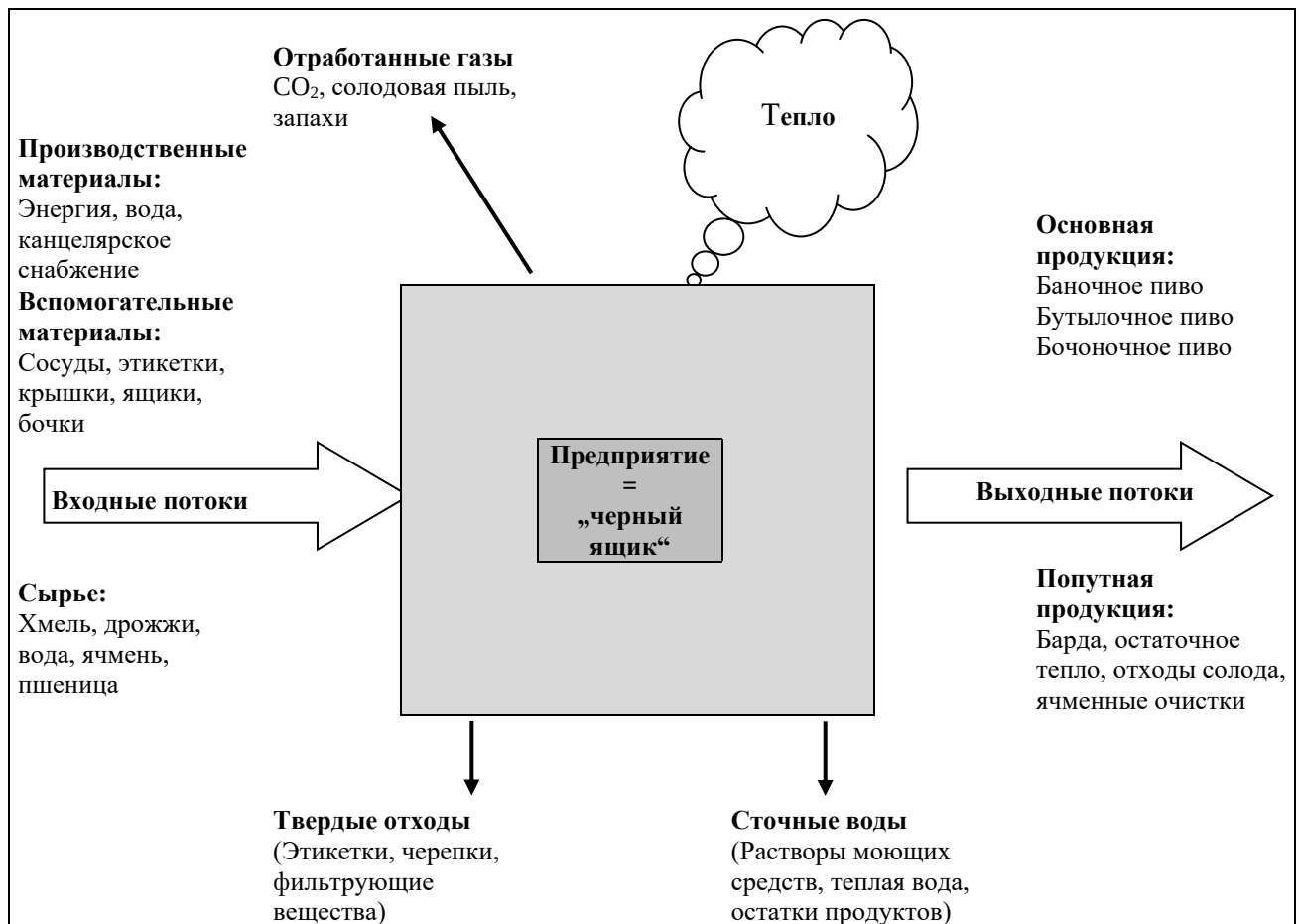


Рис.5. Баланс предприятия на примере пивоварни (см. там же, с.124)

Если проследить материально-энергетические потоки внутри «черного ящика», можно составить *баланс процессов*, в котором анализируются отдельные производственные процессы на данном предприятии (Рис.6). При этом для каждого процесса необходимо составить матрицу входных и выходных потоков с учетом потерь вещества и энергии. Основу баланса процессов представляет разграничение элементарных процессов (в пространстве, во времени или по видам выпускаемых продуктов).

При проведении баланса процессов склады сырья и полуфабрикатов не должны исключаться из рассмотрения. То же самое относится к материалам и энергиям, возникающим на каком-либо этапе производства в результате обработки сырья или химических реакций (промежуточным потокам). В результате проведения баланса процессов цепочка входных и выходных потоков баланса предприятия удлинится.

При составлении баланса процессов учет станков и машинного оборудования принципиально возможен (например, по их материалоемкости или выбросам в

атмосферу). Однако его можно провести и позднее (в рамках баланса места размещения производства).

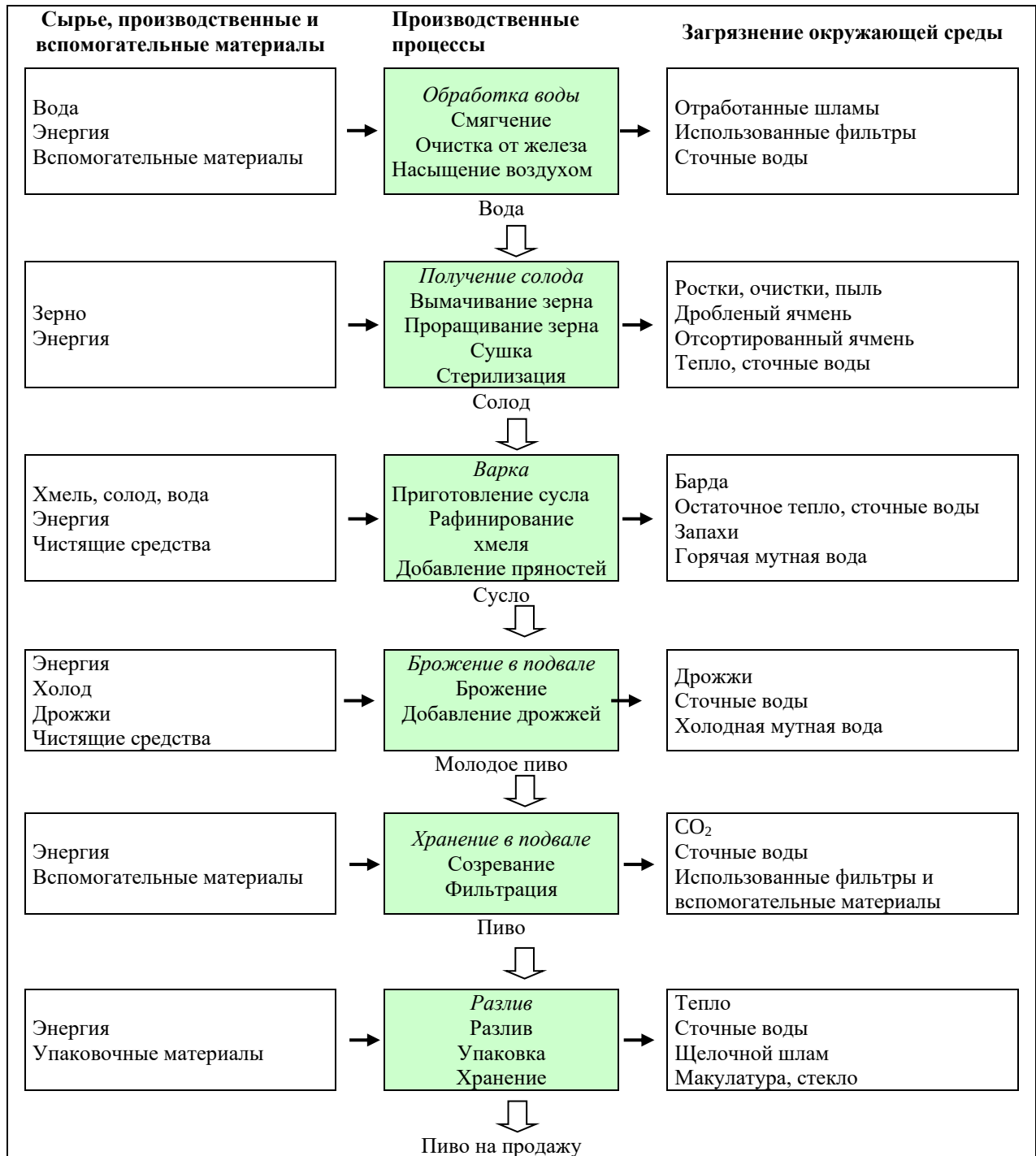


Рис.6. Баланс процессов на примере пивоварни (см. там же, с.126)

Любое предприятие оказывает не только непосредственное влияние на окружающую среду (в результате своей деятельности), но и косвенное влияние (например, за счет снабжения и дистрибуции продукции). Воздействия, имеющие место за пределами места размещения предприятия, то есть на начальных и заключительных стадиях жизненного

цикла продукции, можно зарегистрировать при составлении *балансов продуктов* или балансов линий продуктов (Рис.7).

К числу начальных стадий жизненного цикла продукции относятся добыча и обработка сырья, изготовление и облагораживание полуфабрикатов, доставка сырья и материалов на склады или на производство. К заключительным стадиям - торговля, потребление / эксплуатация, гарантийное обслуживание, уход за продуктом, а также все составляющие послепотребительской фазы (утилизация, повторное использование, обезвреживание, сопровождающиеся рассеянием содержащихся в продукции веществ в окружающей среде). На всех перечисленных стадиях немаловажную роль играет транспорт.

Составляя баланс продуктов, необходимо учитывать не только потоки производимых продуктов, но и рабочие инструменты, вещества, используемые в производстве, строительные материалы, машины и т.п. Поэтому баланс продуктов в широком смысле релевантен для всех необходимых для производства продукции материалов и энергий (см. там же, с.127).

Важность баланса продуктов обусловлена тем, что любое предприятие может оказывать влияние на начальные и заключительные стадии жизненного цикла продукции, например, благодаря выбору более экологичного энергоносителя, материала можно снизить экологические риски или предотвратить проблемы при утилизации отходов.

Прочие экологические воздействия в пределах территории предприятия, например, воздействия, связанные с производственными цехами, управленческим аппаратом, могут быть учтены в рамках *баланса места размещения производства* (Рис.8).

Его важность связана с тем, что существующие в данной сфере экологические проблемы и риски, как правило, недооцениваются. Так, если данной сфере не уделять внимание, не исключено нанесение ущерба имиджу предприятия (например, при большой доле заасфальтированной поверхности и низкой площади озеленения территории), а также здоровью сотрудников (например, из-за необдуманного применения содержащих вредные вещества средств обработки дерева против вредителей в помещениях предприятия или через использование ксероксов в закрытых помещениях, необорудованных озоновыми фильтрами) (см. там же, с.121).

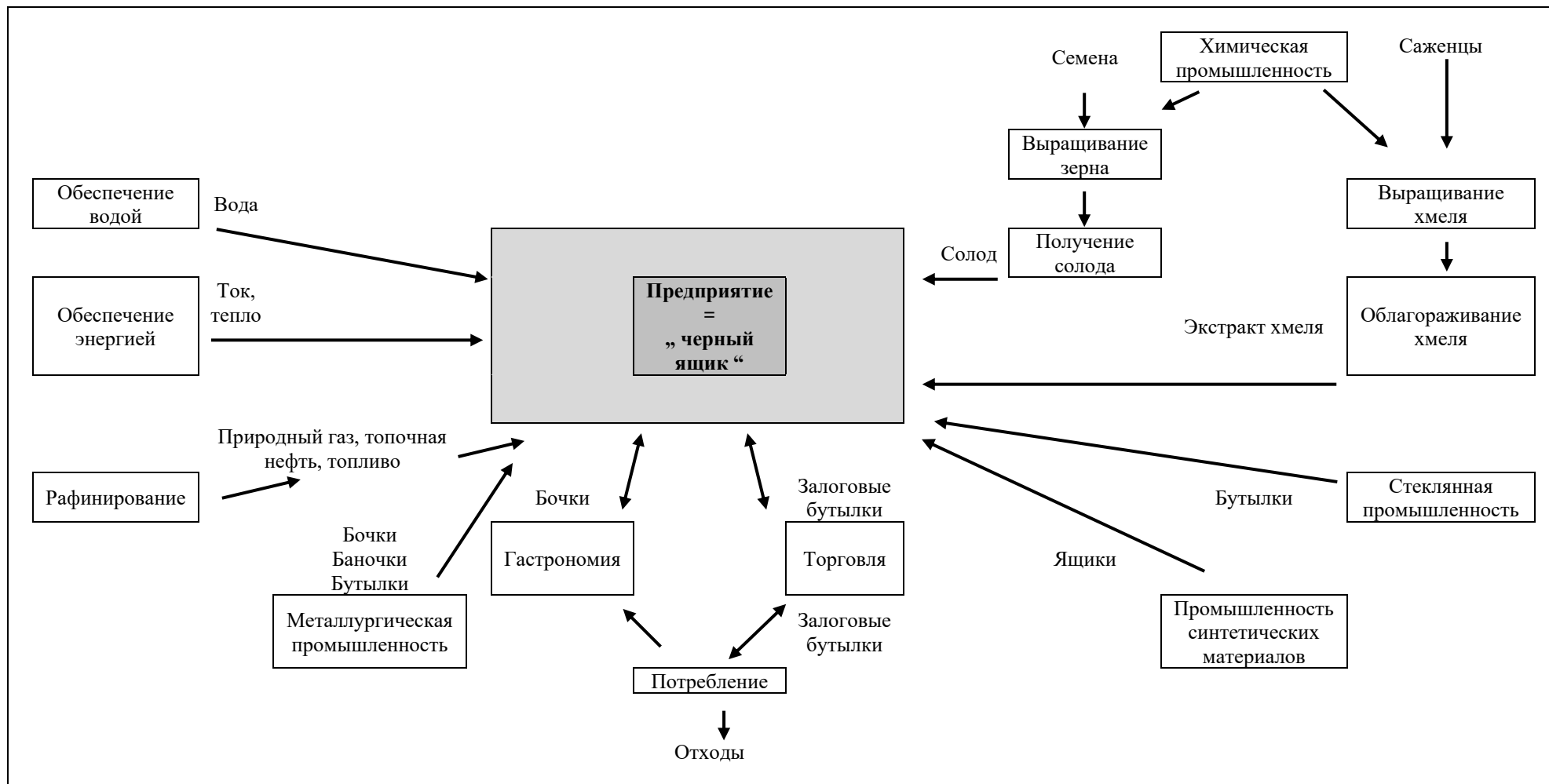


Рис.7. Баланс продуктов на примере пивоварни (см. там же, с.128)

Сфера управления и делопроизводства Канцелярские материалы, мебель, оборудование...
Уборка помещений Чистящие средства...
Заводские мастерские и производственные сооружения Мастерская по ремонту транспортных средств, слесарная и столярная мастерские, очистные сооружения, установки по энергоснабжению...
Склады Склады сырья, материалов, произведенной продукции...
Транспортный парк и перевозки Большегрузные и легковые автомобили, прочие транспортные средства (включая транспорт сотрудников), логистика...
Использование и озеленение территории Застройка территории, зеленые насаждения, озеленение крыш...
Накопленное загрязнение Накопленный мусор, в том числе опасные отходы...
Производственные здания и фабричные установки Строительные материалы, энергетические установки...
Обращение с отходами Раздельный сбор отходов (вторичного сырья), рециклирование...

Рис.8. Баланс места размещения производства на примере пивоварни (см. там же, с.130)

А.Брауншвайг и Р.Мюллер-Венк, исходя из построения жизненного цикла исследуемого продукта, выделяют два типа экобалансов: так называемые «баланс ядра» и «дополнительный баланс» (Рис.9) (Braunschweig, Müller-Wenk, 1993, с.30; Ökobilanz für Unternehmen, 1992, с.27f.). Эти типы баланса отличаются, прежде всего, требованиями, предъявляемыми к качеству используемых данных: при составлении дополнительного баланса допустимо использование менее детальной информации.

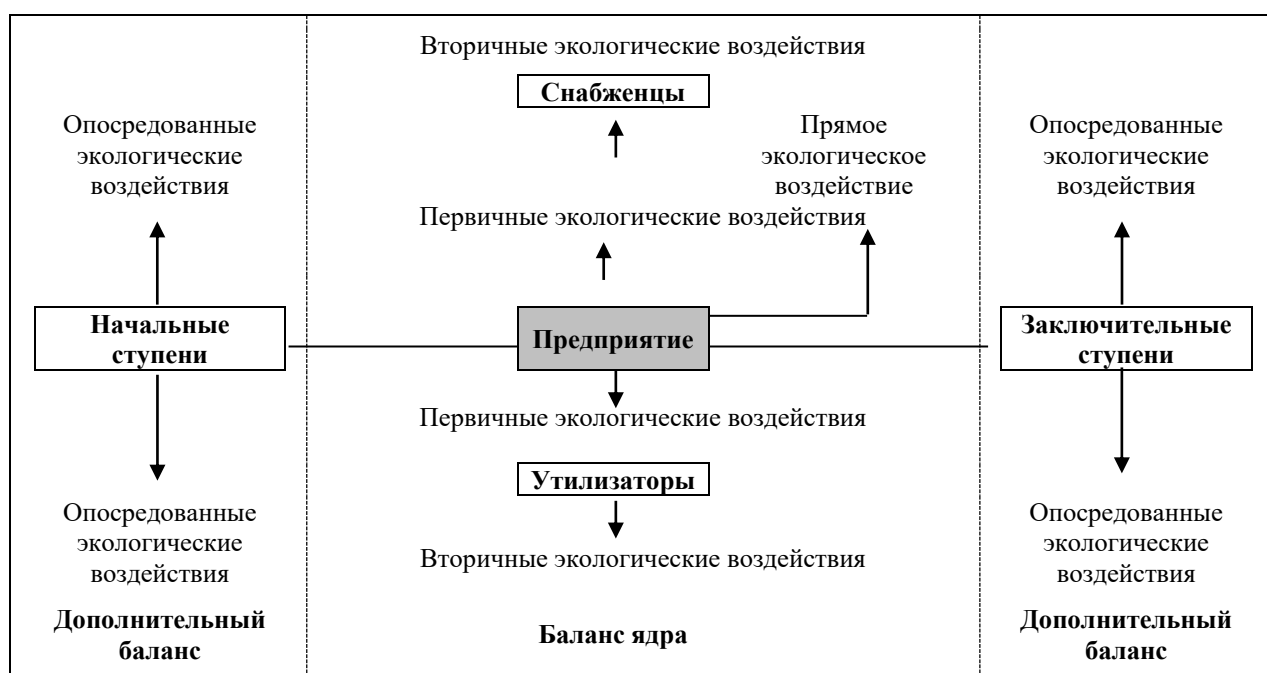


Рис.9. Баланс ядра и дополнительный баланс (см. Braunschweig, Müller-Wenk, 1993, с.30)

В рамках *баланса ядра* (минимальной исследуемой области) охватываются первичные, то есть возникающие непосредственно на предприятии, а также вторичные, появляющиеся в результате деятельности снабженцев и утилизаторов, экологические воздействия («косвенные экологические аспекты» в терминологии норм ИСО серии 14000). Вторичные воздействия имеются практически на всех предприятиях, к ним относятся, например, обеспечение энергией предприятия-снабженца, обезвреживание отходов и очистка сточных вод предприятиями-утилизаторами. Особое значение при этом придается прямым экологическим воздействиям, возникающим непосредственно в ходе взаимодействия с природой.

В рамках *дополнительного баланса* учитываются опосредованные экологические воздействия начальных и заключительных ступеней жизненного цикла продуктов. На этих ступенях предприятие также взаимодействует с поставщиками и утилизаторами, что обуславливает дополнительные трудности. Чтобы преодолеть их, дополнительные балансы можно в свою очередь подразделить на несколько типов в соответствии со спецификой проблемы (экологичность выработки энергии, обезвреживание отходов и прочее).

Согласно Корино оптимальным способом проведения экобаланса, а именно инвентаризационного анализа, является использование *тетрасистемной модели*, состоящей из баланса предприятия, продуктов/товаров, отрасли и групп продуктов/товаров (Рис.10). Важнейшей из этих балансов Корино признает баланс товаров/продуктов (Corino, 1995, с.35).

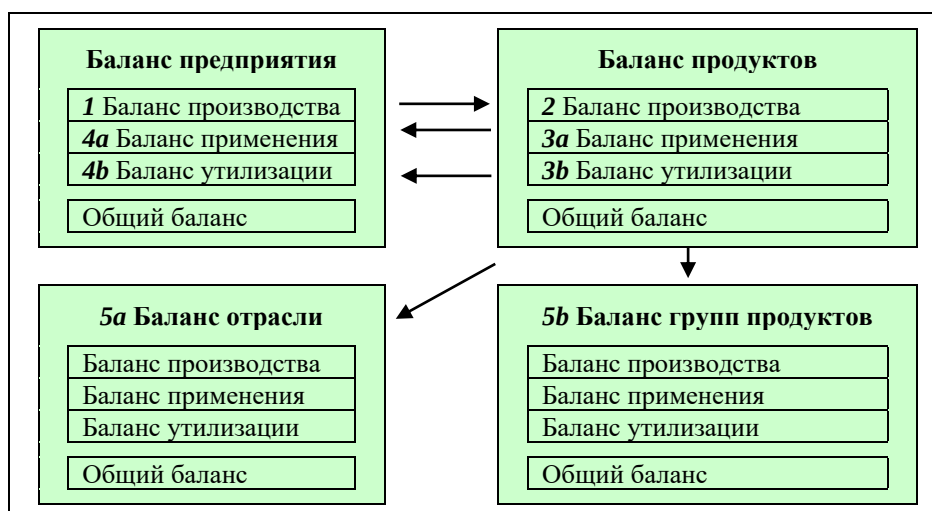


Рис.10. Типы экобалансов по Корино (см. Corino, 1995, с.35)

Экобалансы предприятия и продуктов составляются параллельно. На первом этапе (1) рассчитываются материально-энергетические потоки, связанные с

производством продукции на предприятии⁴⁹, а полученные данные распределяются на весь ассортимент выпускаемой продукции (2). Затем составляются балансы для этапов потребления и утилизации продукции для отдельных продуктов (3a, 3b), и для целого предприятия (4a, 4b). С помощью суммирования выводится общий баланс для предприятия и продуктов, а на их основе составляются балансы отраслей (5a) и групп продуктов⁵⁰ (5b).

1.9. Методы оценки воздействий на окружающую среду

Наиболее сложным этапом экобаланса является оценка зарегистрированных воздействий на окружающую среду, то есть их характеристика и взвешивание. Спорным является в частности то, как учесть различные воздействия и какими должны быть приоритеты при их взвешивании (Sietz, von Saldern, 1993, с.9). Проблема оценки воздействий заключается в сложности учета всех экологических взаимосвязей, синергетического эффекта и т.п. По мнению Ш.Шальтеггера и А.Штурма, целью методов оценки воздействий является не неоспоримая, строгая научная оценка, а такое уменьшение произвольных элементов при оценке, при котором модель взвешивания как можно более полно удовлетворяла бы требованиям социально-экономической и экологической рациональности (Schaltegger, Sturm, 1994, с.72). Для проведения оценки воздействия производственной системы на окружающую среду в распоряжении составителей экобалансов имеется множество различных подходов. Ниже освещаются и анализируются наиболее известные из них. Однако сначала рассмотрим их систематику.

1.9.1. Классификация методов оценки воздействий

Методы проведения оценки воздействий могут быть классифицированы по различным критериям (Табл.4).

Таблица 4

Систематика методов оценки воздействий

<i>Критерий</i>	<i>Методы оценки воздействий</i>
<i>1</i>	<i>2</i>
<i>По научному направлению</i>	<i>Социально-политические методы, основанные на политических установках (например, законах, предписаниях)</i>

⁴⁹Этот тип баланса соответствует балансу предприятия по классификации IÖW.

⁵⁰Под группой продуктов/товаров здесь понимаются «все отдельные товары, выполняющие одинаковые функции» (функционально эквивалентные), см. Corino, 1995, с.40.

Окончание таблицы 4

1	2
<i>(составлено по Schaltegger, Sturm, 1996; Ökoprofile..., 1998, с.55-56)</i>	<i>Естественнонаучные методы, ориентирующиеся на естественные законы функционирования экосистем (экологические проблемы, категории)</i>
	<i>Монетарные социально-экономические методы, базирующиеся на расчете воздействия на окружающую среду с помощью экономических инструментов</i>
<i>По характеру оценочных единиц (составлено по Schaltegger, Sturm, 1994, с. 71-129)⁵¹</i>	<i>Монетарные методы, опирающиеся на стоимостные значения</i>
	<i>Методы оценки материальных потоков, концентрирующиеся на перемещении материи</i>
	<i>Методы оценки энергетических потоков, основывающиеся на энергетических параметрах</i>
	<i>Методы оценки экологического ущерба, имеющие в качестве оценочной базы опасность воздействий на окружающую среду или экологическую релевантность</i>
	<i>Методы, ориентированные на нормативы загрязнения, использующие в качестве масштаба оценки установленные природоохранным законодательством экологические нормативы</i>
	<i>Методы ABC-анализа, учитывающие при оценке несколько экологических, экономических, законодательных, общественных и других параметров</i>

Многоступенчатую типологию методов оценки воздействия с учетом вида оценки (количественная или качественная), количества и характера используемых оценочных критериев предлагают Ф.Рубик и В.Тайхерт (Рис.11).

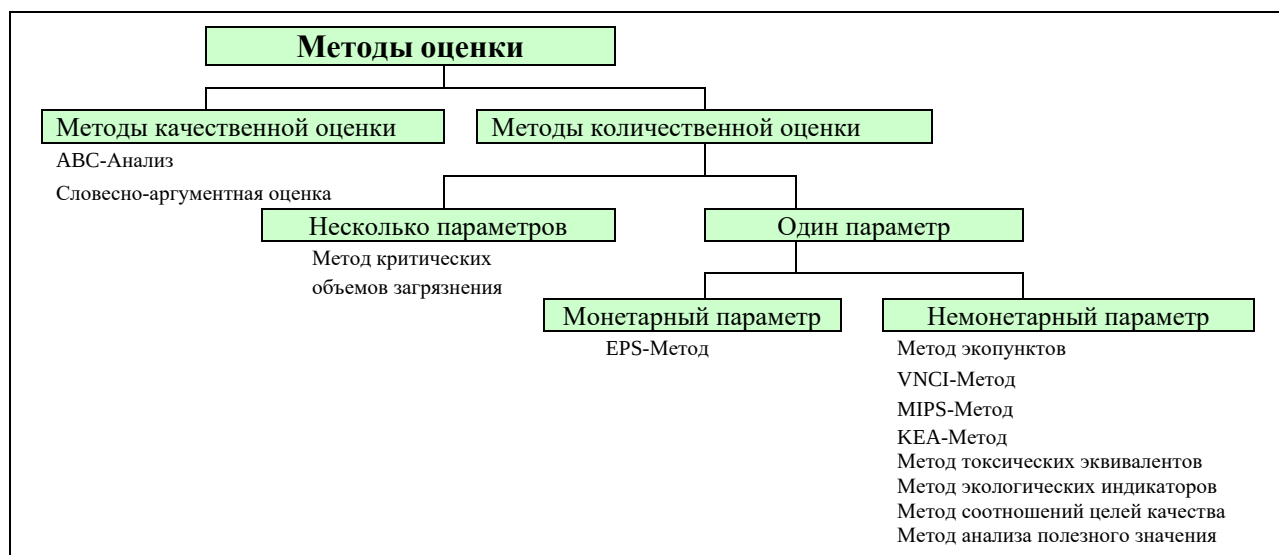


Рис.11. Классификация методов оценки воздействия (составлено по Rubik, Teichert, 1997, с.100)

⁵¹Очень близка к методике Ш.Шальтеггера и А.Штурма систематика методов оценки воздействия, разработанная Г.Дольдом. Однако им дополнительно выделяется категория «ориентированные на риски методы», основанные на расчете рисков потенциальных загрязнителей, см. Dold, 1996, с.117-125.

1.9.2. ABC-Анализ

Метод ABC – это не специфический метод экологической оценки. Он применяется для решения различных вопросов бизнеса, в частности для расстановки приоритетов деятельности. Необходимость действий в сфере экологии обусловлена правовой, экономической, технической необходимостью, а также соображениями экологической безопасности и обеспечения имиджа предприятия (см., например, Seuring, 1998, с.98ff., Jasch, 1992, с.55ff.).

Данный метод основывается на том, что основной причиной большинства проблем является, как правило, небольшое число факторов, соответственно существуют лишь несколько аспектов, которым следует уделять наибольшее внимание (Ringeisen, 1988). Метод ABC-Анализа подразделяет все экологические аспекты на три категории. Обстоятельства категории «А» - это наиболее важные, срочные, высоко релевантные аспекты. К группе «В» относятся среднесрочные мероприятия. В группу «С» попадают экологические аспекты, которые при сегодняшнем уровне развития науки и экологического сознания общества не требуют принятия каких-либо мер (Beck, 1993, с.131). С точки зрения немецкого IÖW ABC-Анализ должен проводиться предприятием индивидуально, так как экологические аспекты предприятий различаются (Böning, 1994, с.11). За основу анализа может быть взят образец, представленный в таблице 5.

Таблица 5

*Распр ABC-Анализа по IÖW (составлено по Hallay, Pfriem, 1992, с.94-105;
Schaltegger, Sturm, 1994, с.109)*

<i>Критерии оценки</i>	
1. Соблюдение природоохранного законодательства	
2. Общественная дискуссия	
3. Нанесение экологического ущерба в штатных ситуациях	3.1. Загрязнение воздуха
	3.2. Загрязнение воды
	3.3. Загрязнение почв
	3.4. Токсичность
4. Нанесение экологического ущерба в результате аварий, выхода из строя оборудования и т.п.	
5. Интернализированные экологические издержки	
6. Загрязнение на начальных и конечных стадиях жизненного цикла	
7. Потери материалов, энергии и продукции	

Согласно П.Рингайзену, ABC-Анализ может использоваться не только для характеристики экологического воздействия, но и для выбора экологически релевантных

стадий жизненного цикла продукции, осуществить который можно по следующим параметрам:

- интенсивность экологического воздействия;
- экологические аспекты, которые должны быть зарегистрированы;
- экологическая релевантность различных типов воздействий.

При проведении АВС-Анализа П.Рингайзен предлагает использовать критерии, позволяющие оценить эмиссии (например, нормативы загрязнения окружающей среды, токсичность, время распада, канцерогенные свойства, скорость распространения загрязнителей в окружающей среде). Также им оцениваются потребление ресурсов (с учетом, например, их возобновимости, прироста, наличия субституты, возможности синтеза) и краткосрочные цели защиты окружающей среды (например, доказуемость негативного экологического воздействия загрязнителя, угроза вымирания находящихся под влиянием антропогенной деятельности животных и растений, необратимость и широкая распространенность воздействия) (см. Ringeisen, 1988, с.536-544; Schaltegger, Sturm, 1994, с.110-111).

Итак, благодаря АВС-Анализу можно провести качественную оценку воздействий. АВС-Анализ может быть дополнен так называемым XYZ-Анализом, позволяющим дать относительную количественную оценку материально-энергетических потоков и тем самым существенно повысить значимость результатов оценки (Beck, 1993, с.139).

По мнению критиков АВС-Анализа его существенным недостатком является относительность оценки. Однако нужно учесть, что оценка воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду по определению не может быть на 100% точной, так как экосистемы имеют сложную структуру, многие экологические аспекты плохо поддаются количественному измерению, в результате чего количественная оценка экологических аспектов всегда связана со значительной погрешностью (там же, с.130).

Достоинством АВС-Анализа является то, что он позволяет учесть этическую сторону принимаемых на предприятии решений, на которую не оказывают влияния правовые предписания и рамки (например, при застройке экологически ценных природных территорий или применении материалов, исследования которых на предмет их экологической опасности пришли к противоречивым результатам). Благодаря четкому обозначению категорий и критериев данный метод является очень прозрачным и доступным. Категории и критерии оценки могут варьироваться в зависимости от постановки проблемы. С одной стороны, за счет этого метод АВС-Анализа имеет большой потенциал, однако, с другой стороны, высокая гибкость выбора критериев обуславливает субъективный характер оценки.

1.9.3. Метод экопунктов

Метод экопунктов (метод пунктов загрязнения окружающей среды, метод экологической ограниченности) разработан в Швейцарии для экологической оценки предприятий на основе модели Р.Мюллер-Венка, предложенной еще в 1978 г. (см. Müller-Wenk, 1978; Braunschweig, Britt et al., 1984; Braunschweig, 1988; Methodik für Ökobilanzen..., 1990; Braunschweig, Müller-Wenk, 1993; Etterlin, Hürsch et al., 1992, с.80-90). Он основывается на положении, что нагрузка на отдельные сферы окружающей среды за определенный промежуток времени и в пределах определенной географической области не должна превышать определенного уровня, за которым следует ухудшение состояния экосистем (так называемого «критического потока вещества») (Ökobilanz für Unternehmen, 1992, с.20). Основным принцип данного метода заключается в том, чтобы определить уровень фактической нагрузки на окружающую среду по отношению к критическому потоку, определяемому по нормативам загрязнения различных поллютантов, и таким образом получить меру ассимиляционного потенциала окружающей среды – экофактор [формула (1)] (Methodik für Ökobilanzen..., 1990, с.24):

$$\text{Экофактор} = \frac{\text{Фактический поток}_{\text{поллютант}}}{\text{Критический поток}_{\text{поллютант}}^2} \times 10^{12} \quad (1)$$

$$\text{Экопункт} = \text{Эмиссия}_{\text{поллютант}} \times \text{Экофактор}_{\text{поллютант}} \quad (2)$$

Если данные инвентаризационного анализа о величине эмиссий умножить на соответствующий экофактор, получим экопункты [формула (2)], сложив которые можно определить общее взвешенное загрязнение окружающей среды.⁵²

Данный метод широко используется в Швейцарии. Его достоинствами являются простота и доступность, возможность выразить суммарное экологическое воздействие исследуемого объекта в одном показателе. Однако определение размера критических потоков является очень сложным и спорным. Во-первых, они рассчитываются на основе установленных государством нормативов выбросов, следовательно, зависят от приоритетов экополитики. Кроме того, требуется привязка данных о выбросах к определенной территории. По существу при определении предельных нагрузок решающими должны являться естественные границы. В противоположность этому, статистические данные о фактических потоках веществ относятся к административно-

⁵²См. TU Chemnitz (Technische Universität Chemnitz), Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikplanung: Methoden der Ökobilanzierung, <http://www.tu-chemnitz.de/mb/InstBF/ufa/bewert/wirk/methoden.htm>.

территориальным единицам. Еще один недостаток метода заключается в том, что количество поллютантов, которые можно учесть, лимитировано.

1.9.4. Модель критических объемов загрязнения

Метод критических объемов загрязнения (критической нагрузки) был разработан в 80-х гг. швейцарской BUS (ныне BUWAL) (Ökobilanzen von Packstoffen, 1984).⁵³ Суть данного метода заключается в оценке загрязнения окружающей среды по установленным нормативам выбросов, например, с помощью используемых в Европе показателей предельно допустимых выбросов (МПК) и предельно допустимых концентраций на рабочем месте (МАК).⁵⁴ При этом для эмиссии каждого загрязнителя рассчитывается так называемый критический, то есть максимальный, объем воды или воздуха, необходимый для того, чтобы при данном уровне эмиссий нормативы выбросов еще соблюдались [формула (3)] (Ökobilanzen von Packstoffen, 1984, с.4).

$$\text{Критический объем} = \frac{\text{Эмиссия}}{\text{Норматив}} \quad (3)$$

Сумма критических объемов отдельных загрязнителей в пределах одной категории воздействия (загрязнение воды или воздуха) дает индекс загрязнения данной природной среды. К этому добавляются еще две категории: суммарное энергопотребление и объем образующихся твердых отходов, которые выражаются в физических единицах измерения (например, МДж на кг произведенных товаров, см³/кг).

Недостатки этого метода те же, что и у метода экопунктов: ограниченное количество учитываемых вредных веществ, зависимость от политических решений, проблема учета территориальной протяженности воздействий. Можно привести несколько примеров того, что учет экологического воздействия посредством данного метода является недостаточно полным. Так, учитывается лишь общее количество отходов, а воздействие от их утилизации, например, выбросы в атмосферу диоксинов и фуранов при сжигании, игнорируется. Так же не могут быть оценены накопление вредных веществ в организмах и природных средах, синергетический эффект. Используемые предельные величины часто ориентированы на антропоцентрические показатели (например, предельно допустимые концентрации на рабочем месте, рассчитанные с учетом антрополого-токсикологических

⁵³Об этом подробнее Ökobilanz von Packstoffen, 1991; Etterlin, Hürsch et al., 1992, с.71-80.

⁵⁴См. Wiener Umweltstudien-Informationspool: Methoden zur Bewertung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen, https://www.wien.gv.at/ma22/pool/doc/abfall_masnahmen_zus.pdf.

эффектов), в то время как предпочтительнее полицентрические показатели, например эколого-токсикологические критерии.

1.9.5. EPS-Метод

EPS-Метод (Environmental Priority Strategies Method) предложен шведскими НИИ окружающей среды и Федерацией промышленников. Основой метода являются монетарные величины: готовность платить, издержки на предотвращение экологического ущерба (превентивные издержки) и рыночные цены.

В данной методике выделяется пять эколого-релевантных сфер: биологическое разнообразие, здоровье человека, сельскохозяйственное производство, потребление ресурсов и эстетические ценности. В каждой из них необходимо дать количественную характеристику экологическим воздействиям (например, в категории «здоровье человека» - через заболеваемость населения или количество голодных смертей) (Fischer, 1996).

В дальнейшем вычисляются «ресурсные индексы» на основе мировых запасов сырья в расчете на человека, а также «индексы эмиссий» различных загрязнителей. При расчете последних применяются коэффициенты, учитывающие частоту и продолжительность экологических воздействий, подверженные влиянию регионы или популяции, роль эмиссий в появлении той или иной экологической проблемы, расходы на их предотвращение или сокращение. Полученные индексы перемножаются с коэффициентами, отражающими опасность различных экологических воздействий, в результате чего все параметры могут быть обобщены до одного числа (Schaltegger, Sturm, 1994, с.75-76).

Из-за своей сложности EPS-Метод не нашел международного признания и практически не применяется за пределами Скандинавии.

1.9.6. VNCI-Метод

VNCI-Метод (методика интегрированного управления потоками материалов) была предложена в 1992 г. Нидерландским союзом химической индустрии (VNCI) в качестве инструмента подготовки и принятия решений о проведении экологических мероприятий. Данный метод нацелен на сравнение продуктов.

Базой оценки экологических воздействий являются данные о фоновом загрязнении территории Нидерландов и установленные госорганами факторы взвешивания. В данном методе рассматриваются следующие категории воздействия: разрушение озонового слоя, парниковый эффект, закисление среды, евтрофикация, потребление ресурсов, образование фотооксидантов, токсическое воздействие на человека. Данный метод позволяет дать

оценку воздействия на окружающую среду с помощью одного единственного индекса (Böhler, Kottmann, 1996).⁵⁵

1.9.7. Tellus-Метод

Всебъемлющий экобаланс для упаковочных материалов был проведен в 1992 г. в НИИ Теллаз (Бостон, США) на основе издержек на предотвращение ущерба. Он базировался на сведениях открытых банков данных и литературных источников о монетарных характеристиках выбросов.

Ранжирование упаковочных веществ было проведено с помощью взвешивания эмиссий, влияющих на здоровье и безопасность человека, по экономическим издержкам на их предупреждение. В качестве масштаба нормализации при взвешивании экологических воздействий в этом методе рассматриваются расходы на предотвращение эмиссий одного фунта свинца (см. п. 1.7.3).

Поскольку данный метод фокусируется на возможностях предотвращения ущерба, собственно экологические воздействия учитываются лишь косвенно. Помимо этого, результаты экобаланса зависят от проводимой экологической политики. Еще один недостаток методики – это использование данных с территориальной спецификой (Schaltegger, Sturm, 1994, с.74-75).

1.9.8. MIPS-Метод

MIPS-Метод был разработан институтом климата, окружающей среды и энергии Вупперталь (Германия). Его цель – найти единую единицу измерения экологических воздействий, которая удовлетворяла бы ряду критериев (Schmidt-Bleek, 1994, с.101):

- отражение всех существенных экологических воздействий;
- возможность применения для всех процессов, товаров и услуг в течение всего их жизненного цикла;
- наличие количественных характеристик, расчет которых прост и не связан с высокими издержками;
- возможность оценки тенденций изменения потенциального воздействия на окружающую среду;
- возможность применения на локальном, региональном и глобальном уровнях.

Основополагающая идея института Вупперталь заключается в том, что, в конечном

⁵⁵См. также Universität Bremen, Institut für Umweltverfahrenstechnik: Umweltrelevante Schwachstellenanalyse von Produktionsprozessen zur Offenlegung von Wertschöpfungspotentialen, <http://www.iuv.uni-bremen.de/publikationen/haase/preprint99.htm>.

счете, к причинению вреда окружающей среде приводит быстро увеличивающееся перемещение материи человеком (там же, с.102). Поэтому в качестве показателя антропогенного экологического влияния выбран входной поток материалов из расчета на производственную единицу, то есть материалоемкость (MIPS).

Величина MIPS рассчитывается посредством суммирования масс всех материалов, используемых для производства продуктов или услуг: объемов горных выработок, воды, применяемой для охлаждения, объема воздуха и нарушенных почв. Степень экологической опасности рассматриваемых материалов при этом не учитывается. Потребление энергии определяется по количеству использованного на ее получение материала. При расчете MIPS наряду с входными потоками материалов учитывается также перемещение материалов (транслокация), описывающее чистое движение материалов (без учета их трансформации, например, вхождения в состав продуктов).

Методика МИПС благодаря своей простоте применения и прозрачности системы индикаторов легла в основу нескольких широко известных концепций эколого-, а также экономико-политического характера (в частности, моделей «Faktor 4» и «Faktor 10»). Сама идея уменьшения удельной материалоемкости весьма интенсивно используется и на уровне глобальной экологической политики, например, такими организациями, как OECD, WRI, Wordwatch Institute и др. (см. Fromm, Kratochvil, 2000).

Этот метод в отличие от большинства методик оценки воздействия жизненного цикла сфокусирован на входных потоках, при этом акцент сдвигается с мер по охране окружающей среды, направленных на снижение уже возникшего ущерба, на превентивные меры. Выявляя размер вмешательства в природу, MIPS-Метод стимулирует «дематериализацию» экономики. Однако в тоже время при таком подходе остаются за кадром выходные потоки и, соответственно, их экологические воздействия. Потребление энергии в этой концепции важно только в том плане, что для ее генерирования также необходимо перемещение материалов (Dold, 1996, с.102). Учитывая данные обстоятельства, MIPS-Метод может использоваться лишь для оценки массы потоков в рамках экобаланса (Reichardt, 1992, с.65).

1.9.9. КЕА-Метод и метод серой энергии

Показатель «суммарный расход энергии» (КЕА) с 70-х гг. используется по всему миру. В начале 90-х гг. экспертами Союза немецких инженеров (VDI) при участии UBA было разработано предписание по определению КЕА. Так как значительная часть экологических проблем причинно связана с энергией, а энергозатраты производства продуктов или услуг относительно легко определяются, КЕА может рассматриваться как

грубая оценка воздействия на окружающую среду. Показатель КЕА рассчитывается как сумма всех входящих потоков первичной энергии.⁵⁶

Схожая методика проведения оценки воздействия, а именно, метод серой энергии, была предложена швейцарской BUWAL. Под «серой энергией» здесь понимается сумма всех невозобновимых первичных энергоносителей, используемого для получения энергии ископаемого сырья, а также водной энергии, применяемых в рассматриваемой производственной системе. Восстановимое сырье и рециклкаты к «серой энергии» не относятся. Критериями оценки являются возобновимость, запасы ресурсов, прямые воздействия на окружающую среду при их добыче, преобразовании и использовании (Ökologische Bewertung..., 1999).

КЕА и «серая энергия» позволяют в общих чертах дать сравнительную, количественную оценку многочисленных связанных с использованием энергии экологических проблем. Необходимые для расчета КЕА данные легко собрать и стандартизировать. Поэтому использование данной методики ведет к сокращению финансовых расходов на проведение экобаланса.

С другой стороны, КЕА-Метод не может заменить оценку воздействия, так как не все проблемы окружающей среды связаны с энергией. Нужно отметить, что при использовании КЕА в качестве индикатора оценки воздействия не всегда получаются те же результаты, как при использовании других экологических индикаторов (например, эмиссий CO₂ или применения пестицидов).

1.9.10. Метод токсических эквивалентов

Концепция токсических эквивалентов была развита В.Геблером (Gebler, 1990). В данной методике, основанной на эффектах экологических воздействий, вредные вещества взвешиваются по степени их опасности, выражаемой через научно обоснованные факторы экотоксичности.

Последние определяются с учетом токсичности отдельных поллютантов для наземных и водных организмов, их канцерогенных и мутагенных свойств, способности к накоплению в живых организмах и продолжительности воздействия. Для их характеристики необходимо рассчитать фактор устойчивости в окружающей среде, фактор накопления в живых организмах, стехиометрический фактор и фактор ядовитости (Gebler, 1990; Schaltegger, Sturm, 1994, с.104-105). В конечном итоге эти четыре фактора

⁵⁶См. Öko-Institut e.V. - Institut für angewandte Ökologie: Basisdaten und Methoden zum Kumulierten Energieaufwand (KEA), <http://www.oeko.de/service/kea/dateien/broschuere.pdf>.

обобщаются в итоговый фактор токсичности, выраженный в килограммах потенциально повреждаемой биомассы на миллиграмм вредного вещества.

Представленная В.Геблером методика имеет много недостатков. В ней принимаются во внимание исключительно эколого-токсикологические параметры, в то время как такие аспекты, как общественное отношение, игнорируются. Вариабельность выбора критериев оценки обуславливает возможность фальсификации результатов. Помимо этого, расчет факторов экотоксичности сложен и требует значительных финансовых средств.

1.9.11. CML-Метод

Оценка воздействий на окружающую среду в рамках методики, предложенной голландским Центром исследования окружающей среды (CML), происходит путем их распределения по следующим проблемным областям (Heijungs, Guinée et al., 1992; Schaltegger, Sturm, 1994, с.105-107; Ökoprofile..., 1998, с.61):

- потребление биотических и абиотических ресурсов;
- загрязнение окружающей среды (усиление парникового эффекта, разрушение озонового слоя, токсичность для человека и экосистем, фотосмог, закисление, перенасыщение удобрениями, выбросы тепловой энергии, появление запахов, шумовое загрязнение);
- нанесение вреда окружающей среде (ландшафтам, экосистемам и здоровью населения).

Для проведения оценки воздействий по данной методике разработаны предписания и таблицы, по которым можно осуществить распределение воздействий по категориям на основе данных инвентаризационного анализа.

Этот метод является прозрачным, учитывает большое количество экологических воздействий, поэтому он заслужил всеобщее признание в Европе.

1.9.12. Словесно-аргументная оценка

При использовании словесно-аргументного подхода, предложенного немецкой UBA, экологическая оценка рассматриваемой системы производится на базе четко сформулированных, вербально выраженных и зарегистрированных аргументов (Ökobilanzen für Produkte, 1992; Rubik, Teichert, 1997, с.108). Оценивающие персоны (группы экспертов и/или заинтересованных лиц) могут согласиться с тем или иным аргументом или отклонить его.

При этом на основе сведений инвентаризационного анализа соотносятся между собой достоинства и недостатки, ущерб и польза, сильные и слабые стороны объекта

оценки. Также должны быть учтены цели экобаланса. Учет воздействий, как и при использовании CML-Метода, предпринимается посредством распределения имеющихся экологических воздействий по категориям, а также путем их взвешивания (ранжирования), например, с использованием разработанных UBA принципов (Handreichung..., 2000, с.5f.).

Ввиду того, что словесно-аргументная оценка часто субъективна, ее рекомендуется применять лишь при небольшом количестве оцениваемых альтернатив или для оценки отдельных аспектов проблемы при наличии нужной информации при работе в проектных группах.

1.9.13. Метод экойндикаторов

Методика экойндикаторов, разработанная голландскими учеными М.Геткупом, М.Деммерсом и М.Коллигноном, строится на основе общепризнанного CML-Метода и позволяет по данным о количестве материалов и энергий, связанных с различными экологическими воздействиями в течение жизненного пути продуктов, определить безразмерный показатель, служащий для сравнения альтернатив (Goedkoop, Demmers et al., 1995).

В первую очередь здесь необходимо выявить потенциальные воздействия в экологически проблемных областях, таких, как парниковый эффект, разрушение озонового слоя, закисление, перенасыщение удобрениями, смог, применение пестицидов, выбросы тяжелых металлов и способствующих развитию раковых заболеваний субстанций. На основе этих факторов рассчитываются ущерб здоровью человека, а также нагрузка на экосистемы. В дальнейшем предусмотрено взвешивание различных воздействий, после чего возможно обобщение результата до итогового параметра – экойндикатора (в балльном выражении).

Взвешивание воздействий производится с помощью критерия «расстояние до мишени», учитывающего угрозу появления той или иной экологической проблемы и величину фактических эмиссий по сравнению с экологически приемлемыми показателями в данной категории. Эти экологически приемлемые показатели должны удовлетворять следующим критериям:

- число жертв воздействия не превышает одного случая на миллион человек;
- смог зимнего или летнего типа, причиняющий вред здоровью, не наблюдается;
- ухудшение состояния экосистемы в течение одной декады не превышает 5%.

Данная методика сравнительно нова и в описанном М.Геткупом, М.Деммерсом и М.Коллигноном виде имеет ряд недостатков (особо спорными являются подходы к

взвешиванию экологических воздействий). В то же время она очень перспективна, так как учитывает возможность полной агрегации. Нужно отметить, что эта методика была существенно видоизменена немецкой UBA (см. гл.3).

1.9.14. Метод соотношений целей качества

Метод соотношений целей качества (KQR-Метод) был предложен и апробирован Ш.Шальтеггером и А.Штурмом в рамках экологической бухгалтерии для взвешивания потоков веществ (Schaltegger, Sturm, 1994, с.164-171). В данной концепции относительная экологическая опасность различных материалов определяется по «целям качества», то есть экологическим нормативам. Факторы взвешивания рассчитываются посредством перевода всех эмитируемых в различные природные среды материалов на миллиграммы/моль и определения их уровня по сравнению с масштабом нормализации (концентрацией CO₂ в атмосфере Земли в 1960 г.) по формуле (4) (там же, с.166).

$$\text{Фактор взвешивания}_i = \frac{\text{Норматив выбросов CO}_2}{\text{Норматив выбросов}_i} \left[\frac{\text{мг CO}_2 / \text{моль}}{\text{мг}_i / \text{моль}} \right] \quad (4)$$

В итоге получаем фактор взвешивания - так называемую «единицу причинения вреда» на килограмм материала (Епв/кг). Причинение вреда (в Епв) определяется при умножении эмиссий (в кг) на фактор взвешивания. Следовательно, возможна агрегация причиненного различными материалами вреда до единственного коэффициента.

Обобщение результата оценки воздействия в одном показателе, сравнительно небольшие издержки расчетов, высокая доступность и прозрачность данного метода являются его достоинствами. Оценочные данные могут быть адаптированы при получении новых научных сведений о механизмах экологического воздействия, изменении политических или социальных условий. Недостатки этого метода сравнимы с недостатками всех подходов, ориентированных на нормативы загрязнения. KQR-Метод не может охарактеризовать экологические воздействия всех материалов, так как нормативы разработаны не для всех поллютантов. Результаты взвешивания потоков веществ зависят от политических решений и различных общественных аспектов, принимаемых во внимание при установлении предельных величин (Ökoprofile..., 1998, с.6).

1.9.15. Метод анализа полезного значения

Анализ полезного значения представляет собой процедуру оценки альтернатив. Эта методика была разработана еще в 60-х гг. для оценки решений в рамках инвестиционного

менеджмента, она позволяет учесть наряду с экономическими аспектами психологические и социальные оценочные критерии (Huisinga, 1985).

Анализ полезного значения проводится в три этапа. На первом этапе формулируются цели, которые необходимо достичь, альтернативы, подлежащие сравнению, и критерии характеристики свойств оцениваемого объекта. На втором этапе происходит взвешивание критериев. Затем выявляется степень достижения цели по отдельным альтернативам (степень выполнения того или иного критерия оцениваемым объектом) – «частичное полезное значение». На третьем этапе посредством умножения факторов взвешивания на степень достижения цели вычисляется «общее полезное значение» каждой альтернативы. Приоритет отдается варианту с наибольшим полезным значением.

Посредством анализа полезного значения альтернатив с экологической точки зрения можно оценить как качественные (например, шансы на рынке, ноу-хау), так и количественные факторы (например, потребление энергии), а также экологические риски. Главный недостаток метода – его субъективность. Разумеется, с этим недостатком можно бороться, если в суждениях опираться на объективные факты и эмпирические знания, если сделать оценку прозрачной, например, благодаря указанию источника, вербализации (Beck, 1993, с.109).

1.10. Проблемы эcobалансов

Эcobалансы являются общепризнанным инструментом экологической оценки самых различных объектов. Тем не менее, при сегодняшнем уровне разработки данного метода еще существует ряд проблем, ограничивающих возможности его применения (см. Krstic, Dold, 1996, с.16ff.; Rubik, Teichert, 1997, с.64-78). Основные из них рассматриваются в данном разделе.

1.10.1. Определение границ системы

Установление границ системы, то есть пространственных и временных рамок исследования является одной из центральных проблем эcobалансов. Его важность определяется непосредственным влиянием выбора границ исследования на результат. Так, известны примеры, когда различный выбор границ в исследованиях одного и того же объекта, проведенных разными авторами, например, фокусирование на различных фазах жизненного цикла в сравнительных эcobалансах, вызывает:

- значительные отклонения результатов (см., например, Rubik, Teichert, 1997, с.66f.; Reiche, 1993, с.21f.; Klöpffer, 1991, с.117);

- получение противоположных выводов (лучшие характеристики могут иметь то одни альтернативы, то другие) (см., например, Franke, 1996, с.3).

Цель эcobаланса - рассмотрение *всех* экологических воздействий в течение *всего* жизненного пути исследуемого объекта. Однако такое рассмотрение из-за связей систем друг с другом привело бы к составлению всемирной модели, и было бы неосуществимо на практике (Strangfeld, 1997, с.17; Schaltegger, Sturm, 1994, с.149). Поэтому необходимо ограничиться анализом основных компонентов моделируемой системы, вынося за скобки те входные и выходные потоки, которые не приведут к значительному изменению общих выводов исследования.

Например, при составлении эcobаланса различных способов утилизации отходов возникают следующие вопросы:

- Как долго следует прослеживать путь материалов, остающихся после сгорания или захоронения отходов?
- Как долго будут влиять на окружающую среду полигоны отходов, оборудуемые сегодня, как долго будет необходим контроль и уход за ними?
- Нужно ли принимать во внимание транспортные расходы на перевозку отходов и, если да, то как?

Установление границ системы происходит на первом этапе эcobаланса в рамках *вертикального анализа* (учета начальных и конечных этапов жизненного цикла) и *горизонтального анализа* (учета территориальной разобщенности отдельных этапов жизненного цикла). Особо важно учесть наряду с основной изготавливаемой продукцией такие компоненты производственной системы, как вспомогательные и эксплуатационные материалы, средства производства, транспортировку, выработку электроэнергии. Установление границ системы всегда осуществляется посредством субъективных предположений и допущений, поэтому объективно не может быть каких бы то ни было «правильных» или «ошибочных» границ системы. Однако каждое решение по выбору рассматриваемых единичных процессов должно быть чётко сформулировано и обосновано.

Вопрос, на основании каких критериев можно выделить единичные процессы, которые обязательно должны быть отнесены к рассматриваемой системе, в настоящее время не решен однозначно. Ш.Шальтеггер и А.Штурм предлагают следующую *процедуру выбора границ системы*, основанную на результатах системного анализа всех связанных с объектом исследования процессов по следующим принципам и критериям (Schaltegger, Sturm, 1994, с.149ff.):

- При выборе завершающих этапов жизненного цикла граница системы должна проводиться там, где выходной поток того или иного процесса направлен непосредственно в окружающую среду, например, на конце выхлопной трубы.
- Начальные этапы жизненного цикла нужно преследовать до этапа физического изъятия сырья непосредственно из окружающей среды.
- Потоки материи и энергии, связанные с производством и утилизацией технического оборудования и производственными помещениями, только тогда можно вынести за пределы исследования, когда они не оказывают существенного воздействия на итоговый материально-энергетический баланс.

После установления границ системы при необходимости нужно скорректировать цели и задачи экобаланса (там же, с. 149f.).

1.10.2. Проблемы учета данных

Для составления экобаланса необходима информация обо всех экологических аспектах объекта исследования. К основным проблемам, связанным с информационной основой проведения экобаланса, относятся следующие:

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

Способов получения данных несколько. Наиболее точную информацию могут предоставить замеры нужных параметров в конкретной исследуемой производственной системе (сбор первичных данных). Наряду с положительными факторами - актуальностью, достоверностью, прозрачностью происхождения данных, этот метод характеризуется трудоемкостью и высокими финансовыми затратами. По этой причине некоторые предприятия, особенно средние и малые, часто отказываются от проведения экобаланса.

Преградой сбору первичных сведений может стать утаивание информации под предлогом сохранения коммерческой тайны. Особенно остро эта проблема стоит на начальных и заключительных стадиях жизненного пути продукции, когда необходимо получить информацию как от поставщиков сырья, полуфабрикатов, вспомогательных веществ, так и от продавцов, потребителей и утилизаторов готовых изделий. В результате на практике качество данных (надежность, компетентность, репрезентативность, точность) о начальных и завершающих ступенях жизненного пути существенно уменьшается с увеличением расстояния от фирмы (Рис.12).

Из-за перечисленных минусов, связанных со сбором первичных данных, гораздо чаще для составления экобалансов используются вторичные источники сведений (например, литературные). Конечно, качество вторичных данных (репрезентативность, временная и пространственная однородность, обоснованность) ниже.

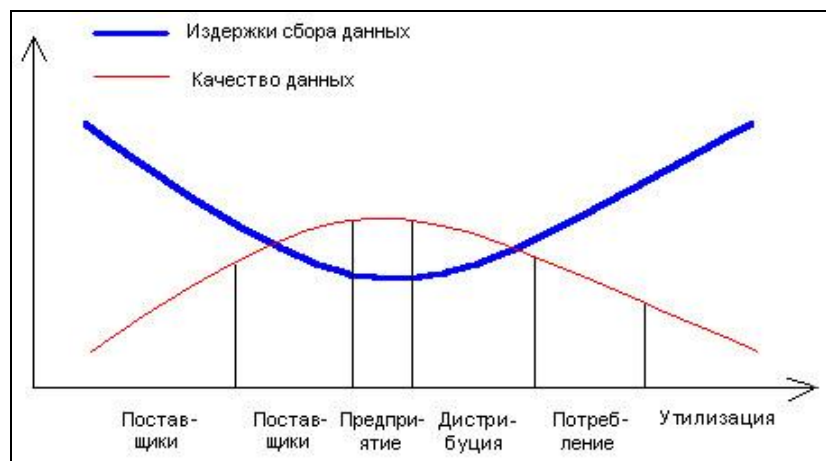


Рис.12. Качество информации о жизненном цикле (см. Schaltegger, 1997, с.3)

В начале 90-х гг. было предложено решить проблемы сбора инвентаризационных данных с помощью разработки банков данных по экологическим воздействиям наиболее часто исследуемых продуктов (например, упаковочных материалов, топлива, электроэнергии, синтетических волокон, алюминия). Собранные сведения, называемые фоновыми, сервисными или базовыми инвентарными данными, публиковались ведущими научными институтами (Ökobilanzen von Packstoffen, 1984; Fritscher, Rausch et al., 1989; Ökobilanz von Packstoffen, 1991; Beurteilungswerte..., 1996; Ökobilanz stärkehaltiger..., 1996; Ökoprofile..., 1998; Ökologische Bewertung..., 1999; Ökobilanzen für Produkte, 1992; Eco-Profiles..., 1992; Basisdaten..., 1994; Sources..., 1995). Доступность этих данных широкой общественности позволяет составлять экобалансы даже малым и средним предприятиям, а за счет единой информационной основы обеспечивается сравнимость проведенных исследований.

Однако использование этих баз данных также имеет недостатки. Базовые инвентарные данные, как правило, базируются на среднеотраслевых или теоретически рассчитанных значениях, следовательно, они скрывают высокие и низкие значения передовых или отстающих производств. Например, принимая во внимание среднеотраслевую величину выбросов окислов азота в размере 12 г NO_x на кг произведенного полиэтилена, мы не видим, что некоторые предприятия вызывают

эмиссию менее 1 г, а другие могут выбрасывать более 15 г на кг продукта (Schaltegger, Sturm, 2000, с.249).

Часто вторичные данные относятся к другому региону, иным временным и географическим рамкам, следовательно, их репрезентативность относительна. Для упрощения расчетов вторичных данных используется агрегирование, что уменьшает их прозрачность. Так, например, локальные воздействия одного и того же типа суммируются, при этом теряется потенциально важная при принятии решений специфика и может быть получен искаженный результат.

Таким образом, фоновые данные учета снижают расходы на сбор данных, но являются менее надежными по сравнению с первичными данными. Поэтому оптимальным вариантом создания информационной основы эcobаланса все-таки являются первичные, либо пересчитанные с учетом заданной ситуации вторичные данные.

1.10.3. Сравнимость и единообразие экологических балансов

Чаще других проводятся сравнительные эcobалансы, в которых оцениваются несколько альтернатив. Естественно, альтернативные продукты, услуги, процессы или предприятия должны быть сравнимы между собой по выполняемым функциям.

Прежде всего, для проведения сравнительного эcobаланса необходимо выбрать эталон сравнения - так называемую функциональную единицу, то есть такую количественную характеристику системы, на которую можно отнести все входные и выходные потоки. Ее определение базируется на рассмотрении функций объекта исследования. Если нельзя говорить о прямых функциональных эквивалентах между имеющимися альтернативами, то их необходимо как минимум предусмотреть в вычислениях.⁵⁷

Можно выделить несколько факторов, обуславливающих трудность установления функциональной единицы (Rubik, Teichert, 1997, с.64f.):

- Различный вес исследуемых продуктов (например, при оценке альтернативных упаковок напитков нужно учесть, что стеклянная бутылка весит приблизительно в 10 раз больше, чем пластиковая бутылка).
- Различная производительная способность продуктов (например, различные стойкость и расход красящих веществ на единицу площади).
- Функции, которые продукт выполняет наряду со своим основным предназначением (например, упаковка, наряду с транспортировкой и расфасовкой

⁵⁷См. Universität – Gesamthochschule Siegen, Fachbereich Maschinentechnik, Institut für Systemtechnik: Datenrecherche für die Ökobilanz von Getränkeverpackungen, <http://141.99.140.157/d/ist3/download/versuch2.pdf>.

товара, имеет и другие задачи – защиту и рекламу товара). Особенно сложно учесть эстетическую ценность продуктов, а также использование продукции, отличное от предусмотренного производителем (например, когда лак для волос используется для изоляции поверхностей). На практике такие аспекты, как правило, игнорируются.

- Различные залоговые системы продукции.

При проведении сравнительных экобалансов необходимо с особой тщательностью отнестись к выбору границ систем, иначе экобаланс не будет точным. Например, если из-за отсутствия данных определенные воздействия одного продукта на окружающую среду игнорируются, то при оценке второго продукта их также следует вынести за рамки исследования, иначе сравнение будет необъективным.

1.10.4. Проблема нормативов загрязнения

Проблема нормативов загрязнения актуальна для ряда методик оценки воздействия жизненного цикла, основывающихся на этих нормативах (например, методики критических объемов загрязнения, см. п. 1.9). Нормативы загрязнения – это законодательно установленные или рекомендованные предельные массы или концентрации вредных выбросов и сбросов в окружающую среду, а также предельно допустимые уровни воздействий на среду. С ними связаны следующие проблемы:

- Предельные величины зависят от уровня развития науки и практических достижений. Поскольку знания человека об окружающей среде нельзя назвать исчерпывающими, возможна переоценка или недооценка вредного влияния тех или иных веществ. Кроме того, юридическое утверждение нормативов требует времени. Следовательно, действующие нормативы загрязнения не всегда объективны и актуальны.
- Нормативы действуют, как правило, на уровне одного государства, то есть они имеют региональный масштаб, в то время как для полной, объективной оценки экологических воздействий необходимо принимать во внимание не только региональные, но и локальные и глобальные эффекты.
- Нормативы загрязнения – это усредненные значения. Поэтому с их помощью нельзя удовлетворительно учесть локальное превышение нормативов и другие местные особенности, к примеру, низкую скорость восстановления экосистем или их слабую устойчивость к антропогенным воздействиям.

1.10.5. Проблема распределения

В большинстве производственных процессов наряду с основным продуктом производятся сопутствующие продукты⁵⁸, поэтому потоки материала и энергии в одной производственной системе редко приходятся на единственное изделие. Например, при сжигании отходов с использованием выделяющейся теплоты для генерирования энергии необходимо отличать эмиссии от сжигания отходов и эмиссии от выработки электроэнергии. В результате возникает необходимость количественного распределения всех материально-энергетических потоков по единичным продуктам. Для этого следует выявить, какую долю в отдельных выбросах имеет каждый продукт. Существует несколько подходов к решению проблемы распределения:⁵⁹

- *Пересчет с использованием физических мерок.* Суммарное воздействие на окружающую среду распределяется по массе, объему, теплотворности и т.п.
- *Пересчет на базе экономических мерок,* например, соотношения цен, издержек производства.
- *Пересчет на основе эквивалентных процессов.* Моделируются эквивалентные процессы, при которых производится только один вид продукции.

Два первых способа позволяют распределить экологические воздействия по видам продукции или процессам без учета разницы между отдельными выбросами. Она может быть учтена при использовании третьего способа, однако, в нем труден выбор подходящего эквивалентного процесса. Выбор способа распределения лежит за составителем баланса, причем он должен быть подробно обоснован.

1.10.6. Повторное применение и рециклирование продуктов

Если исследуемый продукт пригоден для повторного применения⁶⁰ или переработки (рециклирования)⁶¹, то он имеет несколько жизненных циклов. Для объективной оценки необходимо разделить суммарное экологическое воздействие по отдельным жизненным

⁵⁸Под сопутствующей продукцией понимаются все продукты, имеющие экономическую ценность, выпуск которых не является целью производственного процесса, см. Hermann, Karsten et al., 1995, с.252; Schmidt-Bleek, 1994, с.276.

⁵⁹См. Universität – Gesamthochschule Siegen, Fachbereich Maschinentechnik, Institut für Systemtechnik: Datenrecherche für die Ökobilanz von Getränkeverpackungen, <http://141.99.140.157/d/ist3/download/versuch2.pdf>.

⁶⁰Под повторным применением понимается использование части или всего продукта с той же целью, для выполнения которой этот продукт предназначен (например, применение старого мотора от одного автомобиля в другом), или с другой целью (например, переделка мотора в генератор электротока).

⁶¹Под переработкой или рециклированием понимается добыча и обработка ценных материалов или энергии из отходов с целью использования их в качестве вторичного сырья. Получаемое таким образом сырье снижает потребление первичного (природного) сырья.

циклом, что сопряжено со следующими трудностями (Krcmar, Dold, 1996, с.17-18):⁶²

- Реалистичное *определение числа циклов использования продукции*, характеризующего, сколько раз продукт (или его часть) может быть повторно использован или переработан, прежде чем будет утилизирован.
- *Учет различных этапов жизненного цикла продуктов при их повторном применении.* Производство и утилизация продукции учитываются однократно, демонтаж, обработка и транспортировка продукции учитываются в каждом цикле. То, на какой стадии жизненного цикла продукции следует учитывать экологические воздействия, не играет никакой роли при повторном применении продукта с той же целью, что и изначально, однако, является важным при выполнении продукцией других функций. В данном случае демонтаж следует относить на счет «старого», а транспортировку и наладивание – на счет «нового» продукта.
- *При учете рециклирования продукции* предлагается расходы на сбор и измельчение материала относить на счет утилизируемого продукта, а издержки на транспортировку и обработку материала – на счет того продукта, который будет изготовлен из этого вторичного сырья. Связанная в веществе энергия должна приписываться утилизируемому продукту, так как она переходит в новый продукт и может быть извлечена (как минимум, посредством его сжигания).
- *Учет квоты на рециклирование* (доли веществ, подвергаемых переработке, от всех подлежащих утилизации веществ), оказывающий большое влияние на результаты ОЖЦ для энергоемких производств (изготовление алюминия, стекла).

Таким образом, используемый для учета повторного применения или рециклирования продуктов подход оказывает значительное влияние на результат экобаланса.

1.11. Тенденции развития экобалансов

В этом разделе дается краткий обзор важнейших аспектов развития экобалансов:

- составление экобалансов, учитывающих региональную специфику (п. 1.11.1);
- составление экобалансов регионов на основе ландшафтного планирования и производственных экобалансов с целью устойчивого развития региона (п. 1.11.2);
- компьютерная поддержка экобалансов (п. 1.11.3).

⁶²См. также Universität – Gesamthochschule Siegen, Fachbereich Maschinentechnik, Institut für Systemtechnik: Datenrecherche für die Ökobilanz von Getränkeverpackungen, <http://141.99.140.157/d/ist3/download/versuch2.pdf>.

1.11.1. Эcobалансы с учетом региональной специфики

Для оптимизации методики эcobалансов Ж.Бенинг разработана концепция регионально-ориентированных эcobалансов (для продуктов, предприятий и т.п.), то есть эcobалансов, составленных с региональной перспективы (Böning, 1994, с.269ff.). Эта концепция позволяет решить две типичные для большинства эcobалансов проблемы – проблему, связанную с нормативами загрязнения окружающей среды, и проблему неудовлетворительного учета сложности природных комплексов (взаимосвязей их компонентов и синергетического эффекта).

Ж.Бенинг предлагает проведение эcobаланса «с включением лиц, ответственных за охрану окружающей среды в данном регионе, в проектную команду» в качестве внешних экспертов и представителей заинтересованных сторон (там же, с.270). Отбор (внешних) специалистов, компетентных в области региональной специфики экологических проблем, может проходить двумя способами:

- формирование группы по принципу «один специалист для каждой рассматриваемой природной среды» (например, один специалист по водным, воздушным ресурсам и т.п.);
- формирование группы по принципу «один специалист для каждого типа экологического воздействия» (один специалист по биологии, экологии, токсикологии и т.п.).

Посредством этого рабочая группа может быть расширена на 3-4 человека. Помимо этого регионально-ориентированные эcobалансы подразумевают:

- участие сотрудников организации, проводящей эcobаланс, и представителей региональных заинтересованных сторон в процессе составления эcobаланса и выработки мероприятий;
- поддержку проведения эcobаланса на региональном уровне (сотрудничество предприятий и администраций, обмен экологической информацией между предприятиями, например, создание региональных бирж отходов и сырья, бирж услуг в сфере логистики и бирж попутных перевозок).

Таким образом, регионально-ориентированные эcobалансы делают возможной корректировку экологических целей и мероприятий с учетом региональных особенностей. За счет ведения дискуссии непосредственно с заинтересованными лицами в данном регионе они гарантируют учет интересов всех заинтересованных сторон, снижение издержек на составление эcobаланса, увеличение его достоверности и прозрачности.

Регионально-ориентированный эcobаланс – это вполне разумный способ усовершенствования составления эcobалансов, не противоречащий основным принципам

составления эcobалансов. Потому он может, как минимум, дать новые импульсы развитию эcobалансов.

1.11.2. Оценка регионов с помощью эcobалансов

Изначально эcobалансы были разработаны для экологической оценки продуктов, позднее они были приспособлены для оценки технических процессов, предприятий и мест размещения производства. Однако они могут служить также и для оценки территорий. В этом плане интересны эcobалансы для административно-территориальных регионов (от районов до государств) или физико-географических районов.

Познавательный интерес при составлении эcobалансов территорий заключается в следующем:

- исследование воздействия антропогенной деятельности на экосистемы;
- выявление предельно допустимой антропогенной нагрузки на экосистемы;
- развитие унифицированных экологических оценок при осуществлении экологического мониторинга, экологического планирования и оздоровления (санации) территорий (Ökobilanzen für Produkte, 1992, Anhang 7).

Так как деятельность, осуществляемая в пределах территориальных единиц (например, производство товаров и услуг для обеспечения населения, предоставление пространства для жизни и отдыха), вызывает перемещение материи и потребление энергии, и так как существует их пространственная привязка, территории можно рассматривать в качестве «предприятий» и составлять для них эcobалансы.⁶³

Основной принцип составления эcobалансов регионов базируется на разработанной голландским CML и модифицированной немецким Экспертным советом по вопросам окружающей среды (SRU) концепции экологических индикаторов, которая делает возможным анализ и оценку экологической ситуации (Heijungs, Guinée et al., 1992; Umweltgutachten, 1994; Umweltgutachten, 1996). К таким индикаторам относятся потребность в энергии, эффективность использования энергии, расход воды, использование земельных ресурсов, объем отходов, критические выбросы и концентрации, биологическое разнообразие, изменение мест обитания живых организмов, уровень использования грунтовых вод, глобальный потенциал потепления климата, ухудшение ландшафтной картины и т.д. Данные индикаторы оцениваются по

⁶³См. Fachhochschule Nürtingen, Arbeitsgruppe Regionale Ökobilanz Pfaffenhofen: Regionale Informationssysteme zur Ökobilanzierung und Umweltberichterstattung: <http://www.fh-mannheim.de:2000/horizonte/lenz.html>.

экологическим нормам и стандартам качества. Если таковые отсутствуют, то экологические индикаторы должны быть оценены самими составителями экобаланса.

По результатам экобаланса региона можно сделать выводы о возможностях оптимизации экологической ситуации в регионе, таким образом, региональный экобаланс дает важные сведения лицам, принимающим решения. Если провести экобалансы для нескольких территорий, возможно осуществить их сравнение.

Наряду с достоинствами, свойственными производственным экобалансам, для регионального экобаланса характерны и другие преимущества: они повышают имидж региона, а также мотивацию всех жителей к ведению экологичного и устойчивого хозяйства.

1.11.3. Компьютерная поддержка экобалансов

При составлении экобалансов приходится иметь дело с большими объемами информации, учитывать сложные взаимосвязи между характеризруемыми параметрами. Для облегчения процедуры экобаланса еще в конце 80-х – начале 90-х гг. появились как компьютерные разработки для упрощения самого трудоемкого этапа экобаланса – инвентаризационного анализа, так и программные продукты для составления полного экобаланса, в том числе и для самого сложного этапа экобаланса – оценки воздействий.

Ниже представлен обзор наиболее известных программных оболочек для составления экологических балансов (Табл.6). Можно отметить, что они имеют разные фокусы, зависящие от задач разработки, характеризуются различной эффективностью и стоимостью, однако их оценка в задачи данного исследования не входит.

Таблица 6

Программное обеспечение составления экобалансов (составлено по Dold, 1996, с.133-249)⁶⁴

<i>Программы</i>	<i>Авторы</i>	<i>Возможности программ в области экобалансов</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
QUALIFAX – программная оболочка для систем корпоративного экологического менеджмента с модулем для составления экобалансов	Общество по менеджменту качества (GQM), Ландсхут, Германия	• Инвентаризационный анализ; • Управление и оценка эколого-релевантных данных (в рамках экобаланса по систематике IÖW)

⁶⁴Также использованы следующие материалы: Gesellschaft für Qualitätsmanagement (GQM): GQM – Unterstützung, <http://www.gqm.de/weitereinfos/downloads/wp-oekobilanz.pdf>, Oekoradar: Ökobilanz-Software, Oekoradar: Ökobilanz-Software, <http://www.oekoradar.de/de/software/unterseite17/>, Ekologik: Software and tools, <http://www.ekologik.cit.chalmers.se/software.htm>.

Продолжение таблицы 6

1	2	3
GEMIS - программная оболочка для экологического анализа и сравнения систем выработки тепловой и электрической энергии	Австрийское Агентство использования энергии (E.V.A.), Вена, Австрия	- База данных об энергосистемах, материалах и транспорте; - Сценарный модуль, в котором можно в любых комбинациях задавать параметры, связанные с энергией, материалами и транспортировкой; - Модуль анализа для оценки сценариев и обработки результатов
REGIS – программная оболочка для экобалансов, систем управления потоками материалов и энергии	ООО «Sinum» (Sinum GmbH), Санкт-Галлен, Швейцария	- Систематический инвентаризационный анализ и документирование учтенной информации, допущений и выводов; - Идентификация и оценка источников загрязнения (по методике критических объемов загрязнения); - Экоконтроллинг⁶⁵ и подготовка экологических отчетов
CUMPAN – программная оболочка для составления экобалансов продуктов	Университет Хоенхайм (Universität Hohenheim), Хоенхайм, Германия	- Определение цели баланса, рамок исследования, функциональных эквивалентов; - Инвентаризационный анализ (границы баланса, критерии отбрасывания, ограничение и описание процессов, описание потоков, банк данных по материалам, агрегация потоков веществ и энергии); - Оценка воздействий (категории воздействия, привязка к территории и ситуации), - Интерпретация жизненного

⁶⁵Если под «контроллингом» понимается управленческая функция, заключающаяся в обеспечении производственной деятельности оперативной информацией и ее координации на этой основе, то под «экологическим контроллингом» или «экоконтроллингом» следует понимать поддержку экологического менеджмента в вопросах обработки ее оперативной информации и анализа (Куриленко, 2000, с.87f.).

Продолжение таблицы 6

1	2	3
		пути, анализ слабых участков
AUDIT - программная оболочка для управления потоками материалов и контроллинга с целью анализа потоков материи, энергии и финансов на уровне продуктов, процессов и производств	ООО «AUDIT Software GmbH» (AUDIT Software GmbH), Грац, Австрия	- Анализ слабых участков и потенциалов жизненного цикла; - Наблюдение, контроль и управление издержками производства, качеством продукции и экологическими воздействиями с целью продолжительного повышения продуктивности и конкурентоспособности
GaBi – программная оболочка для составления экобаланса, анализа и оценки относящихся к жизненному циклу вопросов в рамках дизайна продуктов	Институт проверки и изучения синтетических веществ при Университете Штутгарт (IKP, Universität Stuttgart), Штутгарт, Германия	- Баланс веществ и энергии; - Интерпретация жизненного цикла с возможностью задания экологических, технических и экономических параметров оценки; - Архивирование исходных данных и результатов с целью повторного применения
SYCAT – Инструмент управления процессами и окружающей средой для организации предприятия с модулями для разработки экобалансов и систем управления потоками энергии и материалов	«Доктор Биннер консалтинг & программное обеспечение» (Dr. Binner Consulting & Software), Ганновер, Германия	- Инвентаризационный анализ; - Анализ данных; - Моделирование; - Симуляция; - Документация
Umberto - программная оболочка для разработки основ экобалансов продуктов, процессов и предприятий	Институт информатики окружающей среды (ifu), Гамбург и Институт исследования энергии и окружающей среды (ifeu), Хайдельберг, Германия	- Описание и расчет балансов энергии, вещества, финансовых потоков; - Возможности расширения банка данных
PIA – программная оболочка для анализа и улучшения продукции	Голландское Бюро информатики среды (BMI), Гаага, Нидерланды	- Моделирование жизненного пути продукции с возможностью свободного задания материалов и выходных потоков; - Инвентаризационный анализ с возможностью учета нескольких

Окончание таблицы 6

1	2	3
		сценариев
LCA Inventory Tool – программная оболочка для составления эcobалансов, в том числе сравнительных	Chalmers Industriteknik, Гётеборг, Швеция	• Банк данных (материалы, топлива, транспорт и отходы); • Моделирование входных и выходных потоков; • Оценка эколого-релевантных данных; • Графическое представление результатов
Simapro – банк данных и программная оболочка для составления эcobалансов, в том числе сравнительных, и экологического дизайна продуктов и услуг	Pré Consultants, Амерсфорт, Нидерланды	• Инвентаризационный анализ; • Моделирование; • Оценка воздействия; • Проведение распределения; • Мониторинг эколого-релевантных данных
ECO Pro – банк данных и программная оболочка для составления эcobалансов	Учреждение Швейцарской Конфедерации по проверке материалов и исследованиям (EMPA), Санкт-Галлен, Швейцария	• Банк инвентаризационных данных; • Оценка воздействия с помощью методик экопунктов, экоиндикаторов и CML-Метода
Heraklit – программная оболочка для составления эcobалансов производственных систем упаковки	Фраунхофер Институт технологии продуктов питания и упаковки (Fraunhofer Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung), Мюнхен, Германия	• Инвентаризационный анализ

1.12. Критический обзор эcobалансов

В течение двух десятков лет эcobалансы являются одним из наиболее важных инструментов охраны окружающей среды и применяются во всем мире. Эcobалансы позволяют дать комплексный и детализированный экологический обзор жизненного цикла широкого спектра объектов: от продуктов и услуг, технологических процессов и производственной деятельности до целых предприятий, инфраструктурных сооружений и территориальных единиц.

С одной стороны, эcobаланс, как метод экологической оценки, пользуется широким признанием в кругах эcobологов, промышленников и общественности, так как он несет с собой множество преимуществ. Его основные достоинства заключаются в следующем:

- Эcobалансы идеальным образом охватывают весь жизненный цикл продукции, благодаря чему можно выявить сдвиг экологических проблем от одного этапа жизненного пути к другому.
- Эcobалансы - это комплексная оценка, охватывающая воздействие на все природные сферы, благодаря которой можно распознать перемещение экологических проблем из одного компонента окружающей природной среды в другой.
- Составление эcobалансов – это междисциплинарное научное направление, позволяющее учесть разнообразные аспекты изменения окружающей среды в результате антропогенной деятельности.
- Эcobаланс дает информацию для выявления проблемных этапов жизненного цикла исследуемых систем и улучшения их экологических аспектов.
- Эcobаланс дает возможность принятия решений при стратегическом планировании, определении приоритетов, проектировании продукции и технологий.

С другой стороны, эcobаланс обременен методологическими недостатками, что ограничивает возможности его применения:

- Вследствие сложностей, связанных со сбором необходимых данных, прежде всего, отсутствия или труднодоступности информации, ее недостаточно высокого качества, репрезентативности, прозрачности, высоких издержек получения, точность инвентаризационного анализа – этапа эcobаланса, на котором формируется информационная база для последующей оценки, - уже может быть ограничена.
- Ни один из методов оценки воздействия жизненного цикла на окружающую среду не пригоден для объективной характеристики всех экологических воздействий. Поэтому эcobаланс не позволяет дать исчерпывающую оценку объекта исследования.
- Благодаря свободе выбора параметров оценки, аргументации, допущений, сделанных применительно к оценке жизненного цикла, результаты эcobаланса могут быть сфальсифицированы с учетом интересов заказчика и его экологической политики.

- Экобаланс представляет собой оценку объекта исследования преимущественно по экологическим критериям, в недостаточной степени учитывая или оставляя без внимания экономические и социальные аспекты (например, не давая возможности интернализации экстерналийных издержек).
- Экобаланс не позволяет преодолеть конфликты, возникающие в результате расхождения интересов различных заинтересованных сторон в области охраны окружающей среды, например, производителя, законодателя и общественных экологических объединений.

Эти ограничения не позволяют расценивать экобаланс в качестве наиболее рационального и эффективного инструмента охраны окружающей среды. Методологически он еще недостаточно вызрел и не может быть использован в качестве единственной основы принятия решений. Однако при условии обоснования допущений, лежащих в его основе, он может быть пригоден для экологической оптимизации продуктов, услуг и прочего уже сегодня. Таким образом, экобаланс является перспективным инструментом экологического менеджмента и элементом современной нацеленной в будущее экополитики. Усилия науки и практики в области методологического совершенствования и развития этого инструмента должны приветствоваться, так как они содействуют большей достоверности результатов экологических балансов.

1.13. Выводы

В первой главе рассматривается и анализируется методологическая основа экобалансов или оценки жизненного цикла. Для написания главы были использованы многочисленные источники, посвященные методологии экобалансов, а также их апробации. Как видим, основа проведения экобалансов достаточно полно представлена в литературе.

Методика экобалансов, зародившаяся несколько десятилетий назад, претерпела активное развитие и превратилась в один из наиболее перспективных механизмов оценки экологического воздействия продукции, технологий, предприятий и т.д. Она позволяет решить широкий круг проблем экологического и экономического характера, прежде всего, за счет идентификации экологически проблемных участков на протяжении жизненного цикла и возможностей их оптимизации, а также несет с собой ряд преимуществ для промышленных предприятий и организаций сферы услуг, представителей законодательной и исполнительной власти, общественных объединений и населения.

Значимость методики экобалансов для рационализации природопользования и достижения устойчивого развития признана на мировом уровне, о чем свидетельствует принятие ряда международных стандартов ИСО 14040-14043. В данных стандартах приводятся основные принципы составления экобалансов и требования к их проведению.

Главным принципом проведения экобалансов является всесторонний анализ объекта исследования на протяжении всего жизненного цикла. Основные требования заключаются в обеспечении полноты, прозрачности и унифицируемости исследования.

В плане построения экобаланса в 90-х гг. ведущими мировыми институтами был достигнут консенсус в пользу четырехступенчатой структуры экобалансов. На первом этапе определяются цели и параметры исследования, второй этап призван подготовить информационную базу по материально-энергетическим потокам, связанным с рассматриваемым объектом. На третьем этапе осуществляются оценка и анализ влияния объекта на окружающую среду, завершающиеся разработкой рекомендаций по улучшению экологических аспектов его жизненного цикла на четвертом этапе.

Для упрощения процедуры экобаланса была предложена их классификация по ширине исследования. В зависимости от целей экобаланса, финансовых и технических возможностей можно ограничиться составлением экобаланса одного типа или провести всеобъемлющий анализ объекта исследования.

В данной главе также описано более десятка подходов к оценке экологического воздействия жизненного цикла, используемых для обобщения объемного массива инвентаризационных данных и сравнения разнородных экологических воздействий. Составители экобалансов вправе выбрать тот подход, который представляется наиболее сообразным поставленным целям и задачам исследования.

Особое значение имеет предпринятый в данной главе анализ методологических проблем экобалансов и возможностей их преодоления, а также характеристика актуальных направлений их развития.

В заключение была дана оценка достоинств и недостатков данной методики и сделан вывод о ее научном и практическом потенциале.

ГЛАВА 2. ЭКОБАЛАНСЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

2.1. Развитие экобалансов в Российской Федерации

Экологические балансы появились всего около 30-35 лет назад. По оценкам ведущих исследователей и компетентных научных организаций экологическая оценка продуктов, услуг, процессов и прочего с помощью экобалансов находится на стадии становления, так как в методике экобалансов имеются пробелы и ограничения (ГОСТ Р ИСО 14040-99, с.1).⁶⁶ Тем не менее, в Европейских странах, а также в США и Японии экобалансы являются одним из наиболее часто используемых способов оценки экологических последствий антропогенной деятельности.

В отличие от этих государств в Российской Федерации первые познания и практический опыт в области экобалансов появились значительно позднее - во второй половине 90-х гг. (см. следующий раздел). Дискуссия по вопросам экобалансов в России изначально развернулась на страницах специализированных изданий. Центром ее был преимущественно опыт составления экобалансов в европейских странах, основной акцент делался на необходимость рассмотрения всего жизненного цикла продукции или предприятия (см., Юсфин, Залетин, 1997, с.22ff., Бородин, Николаева, 2004, с.32f.).

Новым импульсом развития экобалансов в России стало принятие государственных стандартов ГОСТ Р ИСО серии 14040 в 1999 г. в форме аутентичных текстов международных стандартов ИСО (со значительным промедлением). Таким образом, в то время как, например, в Германии экобаланс и оценка жизненного цикла – это ходовые понятия не только для ученых и экологов от производства, но и для широкой общественности, в России эта методика малоизвестна даже в кругах специалистов.

2.2. Практический опыт в сфере экобалансов в Российской Федерации

В данном разделе кратко освещаются известные авторам российские исследования в области оценки жизненного цикла (экобалансы продуктов, предприятий, а также исследования по развитию методики экобаланса). Этот обзор, хотя и не является исчерпывающим, дает представление о том, каков уровень методологического и эмпирического развития экобалансов в России.

Одной из первых работ было сравнительное исследование более 50 *типов различных моделей* российских и зарубежных производителей в течение всего жизненного цикла,

⁶⁶Так, например, Х.Кунхенн говорит о неструктурированности сегодняшней научной дискуссии и практики экобалансов и отмечает разногласие между высокими требованиями и ожиданиями по отношению к экобалансам и их фактической эффективностью (Kunhenn, 1997, с.19).

вышедшее в конце 90-х гг.⁶⁷ В проведении этого экобаланса приняли участие четыре исследовательские организации из Москвы и Московской области. В результате было выявлено, что высокая экологическая опасность шин обусловлена, с одной стороны, токсическими свойствами применяемых при изготовлении материалов, а с другой стороны - свойствами химических веществ, выделяющихся в воздушную и водную среды при их эксплуатации и хранении. Также было установлено, что на Российский рынок поступают заметно различающиеся по экологическим характеристикам шины, например, по выделению летучих соединений из покровных резин наиболее типичные для России шины различаются в 3-4 раза. Уменьшению негативных воздействий шин на окружающую среду должны способствовать, по мнению авторов исследования, экологическая сертификация и экологический контроль на автотранспортных, шиноремонтных предприятиях, а также на заводах-изготовителях.

Развернутый экобаланс автомобиля «Экологическая безопасность изделий автомобилестроения по полному жизненному циклу» был составлен Научно-исследовательским автомобильным и автомоторным институтом (НАМИ, Москва).⁶⁸ Это исследование было проведено в соответствии с нормами ИСО. Были оценены потребление энергии, расход различных видов сырья и выбросы в атмосферу на этапах производства, эксплуатации и переработки автомобиля.

В Московском государственном техническом университете «МАМИ» было проведено сравнительное экологическое исследование двух *стартеров* с уменьшенной металлоемкостью (Графкина, Милюков, 2004). Оценивалось воздействие на атмосферу двух стадий жизненного цикла стартеров – производства и рециклирования. Критериями оценки послужили масса материалов и эмиссия в атмосферу. Результат оценки был агрегирован до одного параметра.

По заказу АООТ «Сода» НИИ безопасности жизнедеятельности при Министерстве по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям Республики Башкортостан провел «эколого-экономический анализ» производства *тяжелой соды*, который позволил определить оценку жизненного цикла продукции.⁶⁹ Были выявлены наиболее опасные рабочие моменты и даны рекомендации по повышению экологических характеристик технологического процесса.

⁶⁷См. Шина Плюс: Воздействие шин на окружающую среду и человека, http://www.shinaplus.ru/a_vozd_shin.php.

⁶⁸См. Научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт: Экологическая безопасность изделий автомобилестроения по полному жизненному циклу, <http://www.nami.ru/ecology/standards.htm>.

⁶⁹См. Информационное агентство «Башкортостан»: Экологический менеджмент как новый способ решения экопроблем, <http://bashvest.bashinform.ru/about.php>.

В 2001 г. в рамках внедрения на ОАО «Оренбургский хлебокомбинат» системы экологического менеджмента был проведен анализ состояния предприятия, основанный на расходах производственных ресурсов и выбросах загрязняющих веществ в соответствии со стандартами ИСО серии 14000.⁷⁰ Первоначально этапы производственной деятельности хлебозавода на основе предположений о воздействиях были оценены по трехбалльной шкале, затем данные предположения были проверены с помощью материального и энергетического балансов. По результатам баланса была проведена оценка весомости воздействия производства на окружающую среду по методике экоиндикаторов.

В статье С.М. Наймана с точки зрения концепции жизненного цикла рассматривается проблема образования отходов в автотранспортной сфере. Автором проанализированы источники отходов, образующихся в процессе строительства автомагистралей (с учетом альтернативных вариантов размещения трасс: надземного, подземного и наземного), их реконструкции и эксплуатации, а также даны рекомендации по рационализации утилизации отходов (Найман, 2004).

В Московском государственном строительном университете разрабатывается методология анализа жизненного цикла, а именно учет *коэффициентов относительной важности* оцениваемых показателей воздействия планируемой деятельности на окружающую среду.

Например, в исследовании *строительных объектов* на протяжении всего их жизненного цикла А.С.Павлов и Л.М.Стремберг предлагают интегральную оценку воздействия объекта на окружающую среду с помощью различных экоиндикаторов.⁷¹ Их подход основывается на выявлении наиболее опасных экологических воздействий строительства и коэффициентов эквивалентности, а также на учете синергетического эффекта.

Исследования по оценке жизненного цикла, в частности по методике экоиндикаторов, проводятся в Московском государственном техническом университете «СТАНКИН» (МГТУ «СТАНКИН») на кафедре инженерной экологии и безопасности. Для оценки обусловленного промышленным воздействием изменения состояния водоемов разрабатываются *модели поступления загрязнения в экологические среды*, например, модели эволюции береговых зон водных объектов с учетом водообмена и обмена

⁷⁰См. Вестник Оренбургского государственного университета: Экологические вопросы в коммерческой деятельности предприятия, <http://vestnik.osu.ru/009/pdf/20.pdf>.

⁷¹См. Московский государственный строительный университет: Применение информационных технологий для оценки экологической безопасности строительных объектов, http://www.mtu-net.ru/pavlov/Articles/Artic_12.html.

загрязнениями с донными и береговыми наносами⁷², а также проблемы характеристики экологического воздействия и экологической ситуации водных объектов с помощью методики экоиноксаторов⁷³. Еще одно исследование МГТУ «СТАНКИН» посвящено адаптации методов экоиноксаторов к условиям машиностроительных предприятий г.Москвы.⁷⁴

2.3. Особенности экобалансов в Российской Федерации

В настоящее время в России методика экобалансов развивается и применяется на практике очень слабо. Однако по первому опыту составления экобалансов можно выделить *основные сложности и проблемы* внедрения этой методики. В первую очередь, к ним относятся следующие проблемы сбора сведений о входных и выходных потоках материи и энергии:

- доступ к эколого-релевантной информации, имеющейся в распоряжении компетентных государственных служб, затруднен;
- нежелание предприятий и организаций раскрывать имеющуюся эколого-релевантную информацию;
- недостаточно высокая репрезентативность информации из-за возможного приукрашивания или сокрытия истинных данных о выбросах вредных веществ предприятиями;
- недостаточно высокая степень дифференциации и детальности имеющихся сведений об экологических воздействиях антропогенной деятельности;
- отсутствие банков данных о воздействиях на окружающую среду наиболее широко используемых материалов и технологий;
- высокие финансовые и временные затраты на проведение собственных измерений.

Помимо этого, можно выделить проблемы, связанные с недостаточным вниманием к природоохранной деятельности на российских предприятиях, а именно, слабую мотивацию к проведению подобных исследований и нехватку специалистов, владеющих необходимыми знаниями (см., например, Экологический менеджмент и аудит в России, Белоруссии и на Украине, 2001).

⁷²См. Кафедра инженерной экологии и безопасности МГТУ «СТАНКИН»: Экологическое управление водными ресурсами береговой зоны, <http://iczm.rshu.ru/files/2000/039.doc>.

⁷³См. Московский государственный технический университет «СТАНКИН»: Интегральная оценка качества водного ресурса, <http://tqm.stankin.ru/arch/n02/zasedanie3/index36.htm>.

⁷⁴См. Московский государственный технический университет «СТАНКИН»: Адаптация методов «Эко-индикаторов» к условиям машиностроительных предприятий города Москвы, <http://tqm.stankin.ru/arch/n02>.

Принимая во внимание перечисленные аспекты и опыт экономически развитых стран, *возможности и задачи развития экобалансов* в Российской Федерации на сегодня могут быть сформулированы следующим образом:

- Посредством совместных усилий государственных органов (прежде всего, Министерства природных ресурсов и подведомственных ему служб, имеющих полномочия в области охраны окружающей среды) и общественных заинтересованных лиц (в первую очередь экологических общественных движений) необходимо разъяснение потенциальных выгод от проведения экобалансов для различных заинтересованных сторон для повышения мотивации к их составлению.
- Компетентными государственными органами, либо организациями, имеющими опыт в данной сфере, должны быть разработаны рекомендации по проведению экобалансов.
- Экобалансы, как новый инструмент охраны окружающей среды, должны быть популяризированы. Важную роль в этом могут сыграть средства массовой информации.
- Открытые банки экологических данных в европейских странах были созданы благодаря многолетней работе крупнейших научных институтов по измерению материально-энергетических потоков. Хотя информация банков данных является репрезентативной лишь для средних производств, она позволяет провести экобаланс малым и средним предприятиям. Поэтому имеет смысл организовать в России банки данных по европейскому образцу.

2.4. Выводы

Данная глава написана на основе анализа литературных источников. К сожалению, методика экобалансов достаточно редко становится объектом внимания отечественных ученых и практиков, что обуславливает скудность и однобокость имеющейся информации.

По уровню развития экобалансов в Российской Федерации может быть сделан следующий вывод. Несмотря на множество преимуществ, связанных с проведением экобалансов, значение данной методики в России сегодня недооценивается. Следовательно, развитие и практическое внедрение экобалансов становится одной из актуальнейших задач в природоохранной сфере. Ее решению призван помочь краткий обзор особенностей и трудностей проведения экобалансов в нашей стране, приведенный в конце главы.

ЧАСТЬ II. ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УПАКОВКИ С ПОМОЩЬЮ ЭКОБАЛАНСА

ГЛАВА 3. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКОБАЛАНС УПАКОВКИ НАПИТКОВ ИЗ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ФЕДЕРАТИВНОЙ РЕСПУБЛИКЕ ГЕРМАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

3.1. Определение целей и области применения

3.1.1. Определение целей

Целями данного исследования являются:

- сбор информации о входных и выходных потоках вещества и энергии в производственных системах упаковки для напитков из комбинированных материалов в Федеративной Республике Германия и Российской Федерации на основе репрезентативных средних показателей;
- сравнение их потенциального воздействия на окружающую среду.

Результаты исследования можно использовать для того, чтобы:

- выявить различия экологических аспектов упаковки из комбинированных материалов в различные моменты её жизненного цикла в обеих странах и дать рекомендации по снижению экологического воздействия жизненного цикла данной продукции;
- показать возможные различия в оценке экологических аспектов и потенциальных воздействий упаковки на протяжении всего жизненного цикла продукции в обеих странах, на основе чего могут быть даны рекомендации по проведению экобалансов продукции в Российской Федерации.

3.1.2. Определение области применения

3.1.2.1. Описание объекта исследования

Объектом исследования является одноразовая литровая упаковка из комбинированных материалов для напитков, имеющая форму бруска и изготовленная из картона, покрытого несколькими слоями полиэтилена, обеспечивающего водонепроницаемость, и алюминия, гарантирующего воздухонепроницаемость (упаковка типа Тетра-Пак, Тетра-Брик, Тетра-Брик-Асептик, Пюр-Пак, Тетра-Рекс и др.)

Стандартная картонная упаковка (товарная или продажная упаковка) весит около 27,3-29,5 г и состоит из трех материалов: картона, полиэтилена и алюминия. Вес исследуемой в данной работе упаковки также находится в этих пределах, таким образом, она представляет собой репрезентативную упаковку для напитков из комбинированных материалов (Табл.7).

Таблица 7

*Состав стандартной упаковки для напитков из комбинированных материалов
(составлено по Lundholm, Sundström, 1985; Gottwald, 1986; цит. по Wojkow, 1989, с.236)
и исследуемой упаковки (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.159)*

Упаковочные материалы	Средний вес упаковки, г		Вес исследуемой упаковки, г
	по Лундхольму	по Готтвальду	
Картон	20,14	21,90	20,55
Полиэтилен	5,68	6,1	7,16
Алюминий	1,50	1,5	1,58
Сумма	27,32	29,5	29,3

Ламинированная картонная упаковка такого рода благодаря высоким барьерным свойствам полиэтилена и алюминия может быть использована для жиро- и/или водосодержащих, рассыпных, пастообразных, порошкообразных или жидких продуктов питания (Wojkow, 1989, с.75).

В результате предварительной оценки воздействия упаковки из комбинированных материалов на окружающую среду могут быть выявлены следующие аспекты (Both, Gebbers et al., 1995, с.39; Golding, 1992, с.45-54; Kursawa-Stucke, Liebert et al., 1994, с.153f.):

- Упаковка из комбинированных материалов, как продукт одноразового использования, характеризуется *высокой ресурсоемкостью*.
- Из-за сложного состава *рециклирование* упаковки из комбинированных материалов проблематично. Эффективная технология вторичного использования всех материалов упаковки из комбинированных материалов до сих пор не разработана; в качестве вторичного неэнергетического сырья перерабатывается только содержащийся в упаковке картон (об этом подробнее см. Ewen, Buchert et al., 1993, с.67; Woerner, 1995, с.31f., также Приложение 1, § В-3).
- Содержащиеся в упаковочных материалах и краске загрязняющие вещества (прежде всего, тяжелые металлы) вносят существенный вклад в загрязнение окружающей среды при *обезвреживании* упаковки (Eder, 1992, с.18f.; Wojkow, 1989, с.159).

- При захоронении отходов на полигонах упаковка из комбинированных материалов занимает много места. Немаловажно отметить, что основной компонент упаковки - картон - биологически разлагаем.
- Картон обладает высокой теплотворной способностью, поэтому при сжигании упаковки из комбинированных материалов на мусоросжигательных заводах (МСЗ) выделяется значительное количество энергии.
- Легкость, компактность упаковки из комбинированных материалов, возможность складывать ее штабелями являются ее достоинствами, важными на этапе дистрибуции.

3.1.2.2. Описание исследуемой системы упаковки

При анализе жизненного цикла упаковки для напитков наряду с первичной или продажной упаковкой должна рассматриваться используемая вторичная или транспортная упаковка. В таблице 8 дается обзор всех компонентов производственной системы.

Таблица 8

Компоненты исследуемой системы упаковки (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, Anhang 2)

Наименование	Материал	Размер, мм	Масса, г	Количество на одну паллету
Упаковка из комбинированных материалов	Картон/ Алюминий/ Полиэтилен	-	29,3	864
Ящик	Гофрокартон	40 x 196 x 78	77,8	72
Евро-Паллета (поддон)	Дерево	1200 x 800 x 145	22 000	1
Стретч-пленка	Полиэтилен	-	78,0	-

* Паллеты – это упаковка многоразового использования; число оборотов или циклов использования принято в размере 50.

Для учета экологического воздействия при транспортировке напитков имеет значение вес упаковки. На стандартной паллете размещаются 12 ящиков и 986 упаковок из комбинированных материалов, обернутых стретч-пленкой. Упакованная таким образом паллета без учета веса напитков весит 52,99 кг.

3.1.2.3. Структура жизненного пути упаковки

В жизненном пути упаковки из комбинированных материалов можно выделить пять основных этапов, подразделяемых, в свою очередь, на модули - единичные

производственные операции или их группы (см. табл.9 и рис.13). Отдельным блоком рассматриваются процессы транспортировки.

Таблица 9

Структура жизненного цикла упаковки

Этапы жизненного цикла	Модули
1. Добыча и обработка сырья	Модуль 1 - Выплавка первичного алюминия
	Модуль 2 - Выплавка вторичного алюминия
	Модуль 3 - Вырубка круглого леса
	Модуль 5 - Производство полиэтилена
2. Изготовление упаковочных материалов	Модуль 4 - Производство алюминиевой фольги
	Модуль 6 - Производство картона-сырца
	Модуль 7 - Производство упаковочного картона
3. Производство упаковки	Модуль 8 - Производство ящиков из гофрокартона
	Модуль 9 - Производство поддонов-паллет
	Модуль 10 - Разлив напитков
4. Продажа, потребление напитков и обращение с использованной упаковкой	Модуль 11 - Продажа / Потребление
	Модуль 12 - Сортировка отходов упаковки (только в сценарии 1)
	Модуль 13 - Сортировка макулатуры (только в сценарии 1)
	Модуль 14 - Сбор макулатуры (только в сценарии 2)
5. Утилизация отходов и очистка сточных вод	Модуль 15 - Полигон бытовых отходов
	Модуль 16 - Полигон для захоронения шлаков
	Модуль 17 - Мусоросжигательный завод (только в сценариях 1 и 2)
	Модуль 18 - Очистные сооружения
6. Транспортировка	Модуль 19 - Транспортировка грузов
	Модуль 20 - Транспортировка отходов

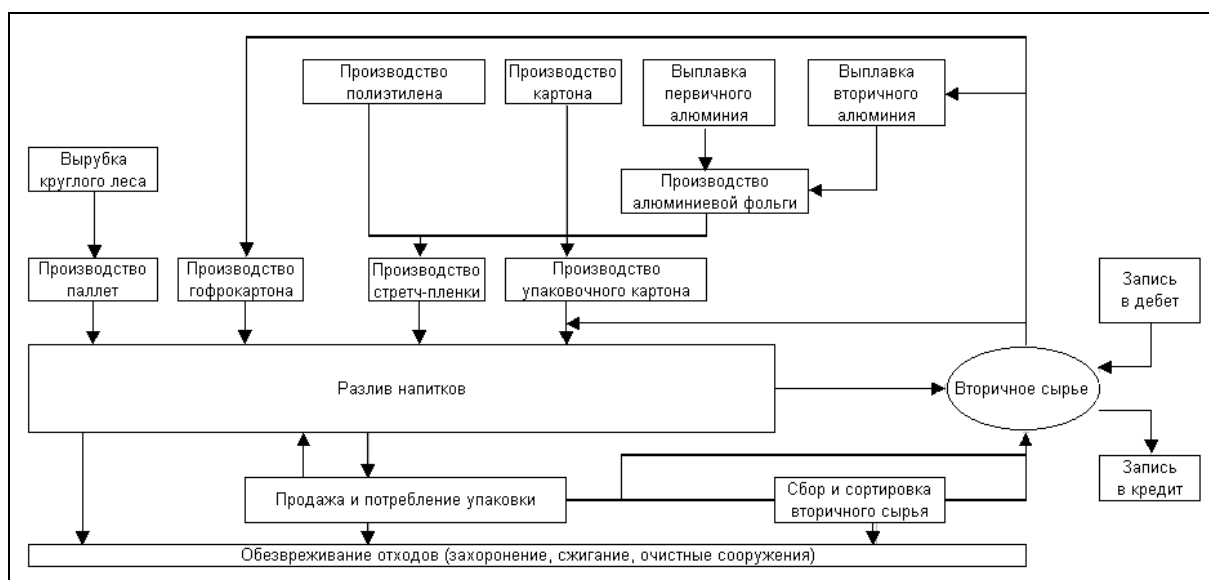


Рис.13. Схема жизненного пути упаковки из комбинированных материалов

Основные стадии жизненного цикла упаковки (модули и их группы) отображены на рисунке 13 в виде прямоугольников, транспортные потоки обозначены стрелками.

Покидающие производственную систему упаковки отходы, подлежащие переработке, обозначены стрелкой, направленной к прямоугольнику «Запись в кредит». Подлежащие переработке отходы, используемые в пределах производственной системы, обозначены стрелкой, идущей от прямоугольника «Запись в дебет».

3.1.2.4. Функциональная единица

В качестве стандартной единицы измерения всех воздействий упаковки на окружающую среду установлена система упаковки из комбинированных материалов, необходимая для предоставления 1000 л того или иного напитка потребителю (Табл.8).

В исходных материалах сведения по отдельным этапам жизненного цикла даются из расчета на разные производимые изделия или услуги. Поэтому все входные и выходные потоки энергии и материала в производственной системе упаковки сначала необходимо пересчитать на единую избранную функциональную единицу (см. п. 3.2.2.2).

3.1.2.5. Границы производственной системы упаковки

При проведении ОЖЦ упаковки по возможности полно учитываются все модули рассматриваемой производственной системы (Рис.13) - от добычи сырья, производства упаковочных материалов и самой упаковки до ее утилизации.

Благодаря этому обеспечивается то требование, что входные и выходные потоки в производственной системе, за исключением вторичного сырья, обозначенного в формулярах данных как «Отходы, подлежащие переработке», вторичных энергоносителей, производственных и вспомогательных материалов, представляют собой элементарные потоки, то есть непосредственно изымаются из окружающей среды либо сбрасываются в нее.

В качестве *критерия отбрасывания* материальных и энергетических входных и выходных потоков установлен 1% массы основного входного или выходного потока того или иного модуля. Однако сумма не включаемых в оценку единичных потоков не должна превышать 5% массы выходных потоков модуля.

Особое внимание следует уделить тому факту, что объектом исследования является собственно упаковка, а не упаковка вместе с напитком.⁷⁵

⁷⁵В соответствии с этим необходимо разделять экологические воздействия, связанные с упаковкой, и воздействия, связанные с напитками. Особо важно подобное разделение при учете воздействия транспортных процессов на окружающую среду. Распределение входных или выходных потоков единичного процесса проводится по массе потоков. При проведении оценки жизненного цикла упаковки долю загрязнения окружающей среды, приходящуюся на напитки, необходимо вычесть из общего загрязнения.

При исследовании также *не учитываются* следующие экологические аспекты:

1. Экологические аспекты в области потребления напитков, например:
 - эмиссии и расход энергии при транспортировке напитков от продавца к конечному потребителю,
 - потребление воды и эмиссии в результате мытья упаковки потребителем.
2. Экологические аспекты при изготовлении и утилизации основных средств производства в течение жизненного пути, например:
 - потребление энергии и эмиссии при производстве упаковочных машин.
3. Шумовое воздействие, запахи и радиоактивное загрязнение.
4. Загрязнение окружающей среды в результате несчастных случаев.

Сведения по временным и пространственным рамкам исследования приводятся в п. 3.1.2.7 и п. 3.2.1 (обобщенно), а также в Приложении 2 (по модулям).

3.1.2.6. Категории данных

Исходная информация в данном исследовании не ограничивается какими-либо определенными категориями данных, используются как массовые, энергетические, объемные и площадные показатели, так и некоторые критерии качества окружающей среды. Ограничивающим фактором при сборе данных является, как правило, доступность информации. Так, из-за недостатка информации не рассматриваются шумовое воздействие, запахи, радиоактивное загрязнение, только частично учитывается расход земельных ресурсов.

При проведении инвентаризационного анализа жизненного цикла были выбраны *категории данных*, позволяющие провести в дальнейшем оценку воздействия упаковки на протяжении жизненного цикла (Табл.10). Количество категорий низшего ранга, соответствующих отдельным элементарным потокам, составляет порядка 80 для входных и 160 для выходных потоков вещества и энергии.

Следует отметить следующие *особенности сбора информации*:

- *Воздействия транспортных процессов* учитываются на основе данных по потреблению первичной энергии и эмиссиям.
- Жизненный путь используемой в производственных процессах *энергии* прослеживается вплоть до первичных энергоносителей; во внимание принимаются потери энергии.
- *Выработка электроэнергии* учитывается в зависимости от конкретной ситуации с помощью различных моделей.

- *Остаточное тепло процесса горения* приводится в формулярах данных как «Вторичная энергия», если она используется в дальнейшей технологической цепочке.
- При наличии информации учитываются *диффузные эмиссии*.

Таблица 10

Категории данных высших рангов (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.11)

<i>Входные потоки</i>	<i>Выходные потоки</i>
Отходы, подлежащие переработке	Отходы (отходы, подлежащие обезвреживанию и переработке, отходы неспецифицированные)
Основные химические материалы	
Энергия и энергоносители, вторичные	
Древесина и целлюлоза	Объем отходов на полигоне
Суммарный расход энергии (КЕА) (ядерная, ископаемая энергия, энергия воды, неспецифицированная энергия) ⁷⁶	Эмиссии в воздушную среду
	Эмиссии в водную среду
	Энергия, вторичная
Минералы	Минералы
Земельные ресурсы	Материалы, различные
Полезные ископаемые (энергоносители, неэнергоносители)	Упаковочные материалы
Материалы, различные (производственные, вспомогательные и прочие материалы) ⁷⁷	Вода (вода, используемая для охлаждения, сточные воды, вода неспецифицированная)
Упаковочные материалы	
Вода (вода, используемая для охлаждения и для технических нужд)	

Представление энергетических характеристик производственной системы в исследовании немецкой Федеральной службы окружающей среды (UBA), лежащем в основе данной работы, характеризуется следующей особенностью: для полноты массового баланса энергоносители учитываются в массовых показателях в категории «Сырье», параллельно учитывается их теплотворная способность в категории «Суммарный расход энергии» (в балансе энергии) (*Ökobilanz für Getränke...*, 2000b, с.1). Учет энергоносителей в данной работе осуществляется аналогично. Более того, принцип «двойного учета» применяется для большей наглядности и для некоторых других параметров, например, для выбросов свалочного газа (учитывается объем выделяющегося газа и масса содержащихся в нем загрязняющих веществ).

3.1.2.7. Источники и качество данных

Данный сравнительный экобаланс упаковки из комбинированных материалов в России и Германии проводится на основе вторичных данных, а именно опубликованной в

⁷⁶Здесь подразумевается исключительно первичная энергия.

⁷⁷Получение и/или приготовление материалов, включенных в данную категорию, не рассматривается в данной работе.

обоих государствах информации по экологическим аспектам упаковки для напитков.

В качестве базового источника используются результаты исследования немецкой Федеральной службы окружающей среды (UBA) «Экобаланс для упаковок напитков - II», опубликованные в 2000 г. (Ökobilanz für Getränkeverpackungen, 2000a (Основная часть), Ökobilanz für Getränkeverpackungen, 2000b (Материалы исследования)). Данное исследование содержит инвентаризационные данные по потокам вещества и энергии, связанным с рядом различных упаковок для безалкогольных напитков и вина, в том числе и с упаковкой из комбинированных материалов. В нем рассмотрена сложившаяся на территории ФРГ производственная система упаковки напитков из комбинированных материалов. Составители данного экобаланса стремились использовать сведения, наиболее соответствующие жизненному циклу упаковки на 1996 г., при этом применялась как первичная информация (в сферах «Разлив напитков», «Дистрибуция» и «Количество циклов использования»), так и литературные данные.

При проведении сравнительной оценки упаковки в России и Германии сведения, полученные из данного источника, сравниваются с данными других источников, в том числе более актуальными. При этом часть информации либо обобщается, либо конкретизируется на основе новых данных.

Упаковка из комбинированных материалов выпускается как в России, так и в Германии преимущественно на оборудовании мирового лидера в данной области компании «Tetra Pak» (см. Приложение 1, часть А). Поэтому инвентаризационные данные исследования «Экобаланс для упаковок напитков - II» по некоторым модулям могут рассматриваться в качестве релевантных для всех сценариев. Тем не менее, все экологические аспекты жизненного цикла упаковки из комбинированных материалов, производимой, используемой и утилизируемой в России, анализируются авторами. Для этого используется актуальная информация специализированных изданий по упаковке и экологии производства, статистические сведения, доклады о состоянии окружающей среды и природных ресурсов России, а также информация, полученная от представителей компетентных государственных органов. При недостатке сведений используются допущения и собственные оценки.

Данные, лежащие в основе экобаланса, насколько возможно, должны удовлетворять следующим критериям (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.12f.):

1. Отображать реальное положение дел с учетом установленных географических, временных и технологических рамок исследования:
 - Географические или пространственные рамки устанавливаются на основе

места потребления напитков. Исходным является допущение, что потребление напитков осуществляется в стране-производителе (в России или Германии). Происхождение упаковки, используемой для доставки напитков потребителю, а также сырья и материалов учитывается в соответствии с реальной обстановкой.

- В качестве временных границ исследования принимается вторая половина 90-х гг. 20 в. Все сведения о жизненном пути упаковки должны относиться к этому периоду времени или быть максимально приближены к нему.
 - Технологические рамки должны отражать усредненную производственную систему упаковки из комбинированных материалов (представлять средние значения по всем производственным процессам).
2. Быть доступными широкой общественности, чтобы обеспечить максимальную прозрачность исследования.

Используемые сведения о жизненном цикле упаковки из комбинированных материалов в Российской Федерации должны соответствовать названным в ИСО 14041 требованиям к качеству данных (точность, полнота, представительность, совместимость, воспроизводимость) (ГОСТ ИСО Р 14041-00; ISO 14041 : 1998).

3.1.2.8. Процедуры распределения

Процедуры и критерии распределения устанавливаются на двух уровнях:

- *Уровень производственных процессов.* В модулях «Разлив напитков» и «Транспортировка грузов» (последний включает дистрибуцию напитков) распределение входных и выходных потоков проводится по массе (в случае с дистрибуцией - с учетом нагрузки транспортных средств). В прочих модулях в качестве критерия распределения принимается теплотворная способность или рыночная стоимость.
- *Уровень производственной системы.* Вторичное сырье, покидающее производственную систему, рассматривается в качестве «Записи в кредит» по величине, соответствующей издержкам на получение заменяемого первичного сырья. Если же выходные потоки вторичных ресурсов используются как субститут какого-либо вторичного сырья в данной производственной системе, в качестве бонуса они не рассматриваются.

3.1.2.9. Метод оценки воздействия

Для проведения оценки воздействия в рамках экобалансов разработан ряд методологических подходов (см. п. 1.9). В данном экобалансе оценка воздействий проводится с помощью методики немецкой Федеральной службы окружающей среды, разработанной специально для проведения экобалансов упаковок напитков в соответствии с нормами ИСО 14042 и 14043 (Ökobilanzen für Getränkeverpackungen, 1995, Ökobilanz für Getränke..., 2000a, 2000b).

Описание методологического подхода оценки воздействий содержится в п. 3.3.

3.1.3. Сценарии оценки жизненного цикла упаковки

В данном исследовании сравниваются три сценария: 1) Федеративная Республика Германия, 2) Российская Федерация, Московская область, 3) Российская Федерация, Тюменская область (без Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов).

Выбор двух сценариев для территории Российской Федерации обусловлен значительными региональными различиями. Так, второй сценарий (Московская обл.) должен отразить ситуацию промышленно высоко развитой и густонаселенной европейской части России с хорошо развитой транспортной сетью, в то время как третий сценарий (Тюменская обл.) необходим для моделирования производственной системы упаковки напитков в менее плотно населенных, индустриально менее развитых регионах азиатской части России (за исключением северных территорий и Дальнего Востока). Помимо этого, при исследовании двух сценариев для территории Российской Федерации можно оценить величину транспортной составляющей экологического загрязнения.

По замыслу авторов такой выбор сценариев оценки жизненного пути упаковки имеет следующие преимущества:

- Сравнение первых двух сценариев благодаря эквивалентности рамочных условий (степень индустриализации территории, плотность населения и транспортной инфраструктуры) поможет идентифицировать различия между производственными системами упаковки в России и Германии.
- Сравнение последних двух сценариев позволит выявить разброс результатов экобаланса в Российской Федерации и тем самым оценить достоверность сравнения производственных систем упаковки в России и Германии.

3.1.4. Основные принципы инвентаризации данных

В данном экобалансе жизненный путь упаковки исследуется с точки зрения его региональной специфики. При этом изучаются входные и выходные потоки материалов и энергии, связанные с гипотетическим «типичным», «усредненным» производством упаковки напитков из комбинированных материалов.

Жизненный путь большинства продуктов очень сложен, как в вертикальном (по стадиям жизненного цикла), так и в горизонтальном отношении (по своей территориальной структуре). Поэтому при составлении экобалансов не избежать обобщения или упрощения многих экологических аспектов. В дальнейшем рассматриваются основополагающие принципы инвентаризации данных потоков материалов и энергии.

Во-первых, необходимо учесть различия между производственными системами упаковки в России и Германии. Для достижения этой цели особое внимание уделяется тем экологическим аспектам упаковки, которые наиболее существенно влияют на характер и величину материальных и энергетических потоков (Табл.11).

Таблица 11

Основные факторы различий

<i>Факторы различий и релевантные этапы жизненного пути</i>	<i>Экологические последствия</i>
1	2
1. Добыча и обработка сырья	
Применение макулатуры (производство упаковочного картона и гофрокартона)	Применение макулатуры снижает потребление первичного сырья, использование земельных ресурсов и эмиссии.
Применение вторичного алюминия (выплавка первичного и вторичного алюминия, производство алюминиевой фольги)	Из-за экстремально высокой энергоемкости выплавки первичного алюминия и большого расхода воды для охлаждения изменяется потребление энергии и сырья.
Экологичность заготовки древесины (вырубка круглого леса, производство картона)	Сопряженное с вырубкой древесины воздействие на окружающую среду оказывает влияние в первую очередь на состояние почв и растительного покрова.
2. Процесс производства упаковки	
Отбелка бумаги (производство картона)	В результате применения хлорсодержащих отбеливающих субстанций увеличивается количество токсичных хлористых углеводов в сточных водах.

Окончание таблицы 11

1	2
3. Обезвреживание упаковки	
Вторичное использование упаковочных материалов (сбор и сортировка упаковочных материалов)	Благодаря рециклингу, во-первых, снижается потребление первичных ресурсов, и, во-вторых, уменьшается объем упаковочных материалов, подлежащих обезвреживанию.
Утилизация упаковки (сжигание отходов, захоронение отходов на полигонах)	Уровень эмиссий в водную и воздушную среды, использования земельных ресурсов и энергетические характеристики различных способов утилизации отличаются друг от друга.
4. Транспортные перевозки	
Качество дизельного топлива и тип мотора (все транспортные перевозки, соединяющие отдельные модули, дистрибуция напитков)	От состава топлива и экологически значимых особенностей двигателей зависит размер эмиссий в воздух.
Логистика дистрибуции (дистрибуция напитков)	Посредством рационального использования емкости транспортных средств и отказа от порожних перевозок достигается снижение неблагоприятного воздействия транспорта на окружающую среду.
Дальность перевозок (все транспортные перевозки, соединяющие отдельные модули, дистрибуция напитков)	С увеличением транспортной удаленности растет негативное экологическое воздействие транспорта.

Во-вторых, необходимо проанализировать различия между производственными системами упаковки в различных частях Российской Федерации. При этом особые трудности связаны с моделированием тех отрезков жизненного пути (модулей) в сценариях 2 и 3, основные продукты которых в рассматриваемом регионе не производятся. Покажем, каким образом в подобных случаях принимаются допущения, на примере изготовления ящиков из гофрокартона.

На расстоянии около 600 км от границ Тюменской обл. производителей гофрокартона нет (см. Приложение 2, § С-3). Это значит, что при перевозке упаковки напитков из комбинированных материалов используется тара, выпускаемая в районах России, значительно удаленных от Тюменской обл. Моделирование производства ящиков из гофрокартона осуществляется на основе средних по России показателей. Однако при этом учитывается дополнительный транспортный путь «Регион-производитель – Тюменская обл.».

Основные принципы инвентаризации данных в сценариях 2 и 3 таковы:

- По мере возможности использовать специфические для рассматриваемого региона данные.

- При отсутствии таких сведений использовать усредненные показатели по России.

Все средние величины рассчитываются без учета минимального и максимального значений в ряду данных.

3.2. Инвентаризационный анализ

3.2.1. Описание производственных модулей

В этом разделе приводятся сведения о величине входных и выходных потоков, об источниках и репрезентативности собранных данных, способе учета производства энергии и транспортных аспектов исследуемых стадий жизненного цикла, а также документируются и обосновываются допущения и собственные оценки. В конце описания каждого модуля дается сводный обзор наиболее важной информации по исследуемым сценариям в табличном виде (Табл.12). Собственно описание производственных модулей, как и формуляры данных, помещены в Приложениях (см. Приложения 2 и 3).

Таблица 12

Содержание описания производственных модулей

1. Функциональная единица	Количество энергии или материала, к которому относятся собранные данные в данном модуле
2. Положение модуля в производственной цепочке	Перечень модулей, связанных с рассматриваемым модулем посредством линейных связей входных или выходных потоков
3. Важные входные потоки	Избранные потоки материи или энергии, которые соединяют между собой смежные модули в производственной цепочке
4. Важные выходные потоки	
5. Описание технических процессов	Сведения о рассматриваемой ступени производства
6. Учет производства энергии	Сведения о том, каким образом осуществляется (если осуществляется) учет способов производства энергии и процессов транспортировки
7. Учет транспортировки	
8. Релевантная географическая область	Информация о релевантности данных: регион и период времени, к которым относятся собранные данные
9. Временные границы модуля	

3.2.2. Процедура расчета

3.2.2.1. Общая информация

Все производственные модули соединены между собой линейными связями (входными и выходными потоками). Составление баланса начинается с центрального модуля «Производство упаковочного картона», затем прослеживаются потоки вещества и

энергии, обозначенные в табличном описании модулей в строках 3 и 4 «важными входными или выходными потоками» (см. Приложение 2). Следующим этапом является перевод количественных инвентаризационных данных единичных процессов на единую функциональную единицу (см. п. 3.1.2.4.). Обобщение данных по категориям на этапе инвентаризационного анализа не предпринимается.

3.2.2.2. Коэффициенты перевода

В базовом исследовании UBA «Экобаланс для упаковок напитков – II (Материалы исследования)» содержатся сведения обо всех этапах жизненного пути упаковки из комбинированных материалов (Ökobilanz für Getränke..., 2000b). Входные и выходные потоки относятся к тому количеству энергии или материала, которое необходимо для изготовления 1 кг основного выпускаемого/потребляемого продукта/сырья в данном модуле. Например, в модуле «Выплавка первичного алюминия» функциональной единицей является 1 кг алюминиевых чушек, в модуле «Производство алюминиевой фольги» - 1 кг фольги и т.п. (см. Приложения 2 и 3).

Эта особенность сбора инвентаризационных данных затрудняет суждение о материальных и энергетических потоках, приходящихся на одну упаковку. Поэтому все собранные данные необходимо пересчитать на величину производимого в итоге продукта – литровую упаковку напитков типа «Tetra Pak». Коэффициент перевода дает, таким образом, ответ на вопрос, для производства скольких упаковок напитков используется 1 кг основного продукта рассматриваемого модуля. Коэффициенты перевода рассчитываются на основе линейных связей производственных модулей через массу продукции и расход различных упаковочных материалов на производство упаковки.

3.2.2.2.1. Производство упаковочных материалов, картона из комбинированных материалов и предшествующие им производственные процессы

Модуль 7 (Производство упаковочного картона). На изготовление одной упаковки расходуется 0,0293 кг упаковочного картона (картона, ламинированного полиэтиленом и алюминием). Из 1 кг упаковочного картона можно изготовить 34,13 упаковки (коэффициент перевода равен 34,13).

По данным таблицы 13 могут быть рассчитаны коэффициенты перевода для материалов, из которых состоит упаковка.

Модуль 4 (Производство алюминиевой фольги). Если на производство 1 кг упаковочного картона или 34,13 упаковок расходуется 0,0592 кг алюминиевой фольги, то

из 1 кг алюминиевой фольги можно изготовить 576,52 упаковок (*коэффициент перевода равен 576,52*).

Таблица 13

Состав упаковки из комбинированных материалов

Входные потоки	Массовые доли, кг
Алюминий	0,0592 кг
Полиэтилен (ПЭНП)	0,268 кг
Картон	0,769 кг
Выходной поток ($\neq$ сумма входных потоков)	1*

Модуль 5 (Производство полиэтилена). Если на производство 1 кг упаковочного картона расходуется 0,268 кг полиэтилена, то из 1 кг полиэтилена можно изготовить 127,35 упаковок (*коэффициент перевода равен 127,35*).

Модуль 6 (Производство картона). Если на производство 1 кг упаковочного картона из комбинированных материалов расходуется 0,769 кг картона, то из 1 кг картона можно изготовить 44,38 упаковок (*коэффициент перевода равен 44,38*).

Модули 1 и 2 (Выплавка первичного и вторичного алюминия). В первую очередь важно количество алюминиевых чушек, необходимое для производства 1 кг алюминиевой фольги: из 1,02 кг слитков изготавливается 1 кг фольги. Вид алюминиевого сырья (первичное или вторичное) не имеет при этом принципиального значения. Если из 1 кг фольги можно изготовить 576,52 упаковок, то это же количество упаковок можно изготовить из 1,02 кг слитков, следовательно, из 1 кг слитков можно изготовить 565,22 упаковок (*коэффициент перевода в модулях 1 и 2 равен 565,22*).

Поскольку для производства алюминиевой фольги используется 72,42% первичного и 27,58% вторичного алюминия (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.110), входные и выходные потоки в модулях 1 и 2 должны быть рассчитаны с учетом дополнительных коэффициентов 0,7242 и 0,2758.

3.2.2.2.2. Производство транспортной упаковки и предшествующие ему производственные процессы

При расчете коэффициентов перевода для транспортной упаковки используются данные таблицы 8.

Модуль 8 (Производство гофрокартона). В один ящик из гофрокартона весом 0,0778 кг вмещаются 12 литровых упаковок. Таким образом, из 1 кг гофрокартона можно

изготовить столько ящиков, сколько вместят 154,24 упаковок (*коэффициент перевода равен 154,24*).

Модуль 9 (Производство паллет). На одной деревянной паллете весом 22 кг транспортируются 864 литровых упаковок. Таким образом, из 1 кг круглого леса можно изготовить столько паллет, сколько вместят 39,27 упаковок (*коэффициент перевода равен 39,27*).⁷⁸

Модуль 3 (Вырубка круглого леса). Полученная на данном модуле древесина используется для изготовления паллет. Согласно имеющимся инвентаризационным данным потери древесины при производстве паллет отсутствуют (из 22 кг круглого леса изготавливается 1 паллета весом 22 кг). Поэтому коэффициент перевода в данном модуле тот же, что и в модуле 9 (*коэффициент перевода равен 39,27*).

3.2.2.2.3. Сбор, вывоз, утилизация отходов и их обезвреживание

Модуль 12 (Сортировка отходов упаковки). Вторичный алюминий, полученный в результате сортировки отходов упаковки, используется для выплавки алюминиевых слитков. Поэтому коэффициент перевода для данного модуля рассчитывается на основе такового для модуля 2 (выплавка вторичного алюминия). 1 кг слитков изготавливается из 1,12 кг вторичного алюминия. Если 1 кг слитков достаточно для изготовления 576,52 упаковок, то это же количество упаковок можно изготовить из 1,12 кг вторичного алюминия. Тогда из 0,35 кг вторичного алюминия (выходной поток в модуле 14) можно изготовить 176,63 упаковок (*коэффициент перевода равен 176,63*).

Кроме того, необходимо учесть долю отходов упаковки, собираемой в рамках Дуальной Системы (58%), с помощью дополнительного коэффициента 0,58 (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.107).⁷⁹

Модуль 13 (Сортировка макулатуры). Макулатурное сырье используется преимущественно при производстве гофрокартона, поэтому необходимо использовать в расчете коэффициент перевода модуля 8. 1 кг гофрокартона изготавливается из 1,3 кг макулатуры. Если 1 кг гофрокартона достаточно для изготовления столько же ящиков, сколько вмещают 154,24 упаковок, то это же количество упаковок вместят ящики, изготовленные из 1,3 кг макулатуры. То есть из 0,855 кг макулатуры (выходной поток в модуле 13) производится столько ящиков, сколько могут вместить 101,44 упаковок (*коэффициент перевода равен 101,44*).

⁷⁸Инвентаризационные данные производства паллет учитывают возможность их многократного использования (50 оборотов).

⁷⁹Оставшиеся 42% отходов упаковки собираются как «Прочий мусор», подлежащий утилизации (см. следующую ссылку).

Модуль 14 (Сбор макулатуры). Коэффициент перевода рассчитывается в данном модуле по той же схеме, что и в модуле 13. Отличие коэффициентов обусловлено исключительно величиной выходного потока: в модуле 14 он составляет 1 кг макулатуры (*Коэффициент перевода равен 118,65*).

Модуль 15 (Полигон бытовых отходов). Данный модуль служит для утилизации бытовых отходов потребления и промышленных отходов, близких по составу к бытовым, посредством захоронения. В качестве функциональной единицы в данном модуле принят 1 кг смешанных отходов упаковки, вне зависимости от их происхождения, состава, степени экологической опасности и т.п. Поэтому необходимо сделать допущение, что при захоронении отходы упаковки из комбинированных материалов вызывают воздействие на окружающую среду в той же мере, что и бытовые отходы в среднем.

Коэффициент перевода для бытовых отходов потребления равен 34,13, так как 1 кг отходов упаковки из комбинированных материалов соответствует этому количеству упаковок.

Помимо этого в данном модуле необходимо учесть следующие коэффициенты:

- Около 42% отходов упаковки в сценарии 1 собираются как «Прочий мусор»⁸⁰ и вывозятся на полигоны бытовых отходов или мусоросжигательные заводы. Поэтому в сценарии 1 необходимо учесть коэффициент 0,42. В сценариях 2 и 3 100% собранного бытового мусора поступает на полигоны или МСЗ, поэтому дополнительный коэффициент равен 1.
- С помощью коэффициента 0,64 в сценарии 1 и коэффициента 0,98 в сценарии 2 учитывается доля отходов, подлежащих захоронению.⁸¹

Отходы, схожие по составу с бытовыми, образуются в данной производственной системе также и в производстве (в модулях 5, 6, 7 и 8): 0,0021 кг при выпуске 1 упаковки. *Отсюда коэффициент перевода для подобных промышленных отходов равен 476,19*. Дополнительные коэффициенты (0,64 в сценарии 1 и 0,98 в сценарии 2, учитывающие долю отходов, складываемых на полигонах, здесь также необходимо применить).

Модуль 16 (Полигон для захоронения шлаков). В 9 из 20 рассматриваемых модулей (модули 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 18) образуются пепел и шлаки, подлежащие обезвреживанию. В качестве функциональной единицы в данном модуле принят 1 кг пепла и/или шлаков. Всего в рассматриваемой производственной системе образуется 0,00077 кг пепла и шлаков в сценарии 1, 0,00071 кг - в сценарии 2 и 0,00070 кг - в

⁸⁰Под «Прочим мусором» здесь понимаются все виды отходов, кроме «Отходов упаковки» независимо от их состава и раздельно собираемых отходов, представляющих собой ценное вторичное сырье (макулатуры, пластика, стекла, металла, текстиля, пищевых отходов).

⁸¹Остаток отходов сжигается, см. таблицу 54 в Приложении 2.

сценарии 3 (из расчета на одну упаковку). Этот суммарный выходной поток пепла и шлаков отражает их количество, приходящееся на производство одной упаковки. Коэффициенты перевода составляют: 1298 - в сценарии 1, 1408 - в сценарии 2 и 1428 - в сценарии 3.

Модуль 17 (Мусоросжигательный завод). Данный модуль служит утилизации бытовых отходов потребления и промышленных отходов, близких по составу к бытовым, посредством сжигания. В качестве функциональной единицы в данном модуле принят 1 кг смешанных отходов упаковки. Коэффициенты перевода для бытовых отходов потребления в данном модуле рассчитываются по тому же принципу, что и в модуле 15 (для отходов потребления коэффициент равен 34,13, для отходов производства - 476,19). Для обоих различающихся по своему происхождению типов отходов нужно применить дополнительные коэффициенты, с помощью которых учитывается доля сжигаемых отходов: 0,36 - в сценарии 1 и 0,02 - в сценарии 2.

Для бытовых отходов потребления в сценарии 1 дополнительно действует коэффициент 0,42, учитывающий долю отходов, собранных как «Прочий мусор», подлежащих утилизации.

Модуль 18 (Очистные сооружения). Сточные воды образуются в 11 модулях. В качестве функциональной единицы в данном модуле принят 1 кг сточных вод. Суммарное количество образующихся в данной производственной системе сточных вод из расчета на одну упаковку достигает 3,81 кг в сценарии 1 и 7,38 кг - в сценариях 2 и 3. Коэффициент перевода равен 0,262 в сценарии 1 и 0,136 - в сценариях 2 и 3.

3.2.2.2.4. Разлив напитков

Модуль 10 (Разлив напитков). Собранные инвентаризационные данные характеризуют входные и выходные потоки, отнесенные к номинальной мощности средней разливочной линии (1200 л/ч). Чтобы получить данные в расчете на одну литровую упаковку, необходимо использовать коэффициент 0,0008333.

3.2.2.2.5. Транспортные процессы

Транспортные перевозки в исследуемой производственной системе были смоделированы разными способами. В модулях 11 и 18 транспортные перевозки не осуществляются. В модулях 1 – 7 и 9 экологические аспекты, связанные с транспортом, учтены при сборе инвентаризационных данных. Все прочие транспортные процессы учитываются с помощью модуля 19 «Транспортировка грузов» или модуля 20 «Транспортировка отходов» следующим образом:

1. материальные и энергетические потоки рассчитываются «с нуля» (например, в модулях 8, 10, 12-17),
2. либо для сценариев 2 и 3 учитывается больший транспортный путь по сравнению со сценарием 1 (например, модуль 4).

Коэффициенты перевода рассчитываются на основе дальности перевозок в различных сценариях и модулях (Табл.14). Особый случай представляет собой дистрибуция напитков, то есть транспортировка разлитых в готовую упаковку напитков от предприятия-разливщика к торговым объектам или напрямую к потребителю, поскольку здесь необходимо распределение возникающих экологических воздействий на воздействия от перевозки самой упаковки и перевозки ее содержимого (напитков).

Таблица 14

Дальность перевозок в различных сценариях, км

Модуль 19 „Транспортировка грузов“			
Обозначение модуля (в скобках приводится модуль-потребитель)	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
19a – Транспортировка алюминиевой фольги к производителю упаковочного картона (Модуль 7)	-	3 000	3 000
19b – Транспортировка рассортированной макулатуры к производителю гофрокартона (Модуль 8)	80	80	-
19c – Транспортировка упаковочного картона к предприятию-разливщику (Модуль 10)	250	100	2 250
19d – Транспортировка ящиков из гофрокартона к предприятию-разливщику (Модуль 10)	80	500	1 500
19e – Дистрибуция напитков	500	700	1 500
19f – Транспортировка пепла и шлаков на полигон для захоронения (Модуль 16)	30	32,5	20
Модуль 20 „Транспортировка отходов“			
Обозначение модуля (в скобках приводится модуль-потребитель)	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
20a – Сбор и вывоз отходов упаковки в рамках дуальной системы (Модуль 12)	30	-	-
20b – Сбор и вывоз макулатуры (Модуль 13)	30	-	-
20c – Сбор и вывоз макулатуры (Модуль 14)	-	30	-
20d – Сбор и транспортировка «Прочего мусора», подлежащего утилизации, на полигон для захоронения (Модуль 15)	30	32,5	20
20e – Сбор и транспортировка «Прочего мусора», подлежащего утилизации на МСЗ (Модуль 17)	30	10	-

Модуль 19 (Транспортировка грузов). В качестве функциональной единицы в данном модуле принята 1000 тонн-километров, максимальная полезная нагрузка

используемого транспортного средства составляет 28 т (см. Приложение 2, часть F). Рассмотрим процедуру вычисления коэффициента перевода на единую функциональную единицу на примере транспортировки алюминиевой фольги (Модуль 19а, релевантный для сценариев 2 и 3). Сначала рассчитывается длина транспортного пути в тонно-километрах (в выбранном примере - 84 000 ткм). Затем с помощью коэффициента перевода в модуле-потребителе перевозимой продукции, указанного в таблице 14, определяется количество упаковок, соответствующее 1 кг транспортируемой продукции. В данном случае из 1 кг фольги можно изготовить 576,52 упаковок, значит, из 28 000 кг фольги можно выпустить 16 142 560 упаковок.

Для расчета потребления сырья и энергии, а также эмиссий *при дистрибуции напитков* определяющим является число паллет (Табл.60). Вес полностью упакованной паллеты с напитками известен - 951 кг (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, Anhang 2).⁸² Сначала вычисляется транспортный путь грузового автомобиля в тонно-километрах (например, 13 790 ткм в сценарии 1). Так как в одной паллете перевозится 864 упаковок, количество транспортируемых в одном грузовом автомобиле упаковок достигает 25 056 штук.

Вес собственно упаковки составляет только 5,6% от веса упакованной паллеты, в то время как 94,4% веса паллеты приходится на долю напитков. Объектом исследования данного экобаланса является сама упаковка, поэтому для модуля «Дистрибуция напитков» (Модуль 19е) необходимо применить коэффициент 0,056 (см. п. 3.1.2.5).

Модуль 20 (Транспортировка отходов). При расчете применяются максимальная полезная нагрузка транспортного средства, предназначенного для перевозки отходов (5,6 т в сценарии 1 и 4,5 т - в сценарии 2 и 3), и дальность перевозки. Расчет коэффициентов перевода в модуле «Транспортировка отходов» происходит по аналогии с модулем «Транспортировка грузов». Однако следует выделить ряд особенностей расчета.

Отходы упаковки, подлежащие переработке (20а), являются легкой и очень объемной фракцией отходов, при перевозке в мусоровозе они уплотняются, благодаря чему максимальная полезная нагрузка транспортного средства может быть использована полностью.

В случае 20с необходимо учесть дополнительный коэффициент 0,7, так как только 70% макулатуры собирается с помощью транспортных средств.⁸³

⁸²См. также вес отдельных компонентов рассматриваемой системы упаковки в таблице 8. Объем разливаемого напитка составляет 1 л, вес напитка в одной литровой упаковке составляет 1,04 кг.

⁸³Оставшиеся 30% макулатуры поступают в пункты приема от населения. Транспортные издержки в этом случае несет население, и они не поддаются учету. См. Приложение 2, § D-4.

В случаях 20d и 20e рассматривается сбор и вывоз отходов, подлежащих утилизации, на полигоны для захоронения либо на специализированные заводы для сжигания. Эти модули дополняют друг друга. В них необходимо учесть дополнительные коэффициенты согласно таблице 54: в сценарии 1 - для транспортировки отходов на полигон 0,64 и для транспортировки отходов на МСЗ 0,36; в сценарии 2 – соответственно 0,98 и 0,02.

3.2.2.3. Анализ неопределённости результатов

Из-за специфики сбора информации при оценке жизненного цикла продуктов нет возможности применить классическую методику определения погрешности результатов. Специфическая методика для оценки погрешности инвентаризации потоков веществ и энергии в рамках экобалансов до сих пор не была разработана (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.132).

3.3. Оценка воздействий

3.3.1. Выбор категорий воздействия

В рамках данного экобаланса осуществляется попытка оценить все значительные воздействия исследуемой системы на окружающую среду с помощью категорий воздействия. Выбранные категории воздействия охватывают практически все существенные с точки зрения современной науки экологические воздействия (Табл.15). Причинно-следственные механизмы, лежащие в основе рассматриваемых категорий воздействия, научно обоснованы и позволяют обобщить инвентаризационные данные с целью их дальнейшей оценки. Это подтверждается тем, что данные категории воздействия широко применяются в различных исследованиях. Таким образом, можно говорить об их признании ведущими научными организациями и экологической ответственностью.

Особенность оценки экологического воздействия в данном экобалансе – разделение категории действия «Евтрофикация» на подкатегории «Евтрофикация водоемов» и «Евтрофикация почв». Тем самым учитывается, что механизм действия евтрофикации в этих средах неодинаков (См. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.146).

Категория воздействия «Разрушение озонового слоя атмосферы» не рассматривается, так как в исследуемой производственной системе упаковки эмиссий соответствующих субстанций не зафиксировано.

3.3.2. Увязывание инвентаризационных данных с воздействиями на окружающую среду

Увязывание инвентаризационных данных с воздействиями на окружающую среду («классификация» в терминологии стандартов серии ИСО 14040) является первой ступенью оценки воздействия. Благодаря привязке потоков вещества и энергии, связанных с исследуемой производственной системой, к одной или нескольким категориям оценка воздействия приобретает определенную структуру (Табл.15).

Таблица 15

Классификация инвентаризационных данных

<i>Категории воздействия</i>	<i>Параметры инвентаризационных данных</i>
Парниковый эффект	Углекислый газ, метан, закись азота
Выбросы фотооксидантов	Метан, формальдегид, бензол, NMVOC и VOC
Евтрофикация почв	Окислы азота, аммиак
Евтрофикация водоемов	Общий фосфор, ХПК, аммоний, нитраты
Закисление среды	Двуокись серы, окислы азота, хлористый водород, фтористый водород, аммиак, сероводород
Потребление энергетических ресурсов	Нефть, природный газ, каменный уголь, бурый уголь, кокс
Потребление сырья и материалов	Углекислый газ, гидроокись натрия, серная кислота, гидроокись кальция, известь, известняк, хлорид натрия, железо, боксит, песок, гидроокись аммония, пестициды, черенки картофеля, удобрения, изготовленные из вторсырья, неспецифицированные вспомогательные материалы
Потребление воды	Вода, используемая для охлаждения и технических нужд
Потребление земельных ресурсов	Лесные земли и земельные ресурсы, используемые под полигоны отходов
Токсическое воздействие на человека	Эмиссии в воздушную среду (пыль, окись углерода, мышьяк, свинец, кадмий, хром, никель, частицы, двуокись серы, бензол, PCDD/PCDF, бенз(а)пирен) и в водную среду (мышьяк, свинец, кадмий, хром, никель)
Токсическое воздействие на организмы и экосистемы	Эмиссии в воздушную среду (аммиак, фтористый водород, двуокись серы, сероводород, окислы азота) и в водную среду (аммоний, хлориды, углеводороды, АОХ)
Образование отходов	Пепел и шлаки, илы/шламы очистных сооружений, прочий мусор, бытовые отходы и подобные им отходы, другие виды отходов

3.3.3. Методики расчета индикаторов воздействия

Вторым шагом при проведении оценки воздействия является моделирование инвентаризационных данных в рамках категорий воздействий («определение характеристик» в терминологии стандартов серии ИСО 14040). С этой целью необходимо количественно определить факторы или индикаторы воздействия для каждой категории воздействия. В данном разделе описываются используемые для определения характеристик методологические подходы.

3.3.3.1. Парниковый эффект

Парниковый эффект связан с нагреванием земной атмосферы в результате антропогенного воздействия. Наиболее часто применяемый при составлении экобалансов индикатор – это *глобальный потенциал потепления* (Global Warming Potential, GWP) выражаемый в эквивалентах CO₂ (Klöppfer, Renner, 1995). Метод определения величины парникового эффекта через GWP является общепризнанным.

При расчете CO₂-эквивалентов учитывается время пребывания парниковых газов в тропосфере. Поэтому возникает вопрос, какой промежуток времени должен учитываться при моделировании потепления климата в рамках оценки жизненного цикла продукции. Чаще всего модели парникового эффекта создаются на сроки 20, 50 и 100 лет. Основой моделей воздействия парникового эффекта за ближайшие 20 лет являются весьма надежные прогнозные данные. Однако немецкая Федеральная служба окружающей среды рекомендует моделирование на срок 100 лет, так как оно наиболее правдоподобно отражает долгосрочные последствия потепления климата (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.148f.). Именно такая модель использовалась в данном экобалансе.

При проведении инвентаризации потоков веществ и энергии эмиссии углекислого газа были разделены по происхождению: углекислый газ ископаемого сырья и регенеративный углекислый газ. В растениях, используемых в качестве сырья, связан углерод атмосферы, который через какое-то время высвобождается в результате разложения или сжигания, то есть представляет собой регенеративный углерод. При расчете величины парникового эффекта эти выбросы не учитываются, так как при разложении или сжигании растений высвобождается столько же CO₂, сколько было взято растениями из атмосферы. Помимо этого, связывание углерода атмосферы в растениях или произведенной из них продукции, как правило, ограничено несколькими десятилетиями и не требует учета при моделировании парникового эффекта, характеризующегося более длинным периодом действия.

Вклад отдельных субстанций в парниковый эффект рассчитывается посредством суммирования их масс с учетом величин CO₂-эквивалентов (GWP) [Табл.16 и формула (5)].⁸⁴

Таблица 16

Потенциал потепления релевантных загрязнителей
(см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.149)

<i>Загрязнитель</i>	<i>CO₂-эквивалент (GWP)</i>
Углекислый газ	1
Метан	21
Закись азота	310

$$GWP = \sum_i (m_i \times GWP_i) \quad (5)$$

3.3.3.2. Выбросы фотооксидантов

Вследствие повышения концентраций фотооксидантов, прежде всего, озона, возникает фотосмог. Из-за сложности протекающих при образовании фотооксидантов реакций отображение взаимосвязей между выбросами ненасыщенных углеводородов и окислов азота и образованием фотооксидантов крайне затруднительно. Наиболее часто используемый подход к оценке воздействия фотосмога - оценка через *фотохимические потенциалы образования озона* (Photochemical Ozone Creation Potential, ПОСР), выражаемые в Этилен-эквивалентах, является спорным, так как ПОСР в нем определяются, с одной стороны, по изменению концентраций озона, и, с другой стороны, с учетом распространения на большие территории. Данный подход базируется на потенциале образования озона в результате выбросов углеводородов, оставляя вклад окислов азота в данную проблему без внимания (там же, с.149).

Чтобы учесть эмиссии окислов азота при моделировании образования фотооксидантов, модель ПОСР была усовершенствована Штерном (Stern, 1997). Он предложил учесть линейную взаимосвязь между выбросами окислов азота и возникновением фотооксидантов следующим образом: умножением массы окислов азота на рассчитанное значение ПОСР [формула (6)]. В результате получен новый индикатор - *скорректированный на азот фотохимический потенциал образования озона* (Nitrogen Corrected Photochemical Ozone Creation Potential, NCПОСР). Эта модель пока применяется достаточно редко.

⁸⁴В формулах (5)–(10) *m* обозначает массу *i*-го загрязняющего вещества.

В таблице 17 приводятся фотохимические потенциалы образования озона (РОСР) различных газов, эмитируемых на каком-либо этапе жизненного цикла исследуемой упаковки, выраженные в эквивалентах этилена (выбросов самого этилена в данной производственной системе не зафиксировано). Для определения РОСР неспецифицированных выбросов углеводородов применяется среднеарифметическое значение РОСР по данным голландского Центра исследования атмосферы (CML) (Heijungs, Guinée et al., 1992).

Таблица 17

*Потенциалы образования озона релевантных загрязнителей
(Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.150)*

<i>Загрязнитель</i>	<i>Этилен-эквивалент (РОСР)</i>
Этилен	1
Метан	0,007
Формальдегид	0,421
Бензол	1,189
NMVOС, образующиеся при сжигании дизельного топлива	0,7
NMVOС в среднем	0,416
VOС в среднем	0,377

Индикаторы РОСР и NCРОСР рассчитываются по следующим формулам:

$$\text{РОСР} = \sum_i (m_i \times \text{РОСР}_i) \quad (6)$$

$$\text{NCРОСР} = \sqrt{\text{NO}_x \times \sum_i (m_i \times \text{NCРОСР}_i)} \quad (7)$$

3.3.3.3. Евтрофикация почв и водоемов

Эмитируемые в газообразной форме окислы азота, аммиак и продукты их реакций способны распространяться в атмосфере на значительные расстояния и с осадками попадать в почвы и водоемы. При превышении содержания органически связанного азота в почвах и водоемах над естественной потребностью принято говорить об евтрофикации или перенасыщении азотом. В водоемах это приводит к усиленному росту растений. Чрезмерная биомасса растений не может быть полностью использована первичными

консументами, поэтому она гибнет и разлагается микробами с поглощением большого количества кислорода (Bewertung in Ökobilanzen..., 1999, с.А1- А21ff.).

Так как механизмы евтрофикации почв и водоемов неодинаковы, необходимо разделять их. Упрощенно говоря, все выбросы в воздушную среду служат причиной перенасыщения питательными веществами почв, а все выбросы в водную среду влекут за собой перенасыщение питательными веществами водных объектов. Так как привнос питательных веществ в водоемы в результате эмиссий в воздушную среду, прежде всего, с атмосферными осадками, по сравнению с их поступлением со сточными водами незначителен, это допущение представляется вполне объективным (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.151).

Мерой возможного загрязнения экосистем питательными веществами являются биохимическое потребление кислорода (БПК) и химическое потребление кислорода (ХПК). БПК может быть определено только за определенный период времени, а ХПК характеризует весь потенциал потребления кислорода. В качестве максимальной оценки эффекта евтрофикации принимается показатель ХПК.

Для расчета привноса питательных веществ избран индикатор *потенциал нитрификации* (Nitrification Potential, NP), выраженный в фосфат-эквивалентах (Табл.18).

Таблица 18

Потенциал евтрофикации релевантных загрязнителей
(Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.152)

<i>Загрязнитель</i>	<i>Фосфат-эквивалент (NP)</i>
<i>Потенциал евтрофикации почв</i>	
Окислы азота	0,13
Аммиак	0,327
<i>Потенциал евтрофикации водоемов</i>	
Общий фосфор	3,06
ХПК	0,022
Аммоний	0,327
Нитраты	0,128

Вклад отдельных загрязнителей в эффект евтрофикации рассчитывается дифференцированно для почв и водоемов по формуле (8).

$$NP = \sum_i (m_i \times NP_i) \quad (8)$$

3.3.3.4. Закисление среды

Закисление окружающей среды, являющееся следствием выбросов кислот и соединений, способных образовывать кислоты, затрагивает как экосистемы на суше, так и водные экосистемы. Предложенный CML индикатор воздействия *потенциал образования кислот* (Acidification Potential, AP) вполне адекватен для моделирования закисления среды. Обычно он оценивается в SO₂-эквивалентах (Табл.19) (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.152).

Таблица 19

*Потенциал закисления среды релевантных загрязнителей
(Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.153)*

<i>Загрязнитель</i>	<i>SO₂-эквивалент (AP)</i>
Двуокись серы	1
Окислы азота	0,7
Хлористый водород	0,88
Фтористый водород	1,6
Аммиак	1,88
Сероводород	1,88

Потенциал закисления среды вычисляется суммированием масс загрязнителей, помноженных на потенциал кислотообразования, по формуле (9).

$$AP = \sum_i (m_i \times AP_i) \quad (9)$$

3.3.3.5. Потребление ресурсов

Под потреблением ресурсов понимается изъятие или использование материалов, энергий, организмов и земель из естественной окружающей среды. Оно рассматривается как нанесение вреда основам жизни человека. Важнейшим фактором, позволяющим оценить потребление ресурсов, является их ограниченность, вычисляемая для конкретной территории с учетом возобновления, фактического расхода и имеющихся резервов различных видов ресурсов (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.153).

В экобалансах сложно провести границу между отдельными разновидностями ресурсов. Так, некоторые физически используемые материалы являются энергоносителями и наоборот. Биологические ресурсы не всегда являются возобновимыми. Вода представляет собой возобновимый материальный ресурс и одновременно возобновимый источник энергии. Некоторые проблемы связаны с

особенностями проведения инвентаризации данных, так, расход биологического ресурса «Древесина» отображен через использование лесных территорий.

В данном экобалансе выделим три основные группы природных ресурсов: 1) энергетические ресурсы, 2) материальные, в том числе водные ресурсы, 3) ресурсы территорий.

3.3.3.5.1. Энергетические ресурсы

Для многих энергоносителей, например, нефти и древесины, характерно то, что они могут быть использованы как материально (физически, качественно), так и энергетически. Эта особенность была учтена при инвентаризации данных (см. п. 3.1.2.6).

Запасы энергии на Земле в принципе конечны. Особо это относится к исчерпаемым энергоносителям, например, ископаемым топливам. Поэтому именно потребление ископаемых энергоносителей имеет первостепенное значение при проведении оценки воздействия.

По методике UBA индикатором ограниченности ископаемых топлив служит статическая обеспеченность энергоносителями, которую рассчитывают на основе сведений об известных запасах и фактическом потреблении. *Ограниченность ресурсов* выражается, как правило, в нефтяных эквивалентах *НЭкв* (Табл.20).

Таблица 20

Ограниченность релевантных природных ресурсов

(Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.155)

<i>Природный ресурс</i>	<i>Нефтяные эквиваленты (НЭкв)</i>
Нефть	1
Природный газ	0,5212
Каменный уголь	0,1836
Бурый уголь	0,0409

Наряду с нефтью, природным газом, каменным и бурым углем к энергетическому сырью относится кокс, расход которого учитывается с помощью НЭкв каменного угля. В формулярах данных также встречается графа «Уголь, неспецифицированный», потребление которого рассчитывается по среднеарифметическому значению НЭкв каменного и бурого угля (0,15).

В некоторых модулях (например, в модулях «Разлив напитков», «Сортировка отходов упаковки» «Сортировка макулатуры») потребление энергии зарегистрировано не

по массе, а только в килоджоулях – через показатель «Суммарный расход энергии» (КЕА). Чтобы отобразить энергозатраты на данных этапах жизненного цикла упаковки, они были выражены через нефтяные эквиваленты.⁸⁵ Какие энергоносители фактически используются на данных этапах для получения энергии, неизвестно. Поэтому принимаются допущения:

- В модулях, связанных с транспортировкой грузов или отходов (Модули 19 и 20) ограниченность энергетических ресурсов вычисляется через НЭкв самой нефти (равный 1), так как используемое топливо (дизельное) изготавливается преимущественно из нефти.
- В прочих модулях ограниченность энергетических ресурсов вычисляется через НЭкв 0,9, так как здесь помимо нефти возможно применение и других энергоносителей.

Расход энергоресурсов рассчитывается посредством суммирования израсходованных количеств отдельных видов энергетического сырья и их нефтяных эквивалентов по формуле (10).

$$RO\ddot{A}q = \sum_i (m_i \times H\ddot{E}k_{vi}) \quad (10)$$

3.3.3.5.2. Сырьевые ресурсы

В идеале в данной категории необходимо учесть ограниченность каждого вида используемых материальных ресурсов. Однако, по оценке немецкой Федеральной службы окружающей среды в исследуемой производственной системе применение очень ценных, имеющихся на Земле в ограниченном количестве материалов, в существенных количествах не осуществляется (за исключением уже рассмотренных энергоносителей) (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.155f.). Поэтому сырьевые ресурсы были оценены в натуральных массовых показателях, причем рассматривались только те разновидности ресурсов (минералов и вспомогательных материалов), которые фигурируют хотя бы в двух различных модулях.

3.3.3.5.3. Водные ресурсы

Водные ресурсы (вода, используемая для охлаждения и для технических нужд) учитываются при проведении оценки воздействия аналогично сырьевым ресурсам. Оценка расхода воды производится через величину потребления свежей воды.

⁸⁵Масса нефти была рассчитана через ее калорийность (40 000 кДж/1 кг нефти).

3.3.3.5.4. Использование земельных ресурсов

Земельные, или территориальные ресурсы, могут рассматриваться как конечные ресурсы. Однако, с точки зрения экологии территорий, географическое пространство должно оцениваться с учетом его экологического состояния. В данном экобалансе оно оценивается по методу UBA (см. Приложение 2, § A-4).

Результат оценки воздействия в категории «Использование земельных ресурсов» - площади ландшафтов, дифференцированных по степени естественности. Различную степень естественности ландшафта имеют лесные площади (классы 1-5) и территории, используемые под полигоны отходов (класс 7).

3.3.3.6. Токсическое воздействие на человека

Данный раздел посвящен воздействиям различных вредных веществ на здоровье человека. При проведении оценки инвентаризационных данных необходимо четко установить, воздействие на здоровье каких индивидуумов должно оцениваться. В дальнейшем будем исходить из того, что необходимо оценить влияние производства, потребления и обезвреживания упаковки на здоровье всех живущих в настоящее время людей, а также их будущих поколений (Bewertung in Ökobilanzen..., 1999, A1-A7).

Параметры экологического воздействия, зафиксированные на стадии инвентаризации данных, представляют собой массы выбрасываемых в водную и воздушную среду загрязнителей. Эти массы были определены не из расчета на какую-либо конкретную территориальную единицу (страну, регион). Поэтому они не могут рассматриваться экспозиционно. Следовательно, классические инструменты оценки токсикологического воздействия хозяйственной деятельности человека на его здоровье (например, анализ рисков) не могут здесь использоваться.

Общепризнанная методика, которая могла бы охватить все разнообразие токсикологических эффектов выбросов вредных для здоровья материалов, до сих пор не разработана (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.159). Поэтому при проведении оценки воздействия упаковки по всему жизненному циклу отдельные поллютанты, например, пыль, диоксид серы, диоксины, характеризуются в необобщенном виде (Табл.15).

3.3.3.7. Токсическое воздействие на организмы и экосистемы

При оценке токсического воздействия загрязняющих веществ, эмитируемых исследуемой продукционной системой, на организмы и экосистемы, в принципе, возникает та же проблема, как и в случае с оценкой вреда, наносимого здоровью человека.

Поэтому массы релевантных вредных веществ (веществ, с токсичными действиями на организмы и экосистемы) непосредственно переняты из инвентаризационных данных (Табл.15).

3.3.3.8. Образование отходов

Последняя рассматриваемая категория воздействия на окружающую среду - количество образующихся отходов. Однако интерес при оценке воздействий вызывают лишь отходы, подлежащие обезвреживанию (захоронению или сжиганию). Оценка образования отходов производится по массе. Без изменения из формуляров данных берутся данные по следующим видам отходов: «Пеплы и шлаки», «Шламы очистных сооружений», «Прочий мусор», «Бытовые и подобные им отходы». Массы остальных инвентаризованных разновидностей отходов суммируются в показатель «Другие виды отходов».

3.3.4. К необязательным элементам оценки воздействия жизненного цикла

Наряду с тремя обязательными процедурами оценки воздействия в рамках экологических балансов (выбор категорий воздействия, увязывание инвентаризационных данных с воздействиями на окружающую среду и расчет индикаторов воздействия) согласно стандартам серии ИСО 14040 существуют также элементы, которые могут быть использованы по выбору (ГОСТ Р ИСО 14042-02, с.7):

- расчет значений показателей категорий на основе ссылочной информации (*нормализация*);
- образование одной или нескольких групп показателей, которое также может включать сортировку и/или ранжирование (*группирование*);
- процесс преобразования значений показателей различных категорий воздействия с использованием численных (весовых) коэффициентов, основанных на предпочтениях оценщика (*взвешивание*);
- *анализ качества данных* для лучшего понимания важности, неопределенности и чувствительности результатов оценки воздействия.

В данный экобаланс включены все обязательные элементы оценки воздействия, а также анализ качества данных (см. п. 3.1.2.7). Необязательные элементы обычно используются при сравнении двух или нескольких альтернативных продуктов, процессов и т.п.

Объектом исследования в данном экобалансе является, напротив, один и тот же продукт, но рассматриваемый в различных географических рамках. В соответствии с

поставленной целью исследования и установленными границами продукционных систем упаковки, в первую очередь, важна абсолютная величина связанной с этим продуктом экологической нагрузки. Поэтому такие необязательные процедуры оценки воздействия жизненного цикла упаковки на окружающую среду, как нормализация, группирование и взвешивание, не проводятся.

3.4. Интерпретация жизненного цикла

На стадии интерпретации экологического баланса обобщаются и анализируются результаты оценки воздействия жизненного цикла. Прежде всего, сравниваются абсолютные величины воздействий жизненного цикла упаковки в различных сценариях по каждой категории воздействия (п. 3.4.1). Затем суммарное воздействие дифференцируется по этапам жизненного цикла (п. 3.4.2).

Результаты оценки воздействия касаются потенциала воздействия, по ним нельзя сделать выводы о фактическом загрязнении окружающей среды (*Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.171). Обратить особое внимание нужно и на то, что некоторые вещества и энергии, например, окислы азота, были неоднократно учтены при оценке, так как они способны вызывать неблагоприятные экологические воздействия разного рода (Табл.15). Так как не все параметры материально-энергетического баланса были обобщены с помощью категорий воздействия, для полноты оценки необходимо учитывать и другие параметры инвентаризации данных.

3.4.1. Результаты оценки воздействия по категориям воздействия

Производимая, используемая и утилизируемая на территории Германии упаковка из комбинированных материалов (Сценарий 1) во всех 13-ти рассмотренных категориях обнаруживает значительно меньший потенциал воздействия на окружающую среду, чем аналогичная упаковка, производимая, используемая и утилизируемая в России (Рис.14). Особенно заметно ее лидерство в категориях воздействия «Использование земельных ресурсов под полигоны захоронения отходов» (потенциальная экологическая нагрузка в сценарии 1 в 11,4 раз ниже, чем в худшем по данной категории сценарии 3) и «Евтрофикация водоемов» (потенциальная экологическая нагрузка в 6,4 раз ниже, чем в худшем сценарии 3).

В некоторых категориях воздействия результаты сравниваемых сценариев отличаются друг от друга не столь значительно. Это касается потребления сырьевых, энергетических ресурсов и лесных земель, а также образования отходов и токсического

воздействия на человека: потенциальная экологическая нагрузка сценария 1 только на треть ниже, чем в сценариях 2 и 3.

Произведенная в России упаковка напитков из комбинированных материалов (Сценарии 2 и 3) ни в одной из категорий воздействия не оказывается более экологичной. Однако, вклад упаковки, произведенной в Московской обл. (Сценарий 2), в загрязнение окружающей среды существенно меньше, чем вклад упаковки, произведенной в Тюменской обл. (Сценарий 3).

Так, сценарий 2 характеризуется значительно лучшим результатом по сравнению со сценарием 3 в категориях «Евтрофикация почв» (на 90%), «Использование земельных ресурсов под полигоны захоронения отходов» (на 63%), «Закисление среды» (на 55%) и «Токсическое воздействие на организмы и экосистемы» (на 50%).

Относительно категории «Образование отходов» преимущество сценария 2 в сравнении со сценарием 3 составляет только 2%. В категориях «Использование лесных земель» и «Потребление сырьевых ресурсов» отличия сценариев 2 и 3 отсутствуют. Потребление воды в сценарии 2 даже несколько выше, чем в сценарии 3.

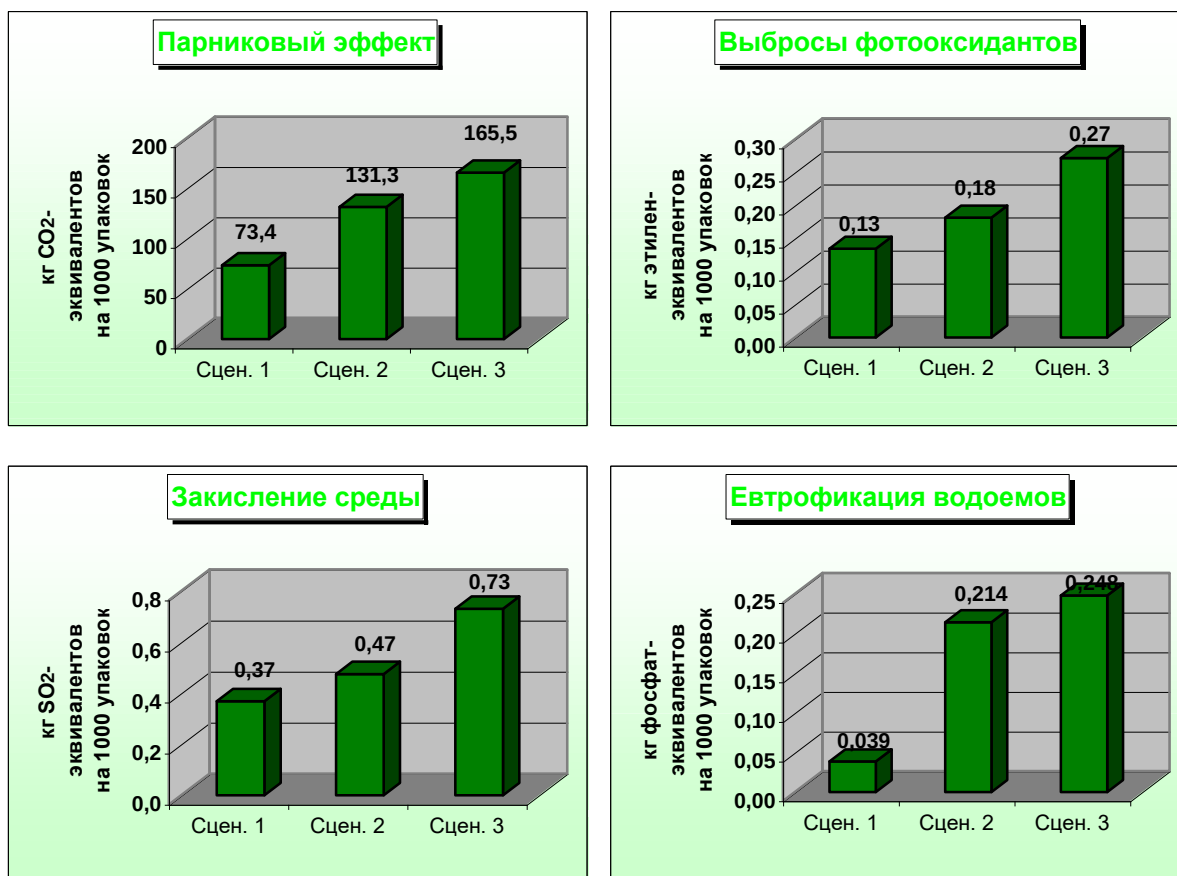


Рис.14. Результаты оценки воздействия по категориям воздействия

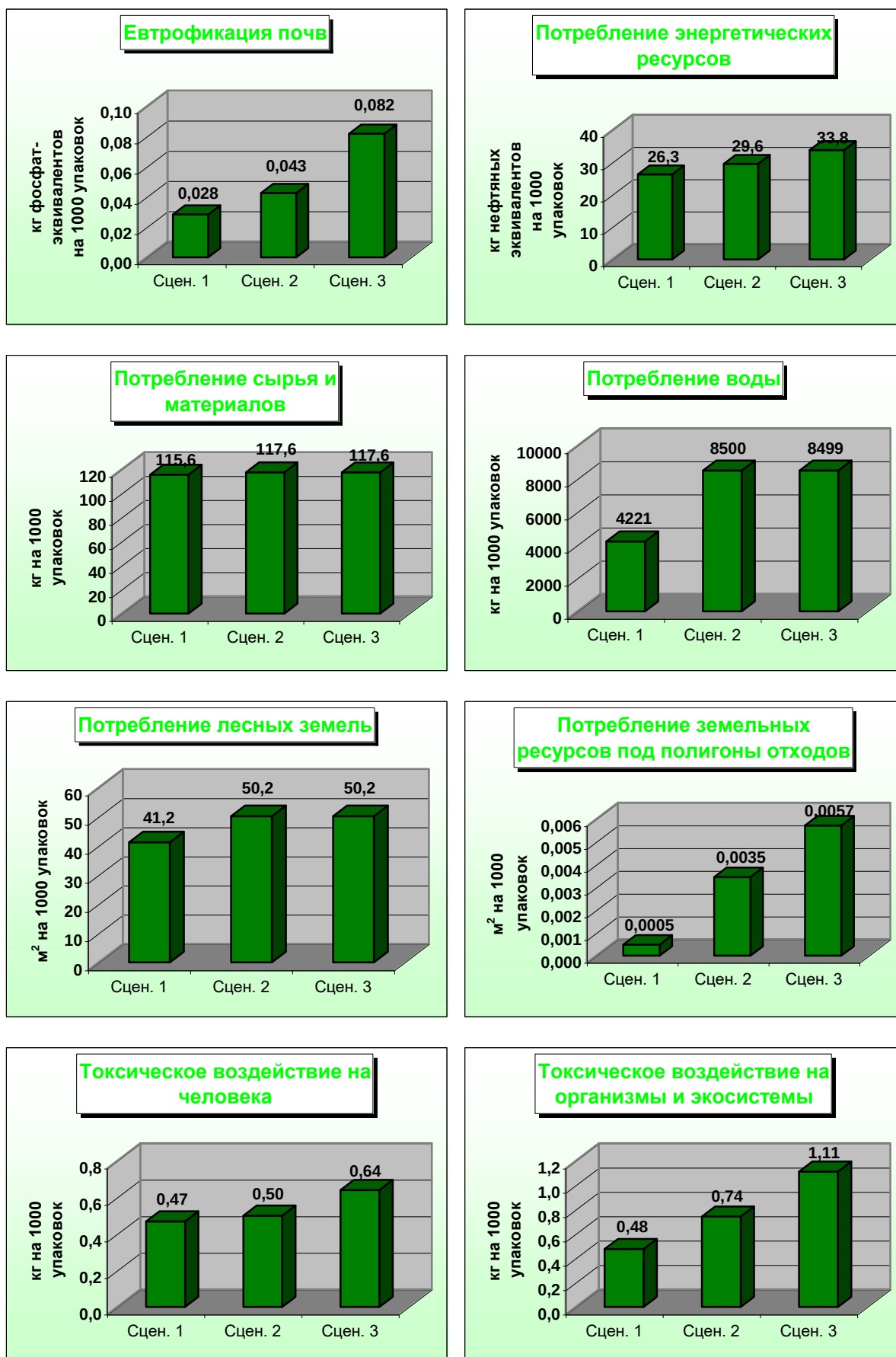


Рис.14. Результаты оценки воздействия по категориям воздействия (продолжение)

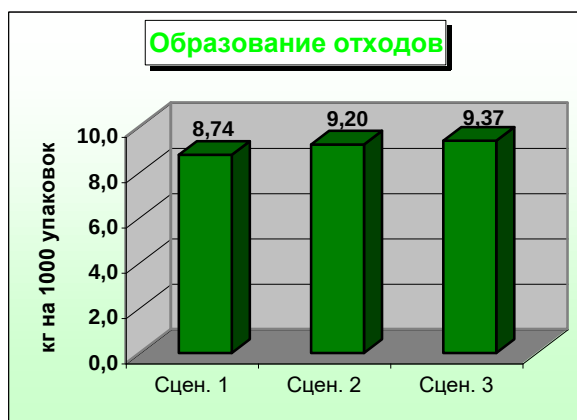


Рис.14. Результаты оценки воздействия по категориям воздействия (окончание)

3.4.2. Результаты оценки воздействия по этапам жизненного пути

Анализ обобщенного по категориям воздействия экологического загрязнения по всем этапам жизненного пути упаковки позволяет выявить наиболее острые экологические проблемы, связанные с ней. В этом разделе рассматривается вклад отдельных этапов жизненного цикла в суммарное воздействие продукта в исследованных сценариях. Результаты оценки воздействия в табличной форме помещены в Приложении 4. В данном разделе результаты представляются графически (модули на графиках пронумерованы, как показано в таблице 21).

Таблица 21

Номера модулей жизненного цикла упаковки

№	Модуль	№	Модуль
1	2	1	2
1	Выплавка первичного алюминия	11	Продажа / Потребление
2	Выплавка вторичного алюминия	12	Сортировка отходов упаковки
3	Вырубка круглого леса	13	Сортировка макулатуры
4	Производство алюминиевой фольги	14	Сбор макулатуры
5	Производство полиэтилена	15	Полигон бытовых отходов
6	Производство картона	16	Полигон для захоронения шлаков
7	Производство упаковочного картона	17	Мусоросжигательный завод
8	Производство ящиков из гофрокартона	18	Очистные сооружения
9	Производство паллет	19а	Транспортировка алюминиевой фольги к производителю упаковочного картона
10	Разлив напитков	19б	Транспортировка рассортированной макулатуры к производителю гофрокартона

Окончание таблицы 21

1	2	1	2
19c	Транспортировка упаковочного картона к предприятию-разливищу	20b	Сбор и вывоз макулатуры
19d	Транспортировка ящиков из гофрокартона к предприятию-разливищу	20c	Сбор и вывоз макулатуры
19e	Дистрибуция напитков	20d	Сбор и транспортировка «Прочего мусора», подлежащего утилизации, на полигон для захоронения
19f	Транспортировка пепла и шлаков на полигон для захоронения	20e	Сбор и транспортировка «Прочего мусора», подлежащего утилизации на МСЗ
20a	Сбор и вывоз отходов упаковки в рамках дуальной системы		

3.4.2.1. Парниковый эффект

Для расчета парникового эффекта применялись сведения о выбросах углекислого газа, метана, закиси азота.

Анализ жизненного цикла упаковки в сценарии 1 показывает, что главным источником парниковых газов является производство упаковочных материалов (Рис.15):

- производство картона (21,3%);
- выплавка первичного алюминия (16,8%);
- производство полиэтилена (14,3%);
- производство упаковочного картона (13,0%).

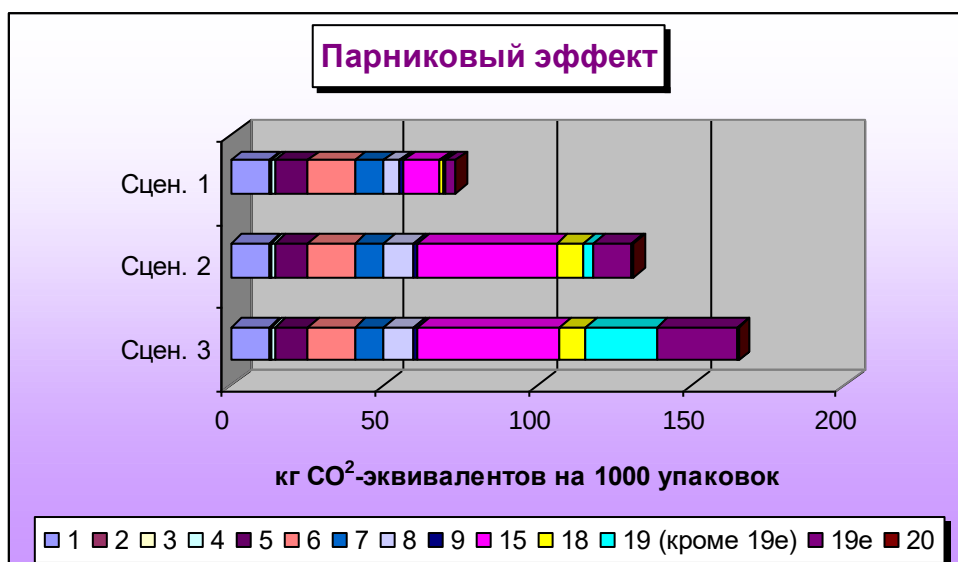


Рис.15. Результаты категории воздействия „Парниковый эффект“ по этапам жизненного пути

Существенная часть выбросов, вызывающих парниковый эффект, приходится в сценарии 1 на захоронение отходов на полигонах - 16,0%.

В сценариях 2 и 3, прежде всего, бросается в глаза увеличение загрязнения, возникающего при захоронении отходов (34,4% / 27,8%).⁸⁶ Причиной этого являются, прежде всего, выбросы углекислого газа и метана с бесконтрольно уходящим в атмосферу свалочным газом. Важную роль здесь играет и то обстоятельство, что обезвреживание отходов посредством их складирования на полигонах применяется в России шире, чем в Германии (в России депонируется 98% / 100% отходов, а Германии только 64%).

Увеличение экологического загрязнения в сценариях 2 и 3 по сравнению со сценарием 1 характерно также и на этапе транспортировки, особенно дистрибуции напитков. Так, в Германии доля модуля 19 составляет 5,6%, а в России она достигает 12,0% / 29,8%. В результате вклад производства упаковочных материалов в сценариях 2 и 3 в парниковый эффект снижается по сравнению со сценарием 1.

3.4.2.2. Выбросы фотооксидантов

В данной категории учитываются эмиссии метана, формальдегида, бензола, NMVOC (отдельно выбросы NMVOC при применении дизельного топлива и неспецифицированные NMVOC) и VOC. При рассмотрении общего результата оценки воздействия в предыдущем разделе выбросы фотооксидантов были оценены через показатель NCPOCP (см. п. 3.3.3.2). При анализе оценки воздействий по этапам жизненного цикла упаковки из-за методологических сложностей расчета используется значение POCP.

В сценарии 1 значительное количество фотооксидантов выбрасывается на этапе производства (Рис.16). Особенно велика доля производства полиэтилена - 64,8%. За ним следует производство упаковочного картона - 15,4%.

В сценариях 2 и 3 эмиссии наибольший вклад в данную проблему вносит производство полиэтилена (52,5% / 46,1%). Значительно большее по сравнению со сценарием 1 загрязнение фотооксидантами в сценариях 2 и 3 вызывают эмиссии, связанные с захоронением отходов на полигонах (14,5% / 12,3%), что приводит к перемещению выбросов при производстве упаковочного картона на третье место (12,5% / 11,0%).

Выбросы фотооксидантов на этапе транспортировки в сценариях 2 и 3 также существенно увеличиваются. В то время как в Германии на них приходится только 3,1% суммарных выбросов фотооксидантов, в России они достигают 7,5% / 18,9%.

⁸⁶Здесь и далее косым штрихом отделяются значения какого-либо показателя в сценариях 2 и 3.

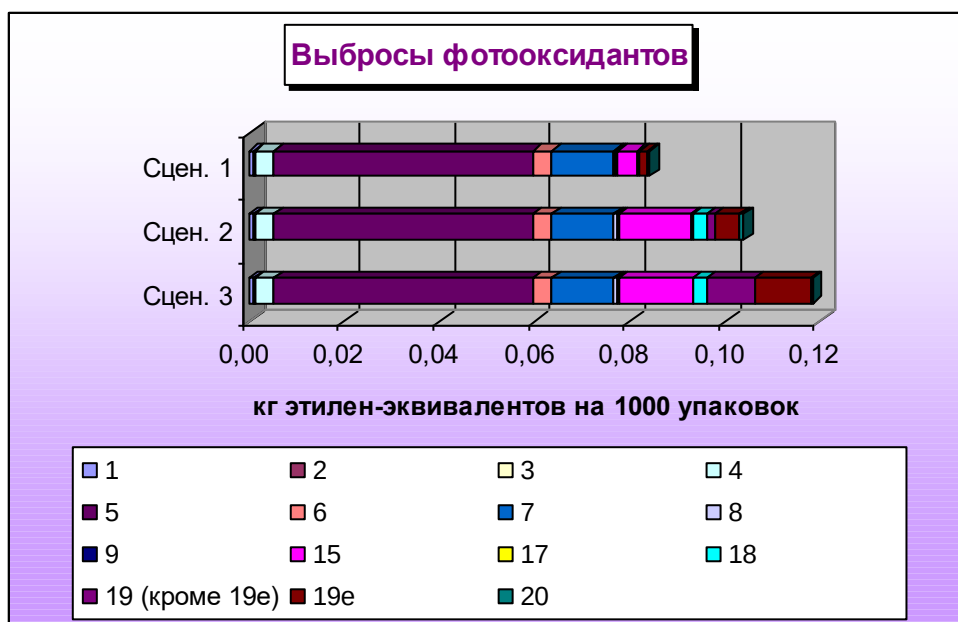


Рис.16. Результаты категории воздействия „Выбросы фотооксидантов“ по этапам жизненного пути

3.4.2.3. Евтрофикация

5.5.2.3.1. Евтрофикация почв

Оценка евтрофикации почв определена с учетом выбросов окислов азота и аммиака. Наибольший вклад в появление этой проблемы во всех сценариях вносят производство полиэтилена и транспортировка грузов, включая дистрибуцию напитков (Рис.17). При этом отмечается следующая тенденция: от сценария 1 к сценарию 3 доля загрязнения при изготовлении полиэтилена снижается (в первом сценарии она равняется 43,2%, во втором - 28,8%, в третьем - 15,0%); одновременно растет влияние транспортных эмиссий (соответственно 22,0, 44,2 и 72,1%).

5.5.2.3.2. Евтрофикация водоемов

Выбросы субстанций, вызывающих евтрофикацию водоемов, - общего фосфора, ХПК, аммония, нитратов – в сценарии 1 приходятся, главным образом, на производство картона (55,5%) и работу очистных сооружений (37,8%) (Рис.18).

В сценариях 2 и 3 эти два модуля также вызывают существенное загрязнение. Однако на первое место с большим отрывом выходят эмиссии питательных веществ со сточными водами очистных сооружений (более 80% в обоих сценариях). Таким образом, выбросы на этапе изготовления картона занимают второе место (16,6% / 14,3%).

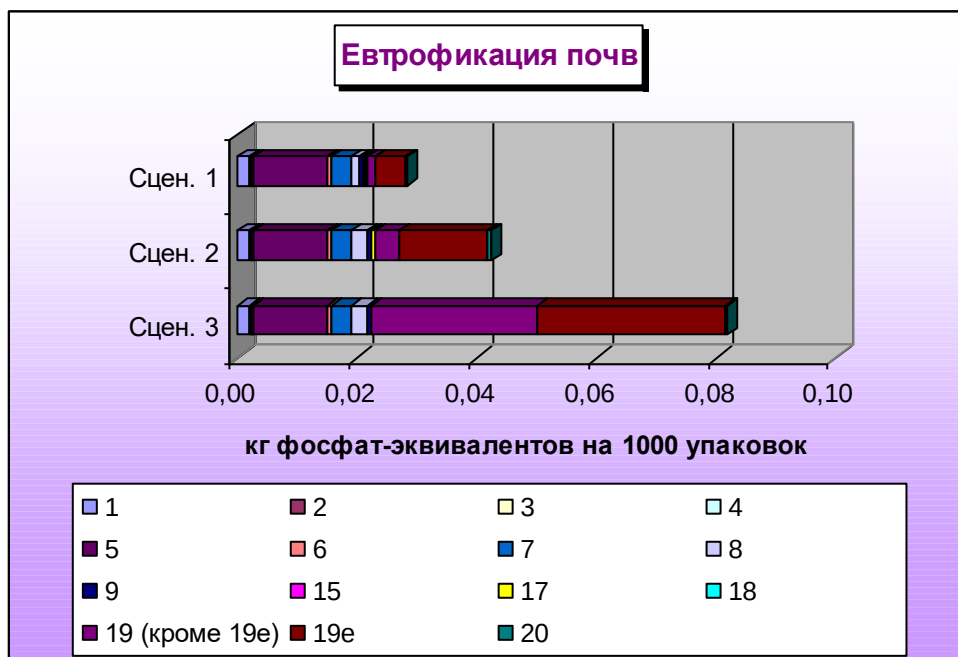


Рис.17. Результаты категории воздействия „Евтрофикация почв“ по этапам жизненного пути

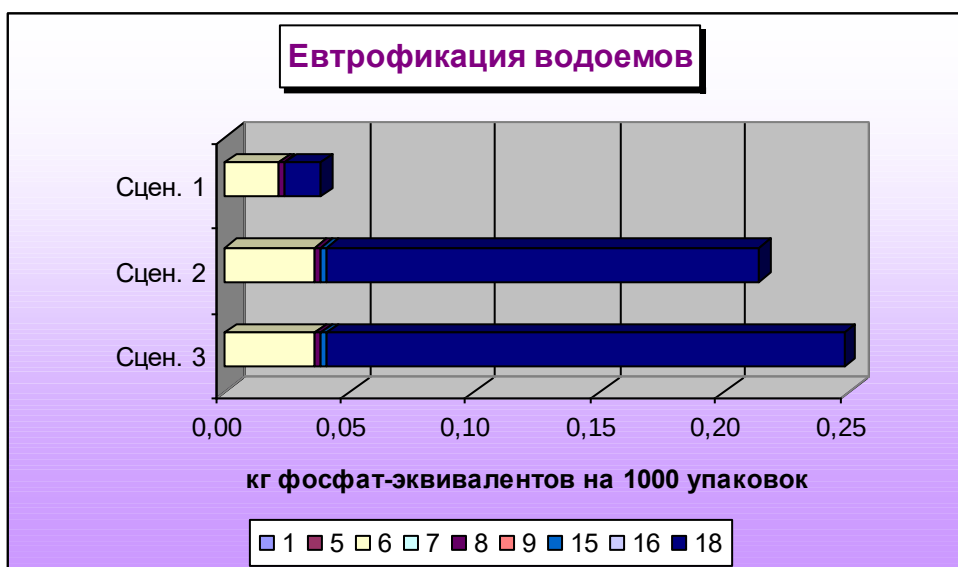


Рис.18. Результаты категории воздействия „Евтрофикация водоемов“ по этапам жизненного пути

3.4.2.4. Закисление среды

Возникновение проблемы закисления окружающей среды связано с выбросами следующих двуокиси серы, окислов азота, хлористого и фтористого водорода, аммиака, сероводорода.

В первом сценарии основное загрязнение появляется при производстве полиэтилена (37,2%) (Рис.19). За ним следуют выплавка первичного алюминия (17,8%) и

изготовление картона (13,2%).

В сценарии 2 среди факторов закисления среды также превалирует производство полиэтилена (28,9%). Загрязнение при транспортировке грузов, включая дистрибуцию напитков, бывшее в сценарии 1 сравнительно небольшим (10,8%), во втором сценарии возрастает до 26,1%. В третьем сценарии оно увеличивается до 53,3%, попадая на первое место среди источников экологического воздействия в данной категории. В результате загрязнение, возникающее при производстве полиэтилена, оказывается в сценарии 3 только на втором месте.

В обоих сценариях, описывающих жизненный цикл упаковки в Российской Федерации, значительно способствуют закислению среды выплавка первичного алюминия (13,8% / 9,0%) и производство картона (10,2% / 6,6%). По сравнению с первым сценарием заметно увеличение потенциального воздействия производства гофрокартона.

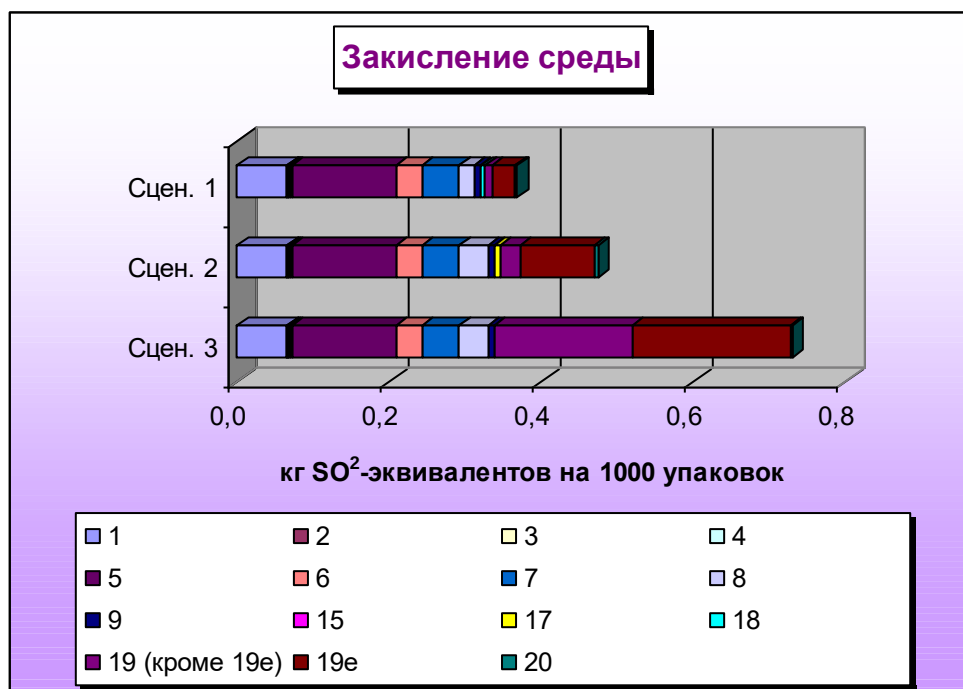


Рис.19. Результаты категории воздействия „Закисление среды“
по этапам жизненного пути

3.4.2.5. Потребление ресурсов

3.4.2.5.1. Энергетические ресурсы

В категории «Энергетические ресурсы» учитывается расход ископаемых топлив.

В сценарии 1 он наиболее велик на этапе производства полиэтилена (38,8%) и разлива (расфасовки) напитков (29,1%) (Рис.20). Третье место по потреблению энергетического сырья занимает выплавка первичного алюминия (8,9%).

В сценариях 2 и 3 ведущие позиции также занимают производство полиэтилена (34,55% / 30,2%) и разлив напитков (25,9% / 22,7%). Однако ранжирование других этапов жизненного цикла упаковки напитков в данной категории отличается. В сценарии 2 третье место занимает производство гофрокартона (9,6%), а четвертое - выплавка первичного алюминия (7,9%).

В сценарии 3 на третье место по потреблению ископаемых топлив выходит транспортировка грузов (18,7%), в то время как производство гофрокартона занимает четвертое место (7,5%), а расход энергии при выплавке первичного алюминия и вовсе вытесняется на пятое место (6,9%).



Рис.20. Результаты категории воздействия „Потребление энергетических ресурсов“ по этапам жизненного пути

5.5.2.5.2 Сырьевые ресурсы

Для расчета потребления сырья привлекались сведения о расходе углекислого газа, гидроокиси натрия, серной кислоты, гидроокиси кальция, извести, известняка, хлорида натрия, железа, боксита, песка, гидроокиси аммония, пестицидов, черенков картофеля, удобрений, изготовленных из вторсырья, неспецифицированных вспомогательных материалов.

Итоги оценки потребления сырья в принципе совпадают во всех сценариях (Рис.21). Худшие результаты в данной категории имеют производство картона (порядка

69-70%), вырубка круглого леса для производства паллет (около 21-22%), а также выплавка первичного алюминия и производство гофрокартона (по 2-4%).

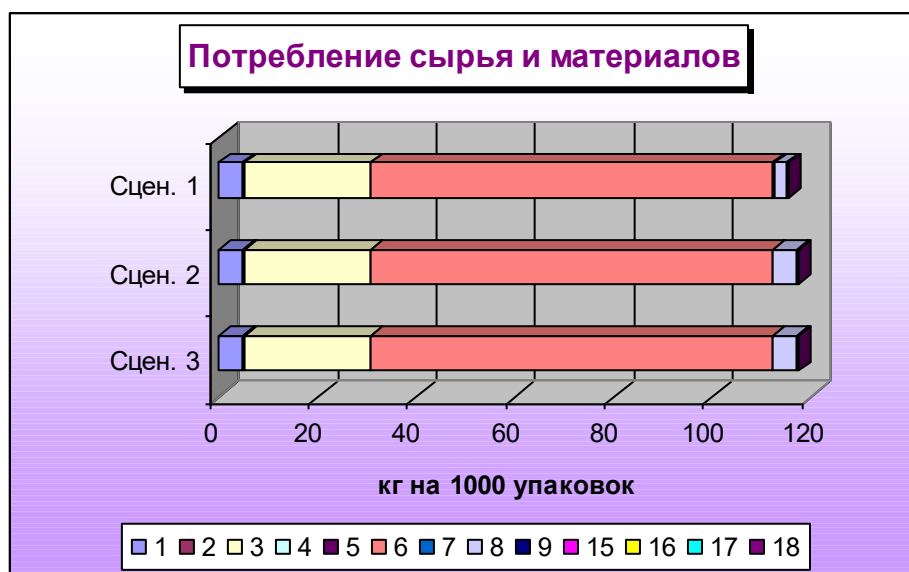


Рис.21. Результаты категории воздействия „Потребление сырьевых ресурсов“ по этапам жизненного пути

3.4.2.5.3. Водные ресурсы

Основные потребители воды во всех сценариях совпадают (Рис.22). Первое место со значительным отрывом занимает производство картона: в первом сценарии его доля составляет 51,1%, во втором и третьем сценариях – по 75,1%. За ним следует разлив напитков: 29,6% и по 14,7% соответственно.

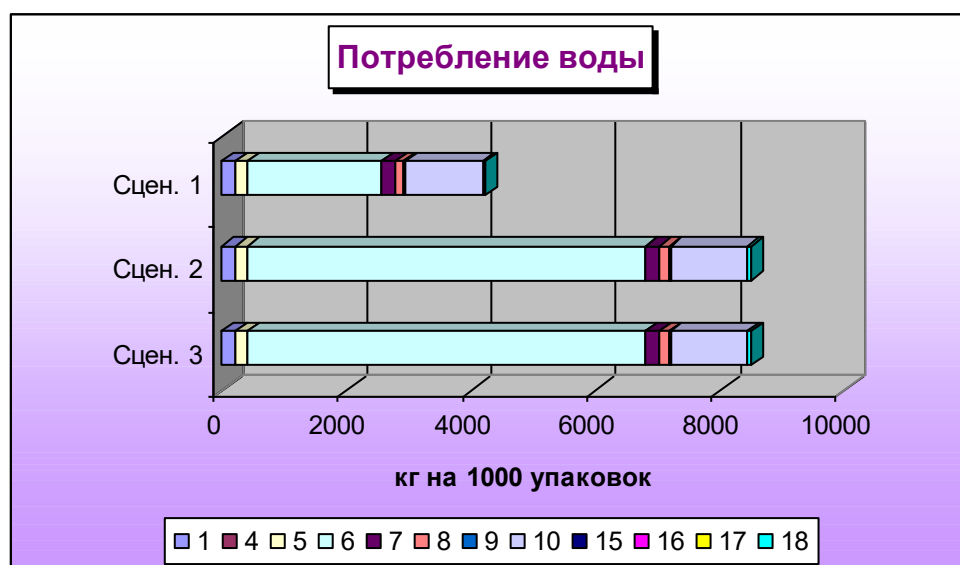


Рис.22. Результаты категории воздействия „Потребление водных ресурсов“ по этапам жизненного пути

3.4.2.5.4. Использование лесных земель

Что касается использования лесных земель (показателя, комплексно характеризующего изъятие древесины из окружающей среды), в данном экобалансе фигурируют всего три модуля: «Вырубка круглого леса», «Производство картона» и «Производство гофрокартона».

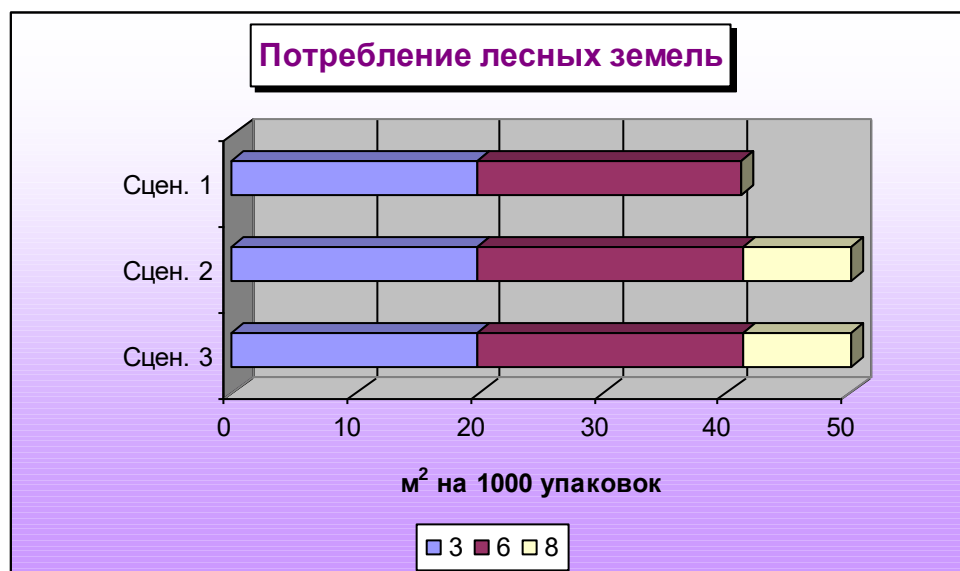


Рис.23. Результаты категории воздействия „Использование лесных земель“ по этапам жизненного пути

В первом сценарии значительное количество древесного сырья потребляется только на двух этапах жизненного цикла: при вырубке круглого леса (около 48%) и изготовлении картона (около 52%) (Рис.23). При производстве упаковки в России, то есть в сценариях 2 и 3, увеличивается использование древесины для производства гофрокартона (17,7%), так как он изготавливается преимущественно из первичного, а не из макулатурного сырья.

Если наряду с величиной использования лесных территорий учитывать степень их естественности, то различия сценариев становятся более очевидными. В сценарии 1 преобладает использование земель классов IV и V. В сценариях 2 и 3 больше всего используются земли класса IV, доля класса V снижается по сравнению со сценарием 1, а доля классов II и I, напротив, значительно увеличивается (см. рис.28, а также Приложение 2, таблицы 35, 39, 44).

3.4.2.5.5. Использование земельных ресурсов под полигоны захоронения отходов

В исследованных производственных системах упаковки использование территории

под размещение полигонов отходов осуществляется при складировании смешанных бытовых отходов и неорганических отходов производства (пепла и шлаков).

Соотношение площадей, отводимых под эти цели, определяется, прежде всего, тем, что на протяжении жизненного цикла упаковки возникает гораздо больше бытовых и подобных им отходов, чем пепла и шлаков. Поэтому во всех сценариях преобладает доля земель, используемых под размещение полигонов бытовых отходов.

Однако региональная специфика прослеживается и в данной категории воздействия: площади земель, задействованных под размещение полигонов бытовых отходов, в России значительно превышают таковые в Германии. Прежде всего, это обусловлено тем, что в Германии депонируется только около $\frac{2}{3}$ бытовых отходов, а оставшаяся часть сжигается. Помимо этого на величину потребления земельных ресурсов под полигоны отходов непосредственное влияние оказывает высота их складирования. Напомним, в случае с бытовыми отходами она уменьшается от сценария 1 к сценарию 3 в таком порядке: 20 м – 9 м – 5,5 м. Соответственно растет абсолютное потребление земель и его доля в общем балансе: 94,7% - 97,9% - 98,8%.

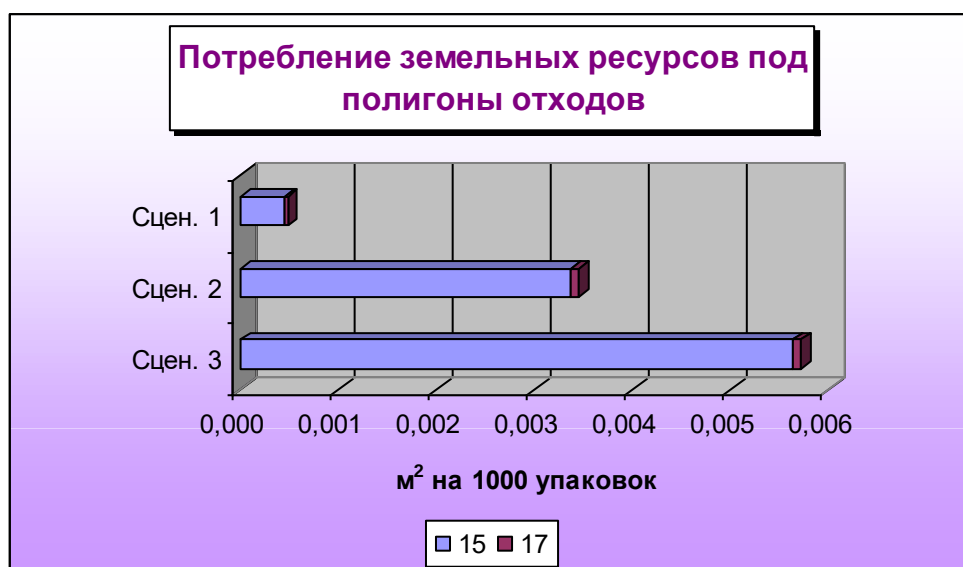


Рис.24. Результаты категории воздействия „Использование земельных ресурсов под полигоны захоронения отходов“ по этапам жизненного пути

3.4.2.6. Токсическое воздействие на человека

Наиболее вредными с точки зрения токсического воздействия на человека являются выбросы в воздух пыли, окиси углерода, мышьяка, свинца, кадмия, хрома, никеля, частиц, двуокиси серы, бензола, PCDD/PCDF, бенз(а)пирена и сбросы в водные объекты мышьяка, свинца, кадмия, хрома, никеля.

В сценарии 1 наибольшее количество выбросов/сбросов загрязняющих веществ связано с производством упаковочных материалов (Рис.25). Наиболее высоки выбросы в результате выплавки первичного алюминия (34,3%), производства полиэтилена (21,6%) и картона (17,7%). Значительная часть загрязнения приходится на очистные сооружения (8,5%). Помимо этого, существенный вклад в загрязнение вносят этапы изготовления упаковочного картона (8,3%) и гофрокартона (3,0%).

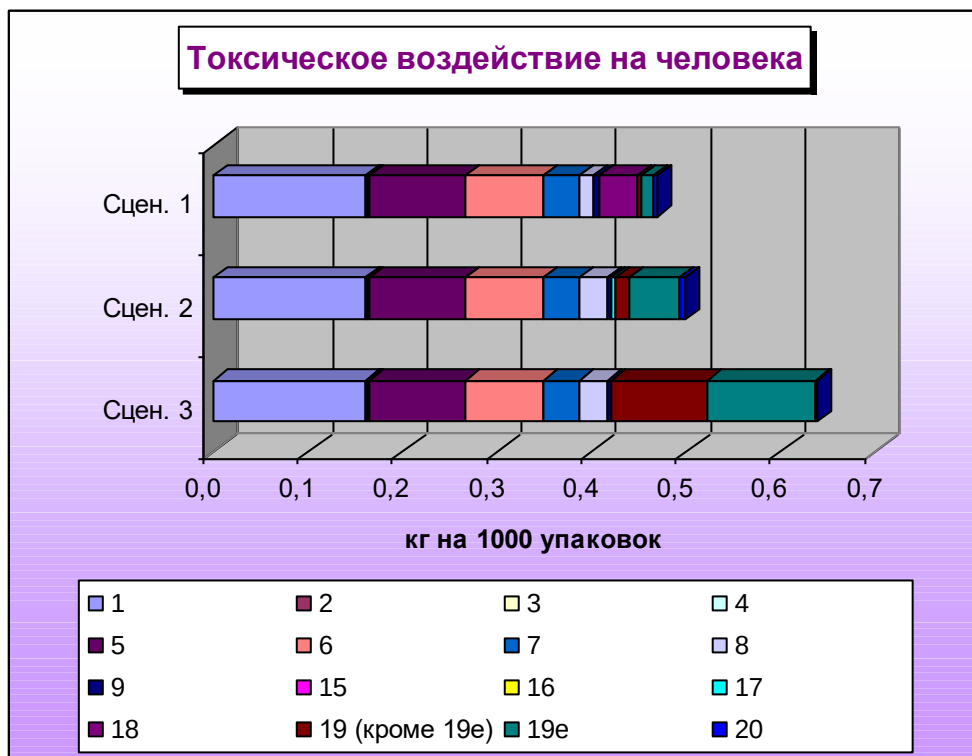


Рис.25. Результаты категории воздействия „Токсическое воздействие на человека“ по этапам жизненного пути

В сценариях 2 и 3 доля загрязнения от очистных сооружений равна 0%, тогда как воздействие транспортировки (модуль 19) увеличивается. Однако, если в сценарии 2 загрязнение при перевозке грузов является третьим по важности источником токсикологического воздействия жизненного цикла упаковки на человека после выплавки первичного алюминия (32,2%) и производства полиэтилена (20,3%), достигая 13,7%, в сценарии 3 оно занимает уже первое место (33,6%). Но и в третьем сценарии велика доля загрязнения, исходящего от модулей «Выплавка первичного алюминия» (25,3%) и «Производство полиэтилена» (21,6%).

3.4.2.7. Токсическое воздействие на организмы и экосистемы

Токсическое воздействие на организмы и экосистемы оценивается по количеству выбросов в воздушную среду (аммиак, фтористый водород, двуокись серы, сероводород,

окислы азота) и в водную среду (аммоний, хлориды, углеводороды, АОХ).

Распределение эмиссий вредных для живых организмов и экосистем веществ и соединений по этапам жизненного цикла упаковки во многом схоже с распределением веществ и соединений, токсичных для человека (см. предыдущий пункт). Особенно велики выбросы загрязняющих субстанций при производстве полиэтилена, выплавке первичного алюминия, изготовлении картона и упаковочного картона (Рис.26). Эти четыре модуля дают в совокупности 75,6% общих выбросов релевантных субстанций в сценарии 1, 53,0% - в сценарии 2 и 35,4% - в сценарии 3.

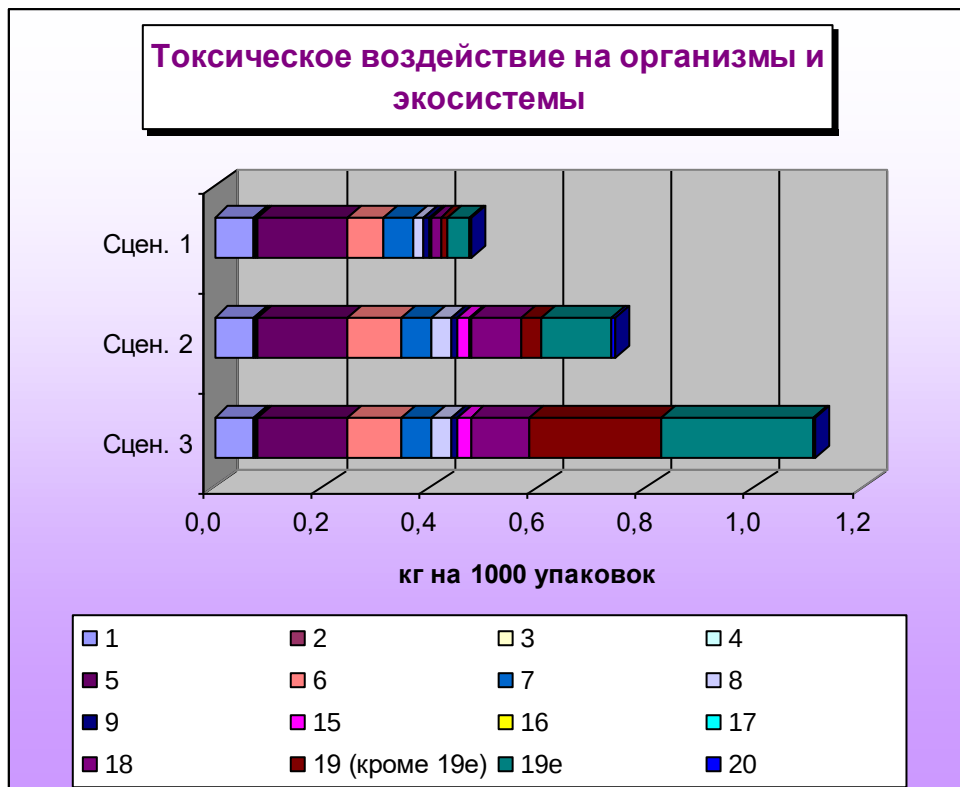


Рис.26. Результаты категории воздействия „Токсическое воздействие на организмы и экосистемы“ по этапам жизненного пути

Очень сильно меняется по сценариям доля загрязнения, возникающего в результате перевозки, и особенно дистрибуции напитков. В сценарии 1 она составляет 11,3%, в сценарии 2 - 22,6%, а в сценарии 3 – уже 47,3%. Кроме того, значительная доля загрязнения в сценариях 2 и 3 связана с очистными сооружениями (12,3% / 9,7%) и полигонами бытовых отходов (3,1% / 2,2%).

3.4.2.8. Образование отходов

При оценке образования отходов учтено все количество образующихся отходов. Наибольшее количество отходов образуется при изготовлении гофрокартона, причем доля

этого этапа жизненного цикла существенно отличается по сценариям (Рис.27). Так, в сценарии 1 она составляет только 21,9%, в сценариях 2 и 3 увеличивается до 41,3% и 41,6% соответственно. Второй по важности источник образования отходов – это разлив напитков (около 18-19%), третий – выплавка первичного алюминия (около 16-17%).

Существенное различие сценариев в данной категории связано также с модулем «Сортировка макулатуры», представленном только в первом сценарии. Его доля в сценарии 1 достигает 16,4%, а в сценариях 2 и 3 равна 0, поскольку сбор и последующая сортировка отходов бумаги и картона с целью производства гофрокартона в рассматриваемой производственной системе в России не осуществляются.

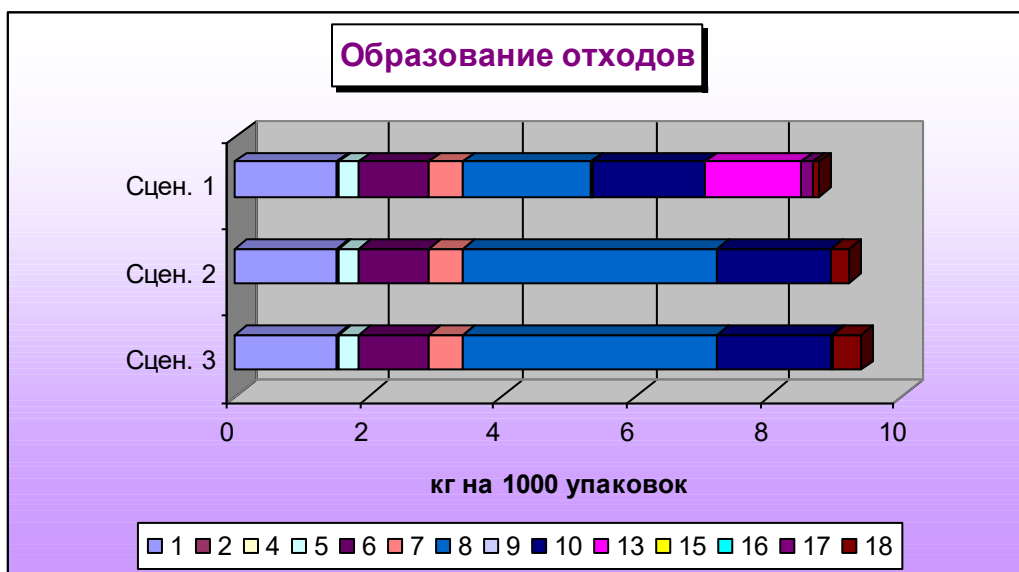


Рис.27. Результаты категории воздействия „Образование отходов“ по этапам жизненного пути

3.4.3. Ранжирование категорий воздействия

3.4.3.1. Подход к ранжированию

Цель ранжирования или построения иерархии категорий воздействия заключается в расстановке приоритетов среди категорий, использованных в рамках оценки воздействия жизненного цикла упаковки. Это позволяет соотнести друг с другом результаты оценки воздействия по разным категориям. Ранжирование категорий воздействия происходит на основе критериев «Нанесение экологического вреда» и «Расстояние до мишени» (Distance-to-Target) по методике, предложенной UBA (Bewertung in Ökobilanzen..., 1999, 22f., Anhang 2). В соответствии с ней категории воздействия оцениваются по каждому из

двух критериев по пятибалльной системе: **5 баллов** присваивается категориям с самым высоким приоритетом, **1 балл** – категориям с самым низким приоритетом (Табл.22).

Таблица 22

*Критерии ранжирования категорий воздействия
(составлено по Bewertung in Ökobilanzen..., 1999, Anhang 2)*

<i>Категории воздействия</i>	<i>Критерии ранжирования</i>	
	<i>Нанесение экологического вреда</i>	<i>Расстояние до мишени</i>
Евтрофикация водоемов	4	3
Евтрофикация почв	4	4
Использование земельных ресурсов – Степень естественности I	5	4
Использование земельных ресурсов – Степень естественности II	1	4
Использование земельных ресурсов – Степень естественности III	2	4
Использование земельных ресурсов – Степень естественности IV	3	4
Использование земельных ресурсов – Степень естественности V	4	4
Использование земельных ресурсов – Степень естественности VII	4	4
Выбросы фотооксидантов	2	4
Потребление энергетических, сырьевых и водных ресурсов	3	4
Парниковый эффект	5	5
Закисление среды	4	4

Методическая концепция для характеристики категорий «Токсическое воздействие на человека» и «Токсическое воздействие на организмы и экосистемы» в настоящее время еще не разработана, поэтому данные категории воздействия не могут быть целостно оценены. То же касается категории «Образование отходов», так как экологическое воздействие отходов зависит от их состава в каждом конкретном случае. Названные три категории воздействия при ранжировании не учитываются.

При проведении настоящего исследования подход UBA к ранжированию категорий воздействия был несколько расширен - дополнительно учтена категория «Использование земельных ресурсов под полигоны захоронения отходов», то есть потребление земель со степенью естественности VII.

Присвоенные критериям «Нанесение экологического вреда» и «Расстояние до мишени» баллы суммируются. Полученный сводный оценочный критерий характеризует экологический приоритет той или иной экологической проблемы (таблицы 23, 24).

Таблица 23

Получение сводного критерия „Экологический приоритет“

<i>Сумма критериев «Нанесение экологического вреда» и «Расстояние до мишени»</i>	<i>Сводный критерий «Экологический приоритет»</i>
9-10	очень высокий
7-8	высокий
5-6	средний
3-4	низкий
2	очень низкий

Таблица 24

Ранжирование категорий воздействия

<i>Категории воздействия</i>	<i>Экологический приоритет</i>
Евтрофикация водоемов	высокий
Евтрофикация почв	высокий
Использование земельных ресурсов – Степень естественности I	очень высокий
Использование земельных ресурсов – Степень естественности II	средний
Использование земельных ресурсов – Степень естественности III	средний
Использование земельных ресурсов – Степень естественности IV	высокий
Использование земельных ресурсов – Степень естественности V	высокий
Использование земельных ресурсов – Степень естественности VII	высокий
Выбросы фотооксидантов	средний
Потребление энергетических, сырьевых и водных ресурсов	высокий
Парниковый эффект	очень высокий
Закисление среды	высокий

3.4.3.2. Результаты оценки воздействия с учетом ранжирования категорий воздействия

Результаты оценки воздействия с учетом ранга категорий показаны на рисунке 28. В них учтено, во-первых, сравнение абсолютных величин воздействий по категориям, а во-вторых, экологический приоритет категорий. Масштаб воздействий отображается через высоту столбцов, причем за 100% принят масштаб экологического воздействия в наихудшем сценарии по каждой категории (в большинстве случаев это сценарий 3). Экологический приоритет категорий воздействия отображается через цвет столбцов:

красный цвет свидетельствует об очень высоком, оранжевый – о высоком и желтый – о среднем экологическом приоритете категории.

Подведение окончательного итога оценки воздействия с учетом ранжирования категорий воздействия осуществляется на основе соизмерения потенциального загрязнения окружающей среды в различных сценариях. При этом, как правило, столбцы в разных сценариях, имеющие одинаковую высоту и одинаковый экологический приоритет, могут рассматриваться как равнозначные и уравнивать друг друга. Столбцы в разных сценариях, имеющие одинаковый экологический приоритет, в принципе, уравниваться не могут, так как шкала экологического приоритета от «очень высокого» до «очень низкого» относительна и не дает возможности определения абсолютной приоритетности категорий (Bewertung in Ökobilanzen..., 1999, с.24).

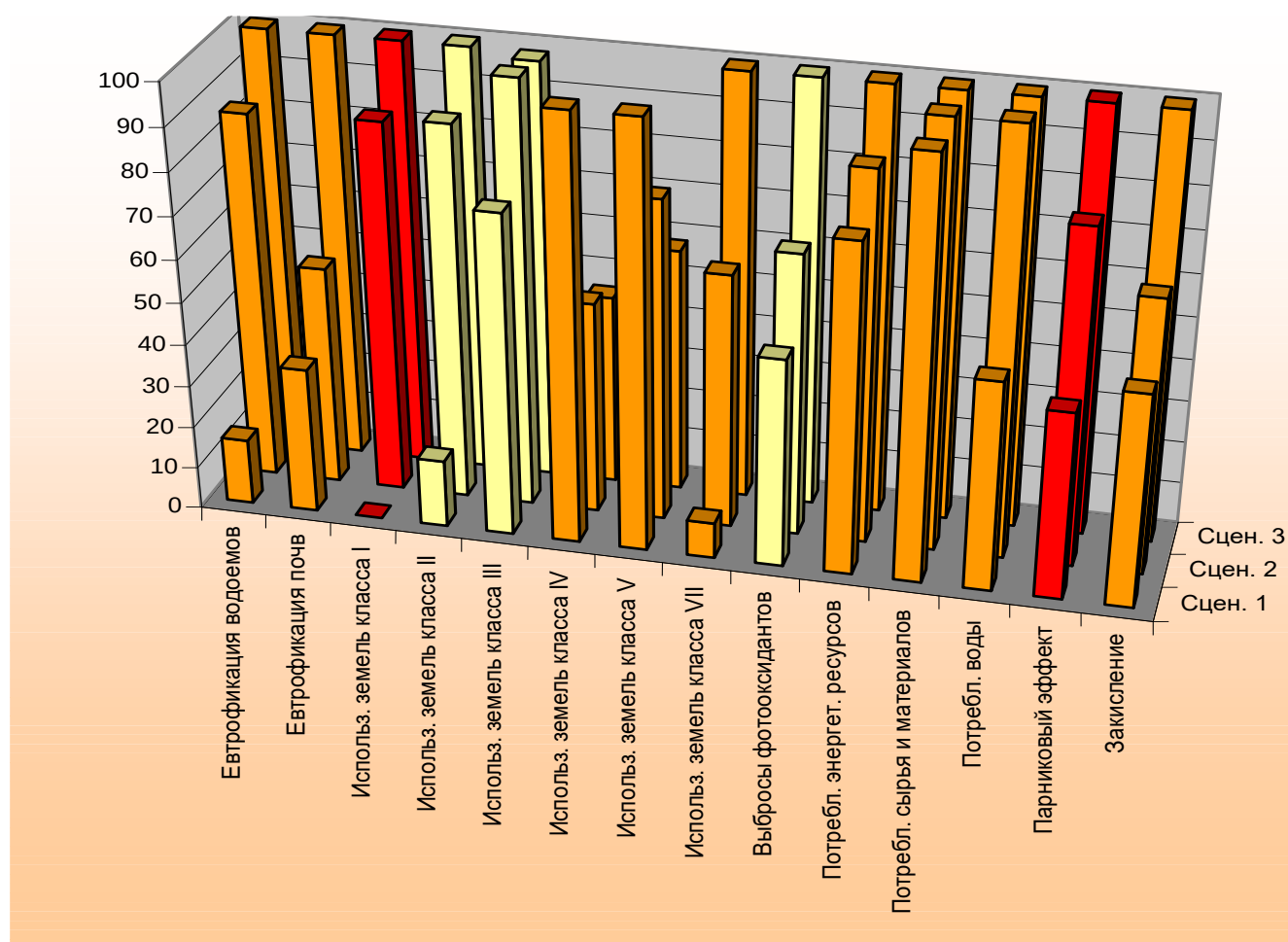


Рис.28. Графическое представление результатов оценки воздействия с учетом ранжирования категорий воздействия

Однако в нашем случае, когда и высоты столбиков в различных сценариях, и экологический приоритет учтенных категорий воздействия преимущественно говорят в

пользу одного и того же сценария (сценария 1), позволительно сравнивать между собой и столбцы, имеющие разный экологический приоритет.

Окончательный итог оценки жизненного цикла упаковки напитков из комбинированных материалов с учетом ранжирования категорий воздействия может быть подведен следующим образом. Хотя в категориях «Использование лесных земель – Степень естественности IV и V» сценарий 1 имеет худший по сравнению со сценариями 2 и 3 результат, в целом экологическое преимущество находится на его стороне. Сценарий 1 лидирует в большинстве учтенных категорий воздействия, включая категории «Использование лесных земель – Степень естественности I» и «Парниковый эффект», имеющие очень высокий экологический приоритет.

3.4.4. Идентификация проблемных экологических аспектов и возможностей улучшения упаковки напитков из комбинированных материалов

Интерпретация жизненного цикла упаковки напитков из комбинированных материалов, произведенных, использованных и утилизированных на территории Германии и России, позволяет выявить наиболее слабые участки жизненного цикла упаковки с экологической точки зрения и дать рекомендации по ее улучшению.

На основании полученных результатов приходим к выводу, что *загрязнение окружающей среды по всему жизненному циклу упаковки во всех исследованных сценариях связано, главным образом, только с несколькими его этапами:*

- Во всех трех сценариях основная часть экологического загрязнения приходится на изготовление упаковочных материалов (картона, полиэтилена и алюминиевой фольги). Однако доля загрязнения, связанного с изготовлением упаковочных материалов, меняется по сценариям. Производство упаковочных материалов в сценарии 1 является главным источником нагрузки на окружающую среду, лидируя по уровню загрязнения в 11 из 13 оцененных категорий воздействия. В сценарии 2 изготовление упаковочных материалов имеет наихудший результат только в 8 категориях, а в сценарии 3 – всего в 5 категориях.
- От первого сценария к третьему наблюдается снижение экологического воздействия, вызванного на этапе, предшествующем производству упаковочных материалов (при выплавке первичного и вторичного алюминия, вырубке круглого леса), и на этапе производства первичной упаковки (при производстве упаковочного картона и разливе напитков).
- В то же время от сценария 1 к сценарию 3 увеличивается загрязнение окружающей среды на этапе обезвреживания упаковки (при сжигании отходов,

захоронении бытовых отходов, пепла и шлаков на полигонах, очистке сточных вод), на этапе транспортировки (а именно, при транспортировке грузов, включая дистрибуцию напитков, и транспортировке отходов), а также на этапе производства вторичной упаковки (при производстве гофрокартона и деревянных паллет).

- Сравнительно невелико экологическое воздействие производственной системы упаковки на стадии потребления и при обращении с использованной продукцией (при сборе и сортировке отходов упаковки и макулатуры).

Анализируя проблемные экологические аспекты упаковки напитков из комбинированных материалов, можно дать рекомендации по ее улучшению:

- Расход упаковочных материалов при производстве упаковки определяется соотношением ее массы и объема. **С целью снижения экологического воздействия при производстве упаковочных материалов** необходимо оптимизировать это соотношение, применяя преимущественно упаковку большого объема. Это касается всех исследованных сценариев.
- **Чтобы снизить негативное влияние обезвреживания упаковки на окружающую среду** необходимо увеличивать долю вторично используемой упаковки. Прежде всего, это касается сценариев 2 и 3, в которых доля рециклируемой упаковки равна 0%. Развивая эту идею, можно утверждать, что в данной области имеется существенный потенциал оптимизации экологических аспектов упаковки.
- **Экологическое воздействие при транспортировке различных грузов** зависит от разных факторов и, в первую очередь, от величины транспортного пути, степени нагрузки транспортного средства, а также от экологических характеристик используемых топлив и транспортных средств. С одной стороны, в этом отношении территория Российской Федерации характеризуется неблагоприятными условиями (большая площадь). С другой стороны, удельное загрязнение в результате транспортировки в сценариях 2 и 3 значительно выше, чем в сценарии 1. Следовательно, экологическим воздействиям при перевозке грузов в России следует уделять особое внимание. Снижения нагрузки на окружающую среду в данной сфере можно достичь благодаря, например, применению более чистого топлива и технической модернизации транспортных средств.

- Доля применяемого вторичного сырья важна для **снижения потребления сырья и материалов, а также экологического загрязнения**. В этом плане для улучшения упаковки напитков из комбинированных материалов в России имеют смысл организация производства алюминиевой фольги для упаковки из комбинированных материалов в России с использованием вторичного алюминия и увеличение использование макулатуры при изготовлении гофрокартона.

3.4.5. Рекомендации по составлению экобалансов в Российской Федерации

При составлении сравнительного экобаланса или оценки жизненного цикла производимой, используемой и утилизируемой на территории Федеративной Республики Германия и Российской Федерации упаковки из комбинированных материалов принципиальных методологических отличий выявлено не было. Однако можно отметить некоторые ограничения применения методики экобаланса в России, в первую очередь касающиеся сложности получения информации (см. п. 2.3).

Для решения данной проблемы необходима поддержка оценки жизненного цикла как перспективного инструмента экологической оценки продукции со стороны научных сил и промышленников. Для этого необходимо развивать сотрудничество производителей продукции с поставщиками сырья, потребителями и другими заинтересованными лицами с целью сбора и передачи экологически релевантных сведений обо всех этапах жизненного цикла продукта. Решить проблемы, связанные с получением достоверных, актуальных данных можно также и благодаря использованию современных программных оболочек для составления экобалансов, позволяющих, например, смоделировать распределение экологических воздействий по нескольким видам продукции, выпускаемым одним предприятием.

Чтобы снизить финансовые издержки на составление экобалансов и тем самым создать или повысить мотивацию к их проведению природопользователями, можно ограничиться рассмотрением наиболее важных в конкретной ситуации экологических аспектов, которые могут быть идентифицированы, например, по методу экспертных оценок или анализа литературных источников по теме (такой подход использовался и в данном экобалансе, см. пп. 3.1.2.1 и 3.1.4, в частности таблицу 11).

3.5. Выводы

Цель третьей главы - составление сравнительного экобаланса упаковки напитков, производимой, используемой и утилизируемой в Германии и в России. Данный замысел

был реализован в соответствии с требованиями международных стандартов по оценке жизненного цикла ИСО серии 14040.

Исследование было проведено в четыре этапа. На первом этапе (определение целей и области применения), во-первых, был описан объект исследования – производственная система упаковки напитков из комбинированных материалов (картона, полиэтилена и алюминия). Поскольку для выполнения главной функции упаковки из комбинированных материалов, а именно доставки напитков потребителю, необходима транспортная упаковка (ящики из гофрокартона, стретч-пленка и деревянные паллеты), к компонентам производственной системы относятся все производства, связанные с изготовлением, использованием и утилизацией как упаковки напитков из комбинированных материалов, так и транспортной тары. Во-вторых, здесь были определены основные стадии жизненного цикла рассматриваемой упаковки и границы исследуемой системы. В-третьих, на данном этапе была выбрана функциональная единица для сравнения упаковочных систем в Германии и в России – 1000 литровых упаковок из комбинированных материалов. В-четвертых, были описаны основные источники, параметры и принципы инвентаризации данных, а также озвучена избранная методика оценки воздействия жизненного цикла. В-пятых, были названы исследуемые сценарии, отличающиеся по территориальному признаку – Федеративная Республика Германия (сценарий 1), Московская (сценарий 2) и Тюменская области (сценарий 3) Российской Федерации – и дано обоснование подобного выбора сценариев.

На втором этапе (инвентаризационный анализ) была проведена работа по составлению материально-энергетического баланса всех звеньев жизненного пути упаковки из комбинированных материалов и транспортной упаковки: добычи и обработки сырья (прежде всего, алюминия, древесины и полиэтилена), производства упаковочных материалов и готовой упаковки (картона, гофрокартона, деревянных паллет, упаковочного картона и разлива напитков), постпроизводственного этапа (дистрибуции, продажи и потребления упаковки), утилизации использованной упаковки и отходов производства (сжигания и захоронения отходов на полигонах, очистки сточных вод), а также транспортировки сырья, материалов, продукции и отходов между различными стадиями жизненного пути. В балансе учтено около 80 входных потоков (энергия, минеральное сырье, производственные и вспомогательные материалы, использование земельных ресурсов и воды) и около 160 выходных потоков (производимой и побочной продукции и энергии, твердых отходов различного назначения, выбросов в атмосферу, сточных вод).

Для проведения третьего этапа (оценки экологического воздействия) была использована методика экоиндикаторов, разработанная немецкой Федеральной службой

окружающей среды и отвечающая всем требованиям стандарта ИСО 14042. С ее помощью были оценены наиболее весомые воздействия зафиксированных на предыдущем этапе материально-энергетических потоков на окружающую среду: парниковый эффект, образование смога, евтрофикация почв и водоемов, закисление, а также потребление энергии, сырья, использование лесных земель и земельных ресурсов под полигоны захоронения отходов, токсическое воздействие на человека и экосистемы, образование отходов. В результате составлены сводные таблицы, содержащие сведения по данным воздействиям жизненного цикла упаковки из комбинированных материалов по сценариям.

На четвертом этапе исследования (интерпретация жизненного цикла) были проанализированы результаты ранее проведенной оценки с учетом иерархии различных экологических воздействий по степени их опасности и остроты. При этом были выделены экологически наиболее опасные ступени жизненного цикла продукции, а также определено различие сценариев с точки зрения экологичности упаковки. На этой основе был вынесен ряд предложений по оптимизации жизненного пути упаковки. Также, по результатам исследования даны рекомендации по проведению экобалансов продукции.

Таким образом, поставленная цель – сравнение производственных систем упаковки из комбинированных материалов в Германии и в России – была успешно достигнута. При проведении исследования авторы столкнулись с проблемой нехватки эколого-релевантной информации о некоторых аспектах упаковки, прежде всего, о материально-энергетических потоках, связанных с производством используемого для ее изготовления сырья и самой упаковки, поэтому в некоторых случаях возникла необходимость опираться на оценки и допущения. Тем не менее, можно считать, что данное исследование вполне объективно отражает реальную ситуацию в сфере производства, использования, переработки и обезвреживания упаковки из комбинированных материалов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная диссертационная работа посвящена экологической оценке потоков вещества и энергии, возникающих при производстве, потреблении и утилизации упаковки напитков, с помощью методики эcobалансов.

В ней дается обзор истории возникновения эcobалансов, как прикладной методики экологической оценки продукции, анализируется вклад различных организаций в их становление, исследуются их цели и достоинства, а также основные методологические принципы и проблемы. В результате делается вывод, что *методика эcobалансов – современный эффективный инструмент охраны окружающей среды, помогающий оптимизировать выпускаемую продукцию и снижать негативное воздействие антропогенной деятельности на окружающую среду.*

Анализ развития и опыта практического применения эcobалансов в Российской Федерации, проведенный в данной работе, позволяет сделать вывод *о необходимости их активного развития в России с целью использования их потенциала для рационализации природопользования.*

В данной работе было также проведено эмпирическое сравнение жизненных циклов продукции на примере изготавливаемой и потребляемой в Российской Федерации и в Федеративной Республике Германия упаковки из комбинированных материалов, состоящей из картона, алюминия и полиэтилена. Объектом исследования наряду с собственно упаковкой из комбинированных материалов была транспортная упаковка (ящики из гофрокартона и деревянные поддоны). Данный сравнительный эcobаланс упаковки напитков был составлен в соответствии требованиям международных норм ИСО серии 14040. В рамках исследования релевантные входные и выходные материально-энергетические потоки были количественно определены и оценены с помощью метода индикаторов экологического воздействия.

При сравнении жизненных циклов упаковки были смоделированы *три сценария*: Федеративная Республика Германия (Сценарий 1), Московская область (Сценарий 2) и Тюменская область (Сценарий 3). В общей сложности рассмотрены *20 этапов жизненного пути упаковки*: выплавка первичного и вторичного алюминия, вырубка древесины, производство полиэтилена, алюминиевой фольги, картона, упаковочного картона, гофрокартона, деревянных паллет, разлив напитков, торговля, потребление, сбор и сортировка отходов упаковки, утилизация посредством сжигания или захоронения на полигонах, а также сопутствующие транспортные процессы. База инвентаризационных данных включает *сведения о 80 входных и 160 выходных элементарных потоках веществ*

и энергии, изымаемых непосредственно из окружающей среды или выбрасываемых в нее. При оценке потенциального экологического воздействия исследуемых производственных систем собранные инвентаризационные данные были обобщены в 13 категорий воздействия: 1) парниковый эффект, 2) выбросы фотооксидантов, 3) евтрофикация почв, 4) евтрофикация водоемов, 5) закисление, 6) потребление энергетических ресурсов, 7) потребление сырья и материалов, 8) потребление воды, 9) использование лесных земель, 10) использование земельных ресурсов под полигоны захоронения отходов, 11) токсическое воздействие на человека, 12) токсическое воздействие на организмы и экосистемы, 13) образование отходов.

Результаты исследования показали существенно меньший потенциал воздействия на окружающую среду упаковки напитков, производимой и потребляемой в Германии, лидирующей по всем 13 категориям воздействия. Особенно велики преимущества сценария 1 по сравнению со сценариями для территории России в категориях «Использование земельных ресурсов под полигоны захоронения отходов» (11,4 раз) и «Евтрофикация водоемов» (6,4 раз). В большинстве категорий вклад сценария 1 в экологическое загрязнение примерно в два раза меньше, чем вклад сценариев 2 и 3. Только в категориях «Потребление сырья», «Использование лесных земель» и «Образование отходов» преимущество сценария 1 над сценариями 2 и 3 невелико (от 2 до 22%).

Сравнение сценариев для Московской и Тюменской областей показало, что меньшим потенциалом экологического воздействия обладает упаковка, производимая и используемая в Московской области. Сценарий 2 имеет лучшие показатели по сравнению со сценарием 3 во всех категориях, кроме трех («Использование лесных земель», «Потребление сырья» и «Потребление воды»). Во многом это обусловлено удаленностью Тюменской области от центров производства используемого сырья и упаковочных веществ.

По результатам исследования можно сделать вывод о вкладе различных этапов жизненного цикла упаковки в суммарное вызываемое упаковкой экологическое загрязнение. Значительная доля загрязнения окружающей среды от упаковки во всех сценариях приходится на изготовление упаковочных веществ и предшествующие ему этапы (особенно, на выплавку первичного алюминия, производство полиэтилена и картона). В сценариях 2 и 3 увеличивается по сравнению со сценарием 1 доля загрязнения, связанного с утилизацией упаковки (особенно, с ее захоронением на полигонах) и с транспортированием, включая дистрибуцию напитков.

Таким образом, в данной диссертационной работе были изучены методологические основы экобалансов и особенности их развития в России, а также осуществлена апробация этой методики на примере сравнительной оценки жизненных циклов упаковки напитков из комбинированных материалов в Германии и в России.

Работа адресована, прежде всего, специалистам в области охраны окружающей среды и экологического менеджмента, представителям законодательной и исполнительной власти, предприятиям-природопользователям, а также может быть рекомендована преподавателям экологических дисциплин, студентам и аспирантам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Автотранспортный комплекс и экологическая безопасность: Московская городская научно-практическая конференция. – М.: Правительство Москвы, Управление ГИБДД ГУВД, 1999.
- Аким Э. Экологические критерии оценки современных целлюлозно-бумажных предприятий // Тара и упаковка. – 2002. - № 1. – С.60-61.
- Амбарцумян В.В. Автотранспорт и окружающая среда // Экология и жизнь. – 1999. - № 2. – С.62-66.
- Англичане помогут Омску сортировать отходы // Тара и упаковка. - 2003. - № 2. - С.119.
- Атлас малонарушенных лесных территорий / Д.Е. Аксенов, Д.В. Добрынин, М.Ю. Дубинин и др. – М., 2002.
- Бородин А., Николаева С. Оценка жизненного цикла товара // Экология и промышленность России. – 2004. - № 3. – С.32-33.
- Брусиловская И. По пути на свалку... // Экологический журнал «Табигат». – 2003. – № 15-17. - С.28-29.
- Букреев Е.М., Корнеев В.Г. Твердые бытовые отходы: вторичные ресурсы для промышленности // Экология и промышленность России. – 1999. - № 5. – С.38-41.
- В Петербурге подвели итоги раздельного сбора отходов // Тара и упаковка. - 2003. – № 2. – С.65.
- В Хабаровске реализуют российско-американский проект по раздельному сбору отходов // Тара и упаковка. - 2003. - № 6. – С.125.
- Василенко В.Е. Перспективы снижения загрязнения атмосферного воздуха Москвы автотранспортом // Экология и промышленность России. – 1997. - № 9. – С.21-26.
- Воробьев Д., Болотова А. Экологическая модернизация российской лесной промышленности на примере Светогорского ЦБК // Лесной вестник. – 2001. - № 7. - (номер страницы не известен, так как статья загружена из интернета).
- Вторичная металлургия // Вторичные ресурсы. - 2002. - № 4. – С.2-4.
- Выгодно ли вкладывать в отходы? // Экологический журнал «Табигат». - 2004. - № 5. – С.12-13.
- Голованчиков А, Гончаренко В., Соколов В. Обращение использованной упаковки с учетом интересов рынка и экологии // Экология и промышленность России. – 2003. - № 12. – С.4-7.
- Голованчиков А, Гончаренко В., Соколов В. Российским упаковщикам нужен закон // Тара и упаковка. – 2001. - № 5. – С.4-6.
- Голованчиков А, Соколов В. Перспективы обращения с отходами упаковки в Российской Федерации // Тара и упаковка. – 2002. - № 3. – С.10-12.
- Горбатовский В., Рыбальский Н, Потапова Т., Игнатович И. Экологическая безопасность человека: Учебный практикум. - Москва: РЭФИА, 1998.

ГОСТ Р ИСО 14001-98. Государственный стандарт Российской Федерации. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению. - М., 1998.

ГОСТ Р ИСО 14040-99. Государственный стандарт Российской Федерации. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура. - М., 1999.

ГОСТ Р ИСО 14041-00. Государственный стандарт Российской Федерации. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ. - М., 2000.

ГОСТ Р ИСО 14042-02. Государственный стандарт Российской Федерации. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла. - М., 2002.

ГОСТ Р ИСО 14043-02. Государственный стандарт Российской Федерации. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла. - М., 2002.

Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2002 г. - М.: ВНИИЛМ, 2003.

Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации в 2001 году. - М.: МПР РФ, 2002.

Графкина, М.В., Милюков А.С. Сравнение экологических показателей проектируемого электрооборудования автомобилей // Экология и промышленность России. - 2004. - № 4. - С.29-31.

Грибанова Л., Шпаков А. Полигоны и свалки твердых бытовых отходов Московского региона: оценка экологической безопасности // Экология и промышленность России. - 1997. - № 1. - С.12-16.

Гусейнов А.Н. Москва: проблемы санитарной экологии и экологической культуры // Экология и промышленность России. - 1997. - № 3. - С.12-17.

Гусейнов А.Н. Экология города Тюмени: Состояние и проблемы. - Тюмень: Слово, 2001.

Дарулис П.В., Растимешин С.А. Смоленск учится - Смоленск учит // Вторичные ресурсы. - 2002. - № 3, С.30-33.

Девяткин В.В., Голубин А.К., Гаев Ф.Ф., Дюкин В.А. Вторичные ресурсы: их много, но... // Вторичные ресурсы. - 2002. - № 3. - С.6-7.

Деркач Я. Переработка отходов тары и упаковки из комбинированных материалов // Тара и упаковка. - 2004. - № 1. - С.26-27.

Дудышев В.Д. Проблемы и пути экологического совершенствования отечественного автотранспорта // Экология и промышленность России. - 1998. - № 11. - С.41-45.

Дудышев В.Д., Завьялов С.Ю. Экологическая безопасность автомобильного транспорта // Экология и промышленность России. - 1997. - № 2. - С.14-17.

Желобанов Д. Денежный мусор: Спрос на рынке макулатуры превышает предложение // Эксперт Северо-Запад. - 2000. - № 10. (номер страницы не известен, так как статья загружена из интернета).

- Зарубежный опыт переработки бумажных отходов // Вторичные ресурсы. - 2002. - № 3. - С.24-28.
- Иванов В., Кочуров А., Борисова Н. Макулатура, которая греет // Вторичные ресурсы. - 2002а. - № 4. - С.16-17.
- Иванов В., Кочуров А., Саматов А. Экологическая безопасность сегодня стоит дорого // Вторичные ресурсы. - 2002b. - № 5. - С.8-11.
- Иванов В.В., Альтовский Г.С., Акмаев Р.З. Современный теплоизоляционный материал из макулатуры // Экология и промышленность России. - 1998. - № 1. - С.8-11.
- Игнатьева Г.А., Маршинин А.В. Пространственные аспекты размещения отходов как фактор формирования экологической ситуации на Тобол-Тавдинском междуречье // Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией. Материалы межвузовской научной конференции. - Тюмень: Издательство Тюменского Государственного Университета, 1999. - С.103-106.
- Ишков А.Г. Свинцовый воздух Москвы // Экология и жизнь. - 1999. - № 2. - С.60-61.
- Карпачевский М.Л. Хозяева российского леса. - М.: Изд-во центра охраны дикой природы, 2001.
- Клюев Н.Н. Экологический облик России на мировой карте // Газета «География». - 2003. - № 26.
- Краснова Т.Л., Флус О.В. Создание завода по переработке отходов в г.Тюмени: аргументы «за» // Налоги, инвестиции, капитал. - 2004. - №1. - С.208-21.
- Крупчак В.Я. Роль лесопромышленного комплекса в региональной экономике // Проблемы современной экономики. - 2003. - № 2. (номер страницы не известен, так как статья загружена из интернета).
- Крэмер Л. Политика переработки отходов в ЕС: тенденции и перспективы // Экологическое право. - 2002. - № 2. - С.45-49.
- Крючков А. Первые эксперименты // Тара и упаковка. - 2004. - № 2. - С.64-65.
- Куриленко В.В. Основы управления природо- и недропользованием. Экологический менеджмент. - СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2000. - 208 с.
- Лаптев Л.Н., Чаплиев В.Н., Гришин В.Т. Экология – приоритет технической политики // Целлюлоза, бумага, картон. - 2004. - № 1. - С.82-83.
- Локшин М., Сиротинский М. Мировой и российский рынок алюминиевой упаковки // Тара и упаковка. - 2002. - № 5. - С.44-49.
- Магарил Е.Р., Трушкова Л.В., Магарил Р.З., Клаузнер Г.М., Куваева Е.Н. Экология и автотранспорт // Экология и промышленность России. - 1997. - № 2. - С.18-20.
- Магарил Р.З. Влияние автомобильного транспорта на экологию городов Тюменской области // О проблемах охраны окружающей среды в Тюменской области. - Тюмень: Тюменская областная Дума, 2002. - С.72-73.
- Мелкумов Ю.А. Мегаполис: бытовые отходы // Экология и жизнь. - 1999. - № 3. - С.39-41.

- Мелкумов Ю.А. Свалки: экологическая проблема Московской области номер один // Экология и промышленность России. – 1998. - № 10. – С.4-8.
- Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Концепции обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации // Экология и промышленность России. – 1997. - № 3. – С.41-43.
- Московское новоселье «Тетра-Пак» // Тара и упаковка. – 2001. - № 3. – С.68.
- Найман С.М. Образование производственных отходов в жизненном цикле дороги // Экология и промышленность России. – 2004. - № 8. – С.35-39.
- О проблемах охраны окружающей среды в Тюменской области / А.В. Хомутов, Е.Н. Яшина. - Тюмень: Тюменская областная дума, 2002.
- Обзор состояния окружающей среды городских территорий. - Тюмень: Изд-во ТГУ, 1999.
- Окно в мир упаковочной цивилизации // Тара и упаковка. - 2002. - № 5. – С.70-75.
- Первунина Р.И., Коноплев А.В., Сенилов Н.Б., Челюканов В.В. К инвентаризации выбросов диоксинов на территории России // Экология производства. – 2006. - № 9. – С.40-46.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 05.09.2002 № 1228-Р «План по развитию металлургической промышленности до 2010 года».
- Потапов А. Экология. – М.: Высшая школа, 2000.
- Природные ресурсы и окружающая среда России / Думнов А.Д., Рыбальский Н.Г. и др. М.: НИИ-Природа, РЭФИА, 2001.
- Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией: Материалы межвузовской научной конференции. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 1999.
- Производство целлюлозы, бумаги и пиломатериалов по регионам Российской Федерации // Газета «География». – 2001. - № 38.
- Результаты инвентаризации мест захоронения отходов в г.Тюмень (место захоронения, принадлежность, ближайший населенный пункт и водоток, площадь объекта, санитарно-защитная зона, объем и масса отходов, оценка заполнения и годовая мощность объекта, вид отхода, начало и конец эксплуатации, легитимность свалки, наличие токсичных отходов, наличие систем контроля состояния окружающей среды) / Государственное управление природных ресурсов по Тюменской области (неопубликованные материалы).
- Результаты инвентаризации мест захоронения отходов в Тюменской области (Карта с обозначениями мест захоронения и типов отходов) / Департамент администрации Тюменской области по окружающей среде (неопубликованные материалы).
- Рост экономики Российской Федерации: Проблемы охраны окружающей среды // Вторичные ресурсы. – 2002. - № 4. – С.37-40.
- Рынок металлической упаковки // Металлургический Бюллетень. - 2003. - № 6. (номер страницы не известен, так как статья загружена из интернета).
- Санников С.П., Агеев А.Я. Экология или использование макулатуры от упаковки пищевых продуктов // Экологические проблемы промышленных регионов. Под ред. А.Н.Подуст. –

Екатеринбург: Государственный комитет по охране окружающей среды Свердловской области, 1998. - С.93-94.

Сметанин В.И. Рекультивация земель: обзор технологий // Экология и промышленность России. – 2004. - № 5. – С.42-45.

Смиранный И. Упаковка и окружающая среда // Тара и упаковка. – 2001. - № 2. – С.96.

Смиранный И., Бойко А. Проблемы раздельного сбора отходов // Тара и упаковка. – 2000. - № 6. – С.38.

Соколов В. Закон и развитие отрасли // Тара и упаковка. – 2003. - № 6. – С.17-18.

Состояние окружающей среды и природоохранная деятельность в субъектах Российской Федерации: Сборник докладов. – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации, РЭФИА, 1996.

Спрос на упаковку будет расти // Тара и упаковка. - 2003. - № 3. – С.70-72.

Тетерин В. Картонные берега // Паккограф. – 2004. - № 4. (номер страницы не известен, так как статья загружена из интернета).

Тимофеева С.С. Экологический менеджмент. - Ростов н/Д: Феникс, 2004.

Тихонов В. Мусор в Рассказове будут собирать раздельно // Вести о СоЭС. – 2002. - № 1. – С.65.

Труфанов А.А., Трушин Б.В., Новаковский Б.А., Расторгуев А.В., Прасолов С.В., Прасолова А.И. Воздействие полигона твердых бытовых отходов «Тимохово» на окружающую среду: Результаты компьютерного геоэкологического картографирования // Экология и промышленность России. – 1997. - № 1. – С.16-21.

Улицкий В. Устойчивое развитие, ресурсосбережение, отходы, нормативно-правовое обеспечение // Экология и промышленность России. – 1997. - № 1. С.4-8.

Улицкий В.А., Козлов А.Д., Васильвицкий А.Е., Плущевский М.Б., Мкратова, Н.М. Паспортизация и экологическая сертификация отходов // Экология и промышленность России. – 1997. - № 9. – С.35-39.

Утилизация алюминийсодержащих упаковочных материалов в Германии // Вторичные ресурсы. - 2002. - № 3. – С.36-38.

Федеральный Закон от 22 марта 2003 г. № 34-ФЗ «О запрете производства и оборота этилированного автомобильного бензина в Российской Федерации».

Федотова О. Об упаковке цельномолочной продукции // Тара и упаковка. – 2001. - № 2. – С.16-17.

Чуйко В.А. Обречена на развитие // Целлюлоза, бумага, картон. – 2004. - № 1, С.10-15.

Шершнева Е.С., Ларионов В.Г., Куркин П.Ю. Масштабы, структура и проблемы утилизации городских мусорных свалок // Экология и промышленность России. – 1999. - № 2. – С.29-32.

Экологические проблемы промышленных регионов: Тез. докл. – Екатеринбург: Государственный комитет по охране окружающей среды Свердловской области, 1998.

Экологический менеджмент и аудит в России, Беларуси и на Украине: Труды экспертного семинара, Москва, 3-4 апреля 2000 г. - М., 2001.

Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области / В.И. Азаров, В.С. Ануфриева, С.И. Борисович и др. – Тюмень: Тюменский областной комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов, 1997.

Юсфин Ю.С., Залетин ВМ. Рециклинг материалов в народном хозяйстве // Экология и промышленность России. – 1997. -№ ?? – С.22-27.

Юфит С.С. Мусоросжигательные заводы – помойка на небе. – М.: Эколайн, 1998.

Яковенко М. Важно, чтобы каждый гражданин России осознал бессмысленность и бесполезность разбазаривания природных ресурсов и их невосполнимость // Вторичные ресурсы. – 2002. - № 5. – С.2-3, 38.

Ямполь М. Противогаз для выхлопной трубы // Перевозчик. – 2004. - № 3. (номер страницы не известен, так как статья загружена из интернета).

17. BimSchV. Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe vom 23. 11.1990.

A Technical Framework for Life-Cycle Assessment. Workshop Report. Workshop held at Smugglers Notch, Vermont, August 18-23, 1990. - Washington D.C.: SETAC, 1991.

Abdeckung von Deponien. - Gülzow: Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern, 1998.

Abschlußbericht zur Frage der Gesellschaftsbezogenen Rechnungslegung / Sozialbilanzen von Großunternehmen. - Düsseldorf: Arbeitskreis des Deutschen Gewerkschaftsbundes „Gesellschaftsbezogene Rechnungslegung / Sozialbilanzen“, 1979.

Alber S. Ökopprofile von Verpackungen // Forum Ware. – 1985. - Nr. 1-2. - S.47-61.

Aleksander Weltatlas. - Stuttgart, Berlin, Leipzig, Gothe: Klett Perthes, 1992.

Ankele K., Claes T., Hallay, H. Methodenvergleich von Ökobilanz: Referat anlässlich der ÖBU-Tagung „Methoden für Ökobilanzen und ihre Anwendung in der Firma“, Baden, 1993.

Ankele K., Steinfeldt M. Ökobilanz für typische Ytong-Produktanwendungen / IÖW. Schriftenreihe des IÖW 105/96. – Berlin: IÖW, 1996.

Aufgaben des betrieblichen und betriebsübergreifenden Stoffstrommanagements. - Berlin: UBA, 1997.

Auflistung der Hausmülldeponien nach Bundesländern (Standorte, Restlaufzeiten, Restvolumina, Angaben zur Abdichtung, Gasfassung, Sickerwasserfassung) / UBA (unveröffentlichte Mitteilungen).

Aus der Sprache des Öls. - Hamburg: Mineralölwirtschaftsverband e.V., 2001.

Bahlo K., Wach G. Naturnahe Abwasserreinigung: Planung und Bau von Pflanzenkläranlagen. - Staufen bei Freiburg: Ökobuch, 1992.

Basisdaten für Energiesysteme / ESU. - Zürich: ESU, 1994.

Basler, Hoffmann. Studie Umwelt und Volkswirtschaft: Vergleich der Umweltbelastungen von Behältern aus PVC, Glas, Blech und Karton. - Bern: Eidgenössisches Amt für Umweltschutz, 1974.

- Bauprodukte und Zusatzstoffe in der Schweiz / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 245. - Bern: BUWAL, 1995.
- Beck M. Ökobilanzen im betrieblichen Management. - Würzburg: Vogel, 1993.
- Behrendt S., Kreiblich R., Lundie S., Pfitzner R., Scharp M. Ökobilanzierung komplexer Elektronikprodukte: Innovationen und Umweltentlastungspotentiale durch Lebenszyklusanalyse. - Berlin, Heidelberg: Springer, 1998.
- Bericht zur „Ökologischen Vertretbarkeit“ der mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restabfällen einschließlich deren Ablagerung - Berlin: UBA, 1999.
- Beurteilungswerte von Luftschadstoffen für Ökobilanzen / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt-Materialien Nr. 48. - Bern: BUWAL, 1996.
- Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode der ökologischen Knappheit / BUWAL. - Bern: BUWAL, 1998.
- Bewertung in Ökobilanzen: Methode des Umweltbundesamtes zur Normierung von Wirkungsindikatoren, Ordnung (Rangbildung) von Wirkungskategorien und zur Auswertung nach ISO 14042 und 14043 / UBA. Texte 92/99. - Berlin: UBA, 1999.
- Böhler A., Kottmann H. Ökobilanzen: Beurteilung von Bewertungsmethoden // Umweltchem. Ökotox. - 1996. - Nr. 8 (2). - C.107-112.
- Bojkow E. Getränkeverpackung und Umwelt: Auswirkungen der Verpackung von Getränken und flüssigen Molkeprodukten auf die Umwelt. - Wien: Springer-Verlag, 1989.
- Böning J. Methoden betrieblicher Ökobilanzierung. - Marburg: Metropolis, 1994.
- Bossel H. Umweltwissen: Daten, Fakten, Zusammenhänge. - Berlin: Springer-Verlag, 1990.
- Both G., Gebers B., Jenseit W., Peter B., Wollny V. Jenseits vom „Grünen Punkt“: Alternativen zu Verpackungsverordnung und Grünem Punkt. - Darmstadt: Öko-Institut e.V., 1995.
- Boustead I. The environmental impact of liquid food containers in the UK: Paper based on a Report to the UK Government (EEC Directive 85/339 - UK Data 1986, August 1989). - Kent: The Open University, East Grinstead, 1990.
- Brand K.-W., Göschl A., Hartleitner B., Kreibe S., Pürschel C., Viehöver W. Nachhaltigkeit und abfallpolitische Steuerung: Der Umgang mit Kunststoffabfällen aus dem Verpackungsbereich. - Berlin: Analytica, 2002.
- Braunschweig A. Die ökologische Buchhaltung als Instrument der städtischen Umweltpolitik. - Chur: Rüegger, 1988.
- Braunschweig A. Die ökologische Buchhaltung für die Stadt St. Gallen. - St Gallen: Selbstverlag, 1986.
- Braunschweig A. et al. Evaluation und Weiterentwicklung von Bewertungsmethoden für Ökobilanzen: Erste Ergebnisse. - St. Gallen: IÖW, Hochschule St. Gallen, 1994.
- Braunschweig A., Britt P., Herren-Siegenthalen M., Schmidt R. Ökologische Buchhaltung für eine Stadt: Pilotstudie Saarbrücken. - St. Gallen: Arbeitsgemeinschaft Umweltökonomie, 1984.

- Braunschweig A., Förster R., Hofstetter P., Müller-Wenk R. Developments in LCA Valuation. - St. Gallen: IÖW, Hochschule St. Gallen, 1996.
- Braunschweig A., Müller-Wenk R. Ökobilanzen für Unternehmungen: Eine Wegleitung für die Praxis. - Bern: Haupt, 1993.
- Brehm E., Kerler W. Deponie Erde: Das große Buch vom Müll. - Baden-Baden: Freizeit, 1985.
- Breitenacher M., Franke A., Grefermann K., Sprenger R.-U., Triebswetter U., Wackerbauer J. Förderung ökologisch sinnvoller Getränkeverpackungen / UBA. Texte Nr. 17/97. - Berlin: Umweltbundesamt, 1997.
- Büttner K., Clausen J. Pilotprojekt Umweltcontrolling Gießerei Berlin Lichtenberg. – Berlin, 1992.
- Cabela E., Schmidt J., Weber W., Pernkopf J. Energie aus Biomasse: Energiebilanzstudie. – Wien, 1982.
- Comfère W. Erfahrungen mit Abfallverbrennung / B. Bilitewski, M. Faulstich, A. Urban (Hrsg.). Thermische Restabfallbehandlung. - Berlin: Erich Schmidt, 1996. – S.105-119.
- Corino C. Ökobilanzen: Entwurf und Beurteilung einer allgemeinen Regelung. - Düsseldorf: Werner, 1995.
- Curran M.A. The Status of LCA in the USA // International Journal of Life Cycle Assessment. – 1999. – P. 123.
- Das Umweltbundesamt fordert Richtmaße für Ökobilanzen // FAZ. - 1992. - 12.08.1992. - S.12.
- Das Umweltbundesamt will keinen Bio-Sprit im Tank // FAZ. - 1992. - 23.01.1993. - S.12.
- Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen: Leitfaden Deponiegas. - Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1992.
- Dernbach H. Entgasung bei Altablagerungen auf kleinen Deponien / G. Rettenberger, R. Stegmann (Hrsg.). Deponiegasnutzung: Emissionsminimierung, neue Planungen und Technologien. - Bonn: Economica, 1991. - S.9-25.
- Die Durchführung von Ökobilanzen zur Information von Öffentlichkeit und Politik / BDI. BDI-Drucksache Nr. 313. - BDI, 1999.
- Diehl S., Bast W.-A. Wasserdichte Argumente: die Produktlinienanalyse hilft bei der Bewertung der Umweltverträglichkeit von Babywindeln // Müll Magazin. – 1991. – Nr. 4. - S.14-17.
- Dierkes H., Weyers C. Müllnotstand: Fakten und Argumente für die Gegenwehr und ökologische Alternativen. - Köln: ISP, 1992.
- Dierkes M. Die Sozialbilanz. Frankfurt, 1974.
- Dierkes M., Kopmann U. Von der Sozialbilanz zur gesellschaftsbezogenen Unternehmenspolitik: Ansätze zu einem Management-System for Sozial Goals // Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis. – 1974. - Nr. 26. - S.295-333.
- DIN 33926. Umweltmanagement – Ökobilanzen – Standardberichtsbogen. Stand: 1998. - Berlin, 1998.
- DIN 33927. Umweltmanagement – Verwendung von Produkt-Ökobilanzen in Marketing, Werbung und Öffentlichkeitsarbeit. Stand: 1999. - Berlin, 1999.

- DIN EN ISO 14040. Umweltmanagement - Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen. Deutsche Fassung EN ISO 14040 : 1997. - Berlin: Beuth, 1997.
- DIN EN ISO 14041. Umweltmanagement - Ökobilanz - Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz. Deutsche Fassung EN ISO 14041 : 1998. - Berlin: Beuth, 1998.
- DIN EN ISO 14042. Umweltmanagement - Ökobilanz – Wirkungsabschätzung. Deutsche Fassung EN ISO 14042 : 2000. - Berlin: Beuth, 2000.
- DIN EN ISO 14043. Umweltmanagement - Ökobilanz – Auswertung. Deutsche Fassung EN ISO 14043 : 2000. - Berlin: Beuth, 2000.
- Dold G. Computerunterstützung der produktbezogenen Ökobilanzierung. - Wiesbaden: Deutsche Universität Verlag und Gabler Verlag, 1996.
- Eco-Profiles of the European Plastics Industry. Report 3. - Brussels: PWMI, 1993.
- Eco-Profiles of the European Plastics Industry. Report 1. - Brussels: PWMI, 1992.
- Eder G. Schadstoffe in Papier- und Kunststoffverpackungen / A. Golding, A. Fußer (Hrsg.). Verpackungen: Umweltbelastungen und Strategien zur Vermeidung. - Karlsruhe: Müller, 1992. - S.17-30.
- Einweg- und Mehrwegverpackung von Getränken 1987/1988/Prognose1990/Prognose1993. - Wiesbaden: GVM, 1989.
- Einwegbehältnisse oder Mehrweggeschirr? Ökologische Analysen zum Servicebereich im Gastgewerbe / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 224. - Bern: BUWAL, 1995.
- Erster Umweltbericht 1997. - Hildesheim: NLÖ, 1998.
- Etterlin G., Hürsch P., Topf M. Ökobilanzen: Ein Leitfaden für die Praxis. - Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: BI-Wiss., 1992.
- Ewen C., Buchert M., Dehoust G., Gensch C.-O., Simon K.H. Ökologische Bilanzen in der Abfallwirtschaft: Nicht toxikologische Parameter. - Berlin: Öko-Institut e.V., 1993.
- Feess-Dörr E., Steger U., Weihrauch P. Muss Verpackung Abfall sein? Strategien zur Reduktion der Umweltbelastungen durch Einwegverpackungen. - Wiesbaden: Gabler, 1991.
- Fischer G. Ökologie und Management. Zürich: Versus, 1996.
- Forschungsprojekt 1987, gefördert durch die Ministerien für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft sowie Wirtschaft, Mittelstand und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Forschungsprojekt 1989, gefördert durch die Ministerien für Wirtschaft, Technologie und Verkehr sowie das Ministerium für Umwelt des Landes Niedersachsen.
- Forschungsprojekt 1991, gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.
- Franke M. Ökobilanzen: Forschung - Standardisierung – Praxis / Forschung Frankfurt. Sonderdruck aus 4/96. - Frankfurt: Johann Wolfgang Goete Universität, 1996.

- Franke M. Umweltauswirkungen durch Getränkeverpackungen: Systematik zur Ermittlung der Umweltauswirkungen von komplexen Prozessen am Beispiel von Einweg- und Mehrweg-Getränkebehältern. - Berlin: E.F. Verlag, 1984.
- Friedrich A. et al. Ökologische Bilanz von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester als Ersatz von Dieselmotortreibstoff. - Berlin: Umweltbundesamt, 1993.
- Fritscher U., Rausch L., Simon K. Umweltwirkungsanalyse von Energiesystemen (GEMIS). - Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Wirtschaft und Technik, 1989.
- Fröhling W. Umweltschutz: Grundlagen moderner Ökologie. - Köln: Fortis, 1998.
- Fromm E., Kratochvil R., Lindenthal T., Milestad M., Brunner P.H. Nachhaltigkeit erkennbar und planbar machen. Beitrag zum 2.SUSTAIN Bericht „Umsetzung nachhaltiger Entwicklung in Österreich“. Wien, im Juli 2000.
- Gebler W. Ökobilanzen in der Abfallwirtschaft: Methodische Ansätze zur Durchführung einer Programm-Umweltverträglichkeitsprüfung. - Bielefeld: Erich Schmidt Verlag, 1990.
- Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS). Version 2.0. - Darmstadt et al.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, 1992.
- Geschäftsbericht 1992. – Stuttgart: Landesgirokasse Stuttgart, 1992.
- Giegrich J. et al. Bilanzbewertung in produktbezogenen Ökobilanzen: Evaluation von Bewertungsmethoden, Perspektiven. - Berlin: UBA, 1995.
- Goedkoop M., Demmers M., Collignon M. The Eco-Indicator 95. Manual for Designers. Amersfoort, 1995.
- Golding A. Gutachterliche Stellungnahme zu Umweltauswirkungen durch Getränkeverpackungen. - Heidelberg: ifeu, 1989.
- Golding A. Umweltauswirkungen durch Verbundverpackungen für Milch und Fruchtsäfte / A. Golding, A. Fußer (Hrsg.). Verpackungen: Umweltbelastungen und Strategien zur Vermeidung. - Karlsruhe: Müller, 1992. – S.42-54.
- Gottwald E. Vergleichende Untersuchung über die Umweltauswirkungen durch Verpackungssysteme für Bier und CO₂-freie Erfrischungsgetränke. - Dissertation, 1986.
- Gräf R. Taschenbuch der Abwassertechnik: Umwelttechnik in der Oberflächenveredelung. - München, Wien: Hanser, 1998.
- Graphische Betriebe Mohndruck GmbH. Umweltbericht und Ökobilanz '92. – Gütersloh: Mohndruck Graphische Betriebe GmbH, 1992.
- Graphische Betriebe Mohndruck GmbH. Umweltbericht und Ökobilanz '92. Gütersloh: Mohndruck Graphische Betriebe GmbH, 1994.
- Grießhammer R., Pfeiffer R. Freiburger PLA-Kongreß 1992: Zur Methodik und Praxis von Produktlinienanalysen und Ökobilanzen. - Freiburg: Öko-Institut, 1992.
- Grotz S. Augsburger Kammgarn Spinnerei – Kammgarn / IÖW. Schriftenreihe des IÖW 15/97. Ökologische Entlastungseffekte durch Produktbilanzen. - Berlin: IÖW, 1997a. - S.1-35.

- Grotz S. Bosch Junkers – Verpackung von Gasheizgeräten / IÖW. Schriftenreihe des IÖW 15/97. Ökologische Entlastungseffekte durch Produktbilanzen. - Berlin: IÖW, 1997b. – S.1-47.
- Grotz S., Scholl G. Ökologische Entlastungseffekte durch Produktbilanzen / IÖW. Schriftenreihe des IÖW 15/97. – Berlin: IÖW, 1997.
- Grundsätze produktbezogener Ökobilanzen / DIN-Mitteilungen. Nr. 3. - Berlin: DIN, 1994.
- Guidelines for Life-Cycle Assessment. 'A Code of Practice'. - Brüssel: SETAC, 1993.
- Guinée J., Huppes G. Integral analysis of the environmental effects of household packaging / Thomé-Kozmiensky K.J. (Hrsg.). Recycling International. - Vol. I. – Berlin, 1989.
- Hackl A. Systeme zur Reinigung von Rauchgasen / K.J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.). Müllverbrennung und Umwelt 5. - Berlin: EV-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, 1991. – S.147-169.
- Hallay H. Die Öko-Bilanz: Ein Betriebliches Informationssystem. Schriftenreihe des IÖW 27/89. 1989.
- Hallay H., Pfriem R. Öko-Controlling: Umweltschutz in mittelständischen Unternehmen. - Frankfurt a.M., New York, 1992.
- Handreichung Bewertung in Ökobilanzen. Hintergrundpapier - Berlin: UBA, 2000.
- Häusler A., Scherer-Lorenzen M. Nachhaltige Forstwirtschaft in Deutschland im Spiegel des ganzheitlichen Ansatzes der Biodiversitätskonvention. - Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 2002.
- Heigl A. Konzepte betrieblicher Umweltrechnungslegung. - DB, 1974. – S.2265ff.
- Heijungs R., Guinée J.B., Huppes G., Lankreijer R.M., Udo de Haes H.A., Wegener Sleeswijk A., Ansems A.M.M., Eggels P.G., van Diun R., de Goede H.P. Environmental Life Cycle Assessment of Products: Backgrounds and Guide. - Leiden: Centrum for Milieukunde, 1992.
- Heil J., Simonis D. Konventionelle und neue thermische Verfahren im Vergleich / B. Bilitewski, M. Faulstich, A. Urban (Hrsg.). Thermische Restabfallbehandlung. - Berlin: Erich Schmidt, 1996. – S.228-252.
- Henn C., Fava J. Life Cycle Analysis and Resource Management. - New York: MvGraw-Hill, 1984.
- Hermann T., Karsten N., Pant R., Plickert S., Thrän D. und andere. Einführung in die Abfallwirtschaft: Technik, Recht und Politik. - Thun, Frankfurt am Main: Harri Deutsch, 1995.
- Heßbrügge F.W. Lüftungstechnische Maßnahmen / G. Rettenberger (Hrsg.). Deponiegastechnik. - Bonn: Economica, 1993. – S.35-52.
- Hildebrand R. Wasser und Abwasser: Konzepte und Handlungsvorschläge für den kommunalen Umweltschutz. - Köln: Kohlhammer, 1994.
- Hoffmann F. Schockierende Auto-Biographie // Stern. – 1993. – Nr. 23/93. - S.174ff.
- Hofmann F., Kill J., Meder R., Plachter H., Volz K.-R. Waldnutzung in Deutschland: Bestandsaufnahme, Handlungsbedarf und Maßnahmen zur Umsetzung des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung. - Stuttgart: Metzler-Poeschel, 2000.

Huisinga R. Technikfolgenbewertung, Bestandsaufnahme, Kritik, Perspektiven. - Frankfurt: Gesellschaft zur Förderung arbeitsorientierter Forschung und Bildung, 1985.

Hunt R.G., Franklin W.E., Welch R.O., Cross J.A., Woodal A.E. Resource and environmental profile analysis of nine beverage container alternatives. Report of Midwest Research Institute. - Washington: Midwest Research Institute, 1974.

ISO 14001 : 1996. Environmental management systems – Specification with guidance for use.

ISO 14040 : 1997. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and framework.

ISO 14041 : 1998. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Goal and scope definition and life cycle inventory analysis.

ISO 14042 : 2000. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life cycle impact assessment.

ISO 14043 : 2000. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life cycle interpretation.

ISO 9000 : 1987. Quality management and quality assurance standards - Guidelines for selection and use.

ISO/TR 14047 : 2003. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Examples of application of ISO 14042.

ISO/TR 14048 : 2002. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Data documentation format.

ISO/TR 14049 : 2000. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis.

Jacobitz K. Entsorgung von Siedlungsabfällen aus der Sicht der Wassergütwirtschaft / ARL (Hrsg.). Aspekte einer raum- und umweltverträglichen Abfallentsorgung. Teil II. - Hannover: ARL, 1993. – S.181-193.

Jasch C. Was ist und kann eine Ökobilanz? Ökobilanz, Umweltcontrolling und Environmental Auditing. - Wien: IÖW, 1992.

Kaltschmidt M., Reinhardt G. Nachwachsende Energieträger: Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung. 1997.

Kapp W.K. Zur Theorie der Sozialkosten und der Umweltkrise / W.K. Kapp, F. Vilmar (Hrsg.). Sozialisierung der Verluste? Die Sozialkosten eines privatwirtschaftlichen Systems. - München, 1972.

Kassebohm B., Wolfering G. Aktivkoksverfahren zur weitergehenden Abgasreinigung / E. Keller, W. Schenckel (Hrsg.). Abfallwirtschaft und Recycling. - Essen: Vulkan, 1992. – S.118-126.

Kensy P. Ökobilanzen: eine kritische Bestandsaufnahme / CUTEC-Schriftenreihe Nr. 9. - Göttingen: Cuvillier Verlag, 1993.

Kindler H., Nikles A. Energiebedarf bei der Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen // Chem.-Ing.-Tech. – 1979. - Heft 51. - S.1-3.

- Kloepfer M. Betriebliches Umweltschutz als Rechtsproblem. - DB, 1993. – S.1125ff.
- Klöppfer W. Produktlinieanalyse und Ökobilanz: Methodische Ansätze zur rationalen Beurteilung von Produkten unter Umweltasp // Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxologie. ecomed-Verlag, 1991. - 3.Jg. - H.2. - S.114-118.
- Klöppfer W., Renner I. Methodik der Wirkungsbilanz im Rahmen von Produkt-Ökobilanzen unter Berücksichtigung nicht oder nur schwer quantifizierbarer Umwelt-Kategorien / H. Neitzel (Hrsg). Methodik der produktbezogenen Ökobilanzen: Wirkungsbilanz und Bewertung. UBA-Texte 23/95. - Berlin: UBA, 1995. - S.1-80.
- Knoflacher M., Tuschl P., Schneeberger W., Cabela E. Ökonomische und ökologische Bewertung von alternativen Treibstoffen. – Wien, 1991.
- Knopp L. Ökobilanzen als Instrument umweltorientierter Unternehmensführung // Betriebsberater, 1999. - 54.Jg. – H.33. - S.1699-1702.
- Koch T.C., Seeberger J. Ökologische Müllverwertung: Handbuch für optimale Müllkonzepte. - Karlsruhe: C.F. Müller, 1984.
- Kocsis G. Wasser nutzen, verbrauchen oder verschwenden? Neue Wege zu einem schonenden und sparsamen Umgang mit Wasser und einer naturnahen Abwasserreinigung. - Karlsruhe: Müller, 1990.
- Konzept der Nachhaltigkeit: Vom Leitbild zur Umsetzung / Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages. Zur Sache 4/98. - Deutscher Bundestag, 1997.
- Kopytziok N. Abfall und nachhaltige Entwicklung: Globale Aspekte für die regionale Umweltplanung auf der Grundlage stoffstrombezogener Prozessbeobachtungen. - Berlin: Rhombos, 2000.
- Kopytziok N. Sachgebiet Abfall: Vermeidung ökologischer Belastungen. - Berlin: Rhombos, 1995.
- Krcmar H., Dold G. Aspekte der Ökobilanzierung: Ansprüche, Ziele und Computerunterstützung. - Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag, 1996.
- Kunhenn H. Ökobilanzen: Ursachen, Ausprägungen und Auswirkungen von Freiräumen auf den Einsatz von Ökobilanzen durch Unternehmen. - Bochum: Institut für angewandte Innovationsforschung, 1997.
- Kunz P. Behandlung von Abwasser: Emissionsarme Produktionsverfahren, mechanisch-physikalische, biologische, chemisch-physikalische Abwasserbehandlung, technische Realisierung, rechtliche Grundlagen. - Würzburg: Vogel, 1995.
- Kursawa-Stucke H.-J., Liebert N., Jensen A. Der Grüne Punkt und die Recycling-Lüge: Abfallwirtschaft in der Krise. - München: Knaur, 1994.
- Kwiatkowski. Produktionsintegrierter Umweltschutz aus technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht / Korman (Hrsg.). Umwelthaftung und Umweltmanagement. UPR Special Band 5. - 1994.
- Kytzia S. Die Ökobilanz als Bestandteil des betrieblichen Informationsmanagements. - Chur, Zürich: Rüeegg AG, 1995.

- Lehmann S. Die Ökobilanz zur Beurteilung der Umweltrelevanz von Unternehmen / S. Schaltegger, A. Sturm (Hrsg.). Neuere praxiserprobte Ansätze der Ökobilanzierung. - Basel: Ellipson, 1992. - S.19-28.
- Lehmann S. Ökobilanz und Öko-Controlling // IÖW Informationsdienst. Nr. 2/91. - Berlin: IÖW, 1991. - S.14-15.
- Lentz R., Franke M., Thome-Kozmiensky J. Vergleichende Umweltbilanzen für Produkte am Beispiel von Höschen- und Baumwollwindeln: Stellt die Anwendung von Baumwollwindeln statt Höschenwindeln eine geringere Umweltbelastung dar? - Berlin: EF-Verlag, 1989.
- Life-Cycle Assessment. Inventory Guidelines and Principles. – Washington: EPA, 1993.
- Lundholm M.P., Sundström G. Ressourcen- und Umweltbeeinflussung durch zwei Verpackungssysteme für Milch: Tetra Brik und Pfandflasche. – Malmö, 1986.
- Lundholm M.P., Sundström G. Ressourcen und Umweltbeeinflussung: Tetrabrik Aseptic Kartonverpackungen sowie Pfandflaschen und Einwegflaschen aus Glas. – Malmö, 1985.
- Lundie S. Ökobilanzierung und Entscheidungstheorie. – Springer, 1999.
- Lützkendorf T., Kohler N., Hollinger M. Methodische Grundlagen für Energie- und Stoffanalysen: Handbuch. - Lausanne, Weimar, 1992.
- Marsmann M. Ökobilanzen und Ökovergleiche // Nachr. Chem. Tech. Lab. 42. – 1994. - Nr. 11. - S.11f.
- Martens J. Deponiegasverwertung unter Berücksichtigung des gesamten Energiehaushaltes einer Deponie / G. Rettenberger, R. Stegmann (Hrsg.). Erfassung und Nutzung von Deponiegas. - Bonn: Economica, 1994. – S.104-110.
- Methode der ökologischen Knappheit: Ökofaktoren. – Ö.B.U., BUWAL, 1997.
- Methodik der produktbezogenen Ökobilanzen / UBA Texte Nr. 23/95. - Berlin: UBA, 1995.
- Methodik für Ökobilanzen auf der Basis der ökologischen Optimierung / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 133. - Bern: BUWAL, 1990.
- Migros-Jahresbericht. – Zürich: Migros-Gemeinschaft, 1992.
- Migros-Umweltpolitik. – Zürich: Migros-Gemeinschaft, 1992.
- Müller-Wenk R. Die ökologische Buchhaltung: Ein Informations- und Steuerungsinstrument für umweltkonforme Unternehmenspolitik. - Frankfurt a.M., New York: Campus Verlag, 1978.
- Müller-Wenk R. Ökobilanz für Unternehmen: Methodik / Schriftenreihe Ö.B.U./A.S.I.E.G.E. 7/92. - St.Gallen: ÖBU, 1992.
- Oberbacher B. Ökologischer Nutzwert der Einwegflasche: ein systemanalytischer Ansatz // Müll und Abfall. – 1975. - H.8. - S.234 – 238.
- Oberbacher B., Schönborn W. et al. Abbaubare Kunststoffe und Müllprobleme: Beiträge zur Umweltgestaltung. Heft A 23. - Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1974.
- Ökobericht 1992. – Immenstadt: KUNERT AG, 1992.
- Ökobericht 1993. – Immenstadt: KUNERT AG, 1993.
- Ökobericht 1994. – Immenstadt: KUNERT AG, 1994.

- Ökobilanz Auto. - Zürich: Greenpeace International und Greenpeace Schweiz, 1991.
- Ökobilanz für Getränkeverpackungen. Teil: II. Hauptteil / UBA. Texte Nr. 37/00. - Berlin: UBA, 2000a.
- Ökobilanz für Getränkeverpackungen. Teil: II. Materialsammlung / UBA. Texte Nr. 38/00. - Berlin: UBA, 2000b.
- Ökobilanz für Unternehmen: Resultate der Ö.B.U.-Aktionsgruppe / Ö.B.U. Schriftenreihe Ö.B.U./A.S.I.E.G.E. 7/92. - St. Gallen: Ö.B.U., 1992.
- Ökobilanz stärkehaltiger Kunststoffe: Bewertung mit überarbeiteter wirkungsorientierter Methodik / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 271. - Bern: BUWAL, 1996.
- Ökobilanz von Packstoffen / BUWAL. Schriftenreihe Nr. 52. - Bern: BUWAL, 1986.
- Ökobilanz von Packstoffen / BUWAL. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 132. - Bern: BUWAL, 1991.
- Ökobilanzen für Getränkeverpackungen / UBA. Texte 52/95. Berlin: UBA, 1995.
- Ökobilanzen für graphische Papiere: Vergleich von Verwertungs- und Beseitigungsverfahren für graphische Altpapiere sowie Produktvergleiche für Zeitungsdruck-, Zeitschriften- und Koperpapiere unter Umweltgesichtspunkten / UBA. Texte Nr. 22/00. - Berlin: UBA, 2000.
- Ökobilanzen für Produkte: Bedeutung – Sachstand – Perspektiven / UBA. Texte Nr. 38/92. – Berlin: UBA, 1992.
- Ökobilanzen für Verpackungen: Teilbericht: Energie – Transport – Entsorgung. - Heidelberg: ifeu, 1994.
- Ökobilanzen graphischer Papiere: Endbericht / UBA. - Berlin: unveröffentlicht, 1998.
- Ökobilanzen von Packstoffen / BUS. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 24/84. - Bern: BUS, 1984.
- Ökobilanzen von Packstoffen in Theorie und Praxis: eine Iststandserhebung. – Wien: IÖW, 1993.
- Öko-Controlling. – Neumarkt: Neumarkter Lammsbräu, 1992.
- Ökoinventare für Verpackungen / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 250. - Bern: BUWAL, 1998.
- Ökologische Bewertung mit Hilfe der Grauen Energie: Analysieren, Bewerten, Entwerfen, Überprüfen und Vereinfachen von Ökobilanzen / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 307. Bern: BUWAL, 1999.
- Ökologische Bilanzen in der Abfallwirtschaft. Forschungsbericht 203 10 606, neu: 294 31 606. - Berlin: UBA, 1999.
- Ökopprofile von Treibstoffen / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt-Materialien Nr. 104. - Bern: BUWAL, 1998.
- Orwat C. Informationsinstrumente des Umweltmanagements: Ökologische Bilanzierung und Controlling. - Berlin: Analytica, 1996.
- Produktbezogener Umweltschutz braucht einheitlichen Maßstab / BMU. Drucksache Nr. 9/1992. – BMU, 1992.

- Rehbinder E., Schmieling C. Ökobilanzen als Instrumente des Umweltrechts. - Berlin: Umweltbundesamt, Erich Schmidt, 2001.
- Reichardt H.-J. Vor- und Nachteile verschiedener Ökobilanzen / Schimmelfeld L., Machmer D. (Hrsg.). Öko-Audit und Öko-Controlling gemäß ISO 14000 und EG-Verordnung Nr. 1836/93. - Blottner: Eberhard Blottner Verlag, Taunusstein, 1992.
- Reiche J. Ökobilanzen als Orientierungshilfe: Methodischer Aufbau – Beispiele – Belastbarkeit. - Berlin: Umweltbundesamt, 1993.
- Reimann D.O. Thermische Behandlung der nicht vermeidbaren und nicht verwertbaren Reststoffe: unverzichtbarer Baustein in integrierten Abfallwirtschaftskonzepten / Aspekte einer raum- und umweltverträglichen Abfallentsorgung. Teil II. - Hannover: ARL, 1993. - S.280-308.
- Rettenberger G. Die Bedeutung der Methan-, Kohlendioxid- und HKW-Emissionen von Deponien für die Atmosphäre / G. Rettenberger, R. Stegmann (Hrsg.). Deponiegasnutzung: Emissionsminimierung, neue Planungen und Technologien. - Bonn: Economica, 1991. – S.9-25.
- Rettenberger G. Die Deponie als Bauwerk im Rahmen der TA-Abfall / G. Rettenberger, Beitzel H. (Hrsg.). Bau- und Baubetriebstechnik bei Abfalldeponien. - Bonn: Economica, 1992. - S.7-15.
- Richtlinie 88/77/EWG. Richtlinie des Rates vom 3. Dezember 1987 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen.
- Rieckmann K. Öko-Bilanzen: Studien und Faltblätter über Getränkeverpackungen im Vergleich. - Freiburg: Öko-Institut Freiburg, 1990.
- Ringeisen P. Möglichkeiten und Grenzen der Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte bei der Produktgestaltung: Theoretische Analyse und Darstellung anhand eines konkreten Beispiels aus der Lebensmittelindustrie. - Hochschule St. Gallen: Dissertation Nr. 1064, 1988.
- Rolland C., Scheibengraf M. Biologisch abbaubarer Kohlenstoff im Restmüll. Berichte BE-236. - Wien: Umweltbundesamt, 2003.
- Rubik F. Die Anwendung der Produktbilanzen. IÖW Informationsdienst Nr. 1/1994. - Berlin: IÖW, 1994.
- Rubik F., Baumgartner T. Evaluation of Eco-Balances: Report to the Institute for Environmental Policy. – Luxemburg, 1991.
- Rubik F., Grotz G. Bibliographie zum Thema Produktbilanzen. Schriftenreihe des IÖW 70/94. - Berlin, Heidelberg, 1997.
- Rubik F., Teichert V. Ökologische Produktpolitik: Von der Beseitigung von Stoffen und Materialien zur Rückgewinnung in Kreisläufen. - Stuttgart: Schäfer-Poeschel, 1997.
- Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch von Baumaschinen / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 23. - Bern: BUWAL, 1994.
- Schalit L., Wolfe K. SAM/IA: A Rapid Screening Method for Environmental Assessment for Fossil Energy Process Effluence. EPA-600/7-78-015. - Washington: EPA, 1978.

- Schaltegger S. Economics of Life Cycle Assessment: Inefficiency of the present approach // Business Strategy and the Environmental. – 1997. - Vol.6. – P.1-8.
- Schaltegger S. et al. Innovatives Management staatlicher Umweltpolitik. – Basel, 1996.
- Schaltegger S. Zeitgemäße Instrumente des betrieblichen Managements // Die Unternehmung. – 1994. - Nr. 2. - S.117-131.
- Schaltegger S., Burritt R. Contemporary Environmental Accounting: Issues, Concepts and Practice. – Greenleaf Publishing, 2000.
- Schaltegger S., Sturm A. Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen: Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung. - Bern, Stuttgart, Wien: Haupt, 1994.
- Schmidt-Bleek F. Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS - das Maß für ökologisches Wirtschaften. - Berlin, Basel, Boston: Birkhäuser Verlag, 1994.
- Schmitz H. «Зеленая точка» Германии: жизнеспособность через рециклинг упаковки // Тара и упаковка. – 2002. - № 3. – С.30-31.
- Schmitz S. Vergleich der Umweltauswirkungen von Einweg- Mehrwegverpackungen. - Berlin: Umweltbundesamt, 1992.
- Schmitz S., Oels H.-J., Tiedermann A. Ökobilanz für Getränkeverpackungen / UBA-Texte 52/95. - Berlin: Umweltbundesamt, 1995.
- Schnauffer R. Charakterisierung von Deponiesickerwasser im Hinblick auf den Austrag verschiedener Schadstoffe. - München: Oldenbourg, 1994.
- Scholl G. AEG Hausgeräte – Staubsaugerrohre / IÖW. Schriftenreihe des IÖW 15/97. Ökologische Entlastungseffekte durch Produktbilanzen. - Berlin: IÖW, 1997a. - S.1-30.
- Scholl G. Henkel – Waschmittel/Tenside / IÖW. Schriftenreihe des IÖW 15/97. Ökologische Entlastungseffekte durch Produktbilanzen. - Berlin: IÖW, 1997b. - S.1-44.
- Scholl G. Neumarkter Lammsbräu – Öko-Bier / IÖW. Schriftenreihe des IÖW 15/97. Ökologische Entlastungseffekte durch Produktbilanzen. - Berlin: IÖW, 1997c. - S.1-33.
- Schreier W. Emissionen von Deponiegasfackeln / G. Rettenberger, R. Stegmann (Hrsg.). Erfassung und Nutzung von Deponiegas. - Bonn: Economica, 1994. - S.51-68.
- Schuhmann R. Deponiegasverwertung mittels Hochtemperaturverbrennung und Abwärmenutzung / G. Rettenberger, R. Stegmann (Hrsg.). Erfassung und Nutzung von Deponiegas. - Bonn: Economica, 1994. – S.347-357.
- Schulz E., Kreeb M. Grundlagen der Ökobilanzierung / H.-P. Wruk, H. Ellringmann (Hrsg.). Praxishandbuch Umweltschutz-Management. - 1998.
- Schulz W. Bestimmung der abiotischen Wasserstoffbildung von Abfällen und deren Mischungen als Datengrundlage zur Kontrolle des Gashaushaltes von Deponien und zur Gefährdungsabschätzung. - Berlin: Weißensee, 2003.
- Seifert H. Energetische Nutzung von Abfall durch schadstoffarme Verfahren: ein Beitrag zur regenerativen Energie / J. Wolfrum, S. Wittig (Hrsg.). Energie und Umwelt: Wo liegen optimale

Lösungen? 4. Sysmposion der deutschen Akademien der Wissenschaften. - Berlin, Heidelberg: Springer, 1997. – S.127-143.

Seuring S. Betriebliche Ökobilanzen: Grundlagen zu Begriffen, Methoden und Anwendungen / M. Sietz (Hrsg.). Umweltschutz, Produktqualität und Unternehmenserfolg: Vom Öko-Audit zur Ökobilanz. - Berlin; Heidelberg: Springer, 1998. - S.65-114.

Sietz M., von Saldern A. Umweltschutz-Management und Öko-Auditing. - Berlin, Heidelberg: Springer, 1993.

Sources of Data for the Life-cycle Analysis of Canadian Packaging Products / CCME. - Ottawa: CCME, 1995.

Spiller A. Ökologieorientierte Produktpolitik: Forschung, Medienberichte und Marktsignale. - Marburg: Metropolis, 1996.

Stanners D., Bourdeau P. Europe's Environment: The Dobris assessment. - Kopenhagen: European Environmental Agency, 1995.

Steckert U. Müllverbrennung: Methode aus dem Mittelalter? - Baden-Baden: Nomos, 1995.

Steger U., Feess-Dörr E. Strategien zur Stabilisierung und Ausweitung der Mehrwegsysteme in der Getränkedistribution. Nr. 3 der Arbeitspapiere des Instituts für Ökologie und Unternehmensführung. - Öestrich-Winkel: hrsg. v. U. Steger, 1988.

Stegmann R. Abbau- und Umsetzungsprozesse im Deponiekörper / E. Keller, W. Schenckel (Hrsg.). Abfallwirtschaft und Recycling. - Essen: Vulkan, 1992. – S.198-205.

Stellungnahme der Sachverständigen zu dem Fragenkatalog (KDrs 12/1) für die öffentliche Anhörung am 24. und 25. September 1992 zu dem Thema „Ökobilanzen/Produktlinienanalyse“ / Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages. Drs. 12/3. – Deutscher Bundestag, 1992.

Stern R. Bewertung des Beitrags von Produkten zur Photooxidantienbildung im Rahmen von Ökobilanzen auf der Basis photochemischer Modellrechnungen. Methodenpapier zur Ökobilanz „Graphische Papiere“ im Auftrag des Umweltbundesamtes UFOPLAN FKZ 10350120. – 1997.

Strangfeld A. Ein Waschmittel auf Seifenbasis im Vergleich zur konventionellen Konkurrenz: Anwendung der Ökobilanz-Methodik aus einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes auf das Ökowaschpulver SODASAN. - Universität Hannover: Diplomarbeit, 1997.

Strecker A. Ökobilanzen: Sinn und Unsinn. Verpackungs-Rundschau 3. – 1992.

Stubenvoll J., Böhmer S., Szednyj I. Stand der Technik bei Abfallverbrennungsanlagen. Studie im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. - Wien, 2002.

Sturm N. Zur Umweltverträglichkeit von Getränkeverpackungen: Eine Studie aus der Sicht eines Fruchtsaferherstellers. - Hamburg: Dr. Kovač, 1992.

Systemvergleich Einwegverpackungen-Mehrwegverpackungen. Schriftenreihe für Verpackungswesen Nr. 7. - Wien: Österreichisches Institut für Verpackungswesen, 1977.

TA Siedlungsabfall. Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz: Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14. Mai 1993, Banz. Nr. 99a.

Tegethoff B. Erwartungen nicht erfüllt: Ökobilanzen aus Sicht der Verbraucher // Ökologisches Wirtschaften. – 1997. – H.6. – S.25.

Tetra Pak Deutschland. Die volle Packung in Zahlen. - Hochheim/Main, н.г.

Thalmann W.R., Humbel V. Herstellung der Aluminium: Ökologische Bilanzbetrachtungen. - Zürich: EMPA, 1985c.

Thalmann W.R., Humbel V. Herstellung der Kunststoffe LD-PE, HD-PE, PVC und HI-PS: Ökologische Bilanzbetrachtungen. - Zürich: EMPA, 1985a.

Thalmann W.R., Humbel V. Herstellung von Glas: Ökologische Bilanzbetrachtungen. - Zürich: EMPA, 1985d.

Thalmann W.R., Humbel V. Herstellung von Papieren und Karton: Ökologische Bilanzbetrachtungen. - Zürich: EMPA, 1985b.

Thalmann W.R., Humbel V. Herstellung von Stahl und Weissblech: Ökologische Bilanzbetrachtungen. - Zürich: EMPA, 1985e.

Thome-Kozmiensky K., Gottwald E. Vergleichende Untersuchung über die Umweltauswirkungen durch Verpackungssysteme für Bier und CO₂-freie Erfrischungsgetränke. – Berlin, 1989.

Umweltbericht 1998 / BMU. Drucksache Nr. 13/10735. – BMU, 1998.

Umwelt-Controlling: Aktive Nutzung von Umweltbilanzen für Unternehmen in rahmen einer präventiven Umweltpolitik. - Hannover: Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr, 1992.

Umweltgutachten. Rat von Sachverständigen in Umweltfragen. - Stuttgart: Metzler-Poeschel, 1994.

Umweltgutachten. Rat von Sachverständigen in Umweltfragen. - Stuttgart: Metzler-Poeschel, 1996.

Umweltplan Münster / Werkstattberichte zum Umweltschutz 5/1996. – Münster, 1996.

Urban-Kiss S. Erfahrungen mit der Herstellung einer Kombinationsabdichtung (Oberflächenabdichtung) nach TA-Abfall-Kriterien / G. Rettenberger, H. Beitzel (Hrsg.). Bau- und Baubetriebstechnik bei Abfalldeponien. - Bonn: Economica, 1992. - S.69-86.

Vehlow J., Vogg H. Thermische zerstörung organischer Schadstoffe / K.J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.). Müllverbrennung und Umwelt 5. - Berlin: EV-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, 1991. – S.447-467.

Vergleichende ökologische Bewertung von Anstrichstoffen im Baubereich. Bd. 1: Methode / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 186. - Bern: BUWAL, 1992.

Vergleichende ökologische Bewertung von Anstrichstoffen im Baubereich. Bd. 2: Daten / BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 232. - Bern: BUWAL, 1995.

Verpackungen für Getränke. 4. Fortschreibung, 1980-1984 / UBA. Texte Nr. 28/85. - Berlin: UBA, 1985.

- Vogg H. Produkte der Rauchgasreinigung: offenes Endproblem der Abfallverbrennung / E. Keller, W. Schenckel (Hrsg.). Abfallwirtschaft und Recycling. - Essen: Vulkan, 1992. – S.180-185.
- von Wysocki K. Sozialbilanzen: Inhalt und Formen gesellschaftsbezogener Berichterstattung. - Stuttgart, New York: Fischer, 1981.
- Wagner H.-J., Borsch P. Energie und Umweltbelastung. - Berlin, Heidelberg: Springer, 1998.
- Walder E., Hofstetter P., Frischknecht R. Bewertungsmodelle für Ökobilanzen: Arbeitspapier 2/91 der Projektgruppe „Umweltbelastung durch End- und Nutzenergiebereitstellung“. - Zürich: Labor für Energiesysteme, 1991.
- Was Sie schon immer über Abfall und Umwelt wissen wollten. - Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer, 1993.
- Weber J. Bau und Sanierung von Leitungen in Deponien / G. Rettenberger, H. Beitzel (Hrsg.). Bau- und Baubetriebstechnik bei Abfalldeponien. - Bonn: Economica, 1992. – S.169-200.
- Widder G., Lewandowski J. Deponiegasverwertung mittels Turbinen, Fallbeispiel Deponie Wiesbaden / G. Rettenberger, R. Stegmann (Hrsg.). Erfassung und Nutzung von Deponiegas. - Bonn: Economica, 1994. - S.331-343.
- Widder G., Wiemer K. Deponie/Abgasmessprogramm in Hessen / G. Rettenberger, R. Stegmann (Hrsg.). Deponiegasnutzung: Emissionsminimierung, neue Planungen und Technologien. - Bonn: Economica, 1991. S.103-127.
- Woerner C. Vermeidung, Entsorgung und Wiederverwertung von Hausmüll und hausmüllähnlichen Abfällen: Betrachtungen zur Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Deutschen Abfallwirtschaft. - Mannheim: Geographisches Institut der Universität Mannheim, 1995.
- Wöhe G. Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. München, 1990.
- Wollny V. Abschied vom Müll: Perspektiven für Abfallvermeidung und eine ökologische Stoffflusswirtschaft. Ein bericht des Öko-Instituts. - Göttingen: Werkstatt, 1992.
- Zimmermann J. Müllverbrennung: Was Sie schon immer über Müllverbrennung und deren Alternativen wissen wollten. - Düsseldorf: Werner, 1996.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЖИЗНЕННОМ ПУТИ УПАКОВКИ НАПИТКОВ ИЗ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. Производство упаковочного картона и разлив напитков в Германии и России

Производство упаковочного картона осуществляется методом экструзионного ламинирования. Сначала картон с двух сторон покрывается слоем полиэтилена, обеспечивающим термосвариваемость упаковки. Затем на внутреннюю сторону картона наносится алюминиевая фольга и еще один слой полиэтилена, чтобы исключить контакт напитка с алюминиевым покрытием (Golding, 1992, с.45f.; Федотова, 2001, с.17).

Для разлива напитков готовый упаковочный картон, поставляемый в рулонах, стерилизуется в специальном закрытом отсеке разливочного автомата, после чего ему придается форма трубы. Для стерилизации применяется перекись водорода, разлагающаяся в дальнейшем на безвредные составные части - воду и кислород. Действием атомарного кислорода гарантируется при этом полное уничтожение находящихся в упаковке микроорганизмов. Затем из трубы формируются и запаиваются снизу коробочки. Следующим этапом является их заполнение напитком, кратковременный нагрев (от нескольких секунд до минуты в зависимости от напитка) и полная укупорка. Упаковка из комбинированных материалов на основе картона может открываться различными способами. Наиболее простым из них является перфорация: до ламинирования картона на нем вытисняется линия отрыва. Пригодные для многократного закрывания закручивающиеся или захлопывающиеся крышечки, а также отрывные ярлычки, как правило, приклеиваются к готовой упаковке (Тетерин, 2004).

Лидер в производстве разливочных установок для рассматриваемой упаковки, как в Германии, так и в России, - фирма «Tetra Pak». В Германии имеются два предприятия, изготавливающих картон из комбинированных материалов (в городах Лимбург и Берлин).⁸⁷ Количество разливочных линий фирмы Tetra Pak составляет около 400. В последние годы это количество постепенно снижается за счет замены старых линий на новые с большей производительностью (Tetra Pak Deutschland, н.г., с.3).

В России также имеются две фабрики по производству картона из комбинированных материалов - в городах Тимашевск (Краснодарский край) и Королев (Московская область) (Московское новоселье «Тетра-Пак», 2001, с.68). Закупку упаковочного картона в России

⁸⁷См. Tetra Pak in Deutschland: Tetra Pak in Deutschland - Daten und Fakten, <http://www.tetrapak.de/unternehmen/fakten/>.

осуществляют около 300 предприятий пищевой промышленности. На российских заводах установлено порядка 500 разливочных линий.⁸⁸ Отличительной российской особенностью является то, что данная группа упаковочной продукции используется преимущественно крупными молокозаводами, оснащенными импортной расфасовочной техникой. В условиях, когда разлив молочных продуктов, соков и вина осуществляется на идентичных автоматах, причем производство сока является более рентабельным, это позволяет нашим предприятиям более полно использовать производственные мощности и реагировать на сезонное изменение потребления напитков (Тетерин, 2004).

В. Сбор, сортировка и переработка отходов упаковки в Германии и России

Важнейшей предпосылкой эффективной переработки отходов упаковки является хорошая организация системы их сбора, сортировки и транспортировки. Под *сбором отходов упаковки* понимаются все стадии жизненного цикла отхода с момента их образования до момента загрузки в мусоровоз. К *транспортировке отходов* относятся все последующие стадии их жизненного цикла до момента выгрузки в приемном пункте предприятия, осуществляющем их переработку или обезвреживание (Was Sie..., 1993, с.46f.). В данном разделе рассмотрим особенности сбора, транспортировки, сортировки и переработки отходов упаковки в Германии и России.

§ В-1. Обращение с отходами упаковки в Германии

В начале 90-х гг. в ФРГ была основана так называемая *Немецкая дуальная система* (DSD), в рамках которой на всю упаковку, помеченную знаком «Зеленая точка», распространяется гарантия возврата и переработки, расходы на которые оплачены производителем упаковки в виде лицензионного сбора. Величина лицензионных сборов определяется объемом, размером и массой упаковки. Получаемые средства направляются не только на сбор, сортировку, переработку или обезвреживание отходов, но и на экологическую рационализацию упаковки (Brand, Göschl et al., 2002, с.53-86; Kursawa-Stucke, Liebert et al., 1994, с.71; Steckert, 1995, с.17f.; Woerner, 1995, с.25-37).

Сбор использованной упаковки, в том числе упаковки из комбинированных материалов, осуществляется либо на сборных пунктах, либо непосредственно в домах и квартирах жителей; в последнем случае им бесплатно предлагаются одноразовые мешки или многоразовые контейнеры (Woerner, 1995, с.26ff.). Качество продукции, изготавливаемой из вторичного сырья, напрямую зависит от степени его чистоты. Так,

⁸⁸См. Tetra Pak in Russland: Tetra Pak v Rossii [Tetra Pak in Russland], <http://tetrapak.su/main.phtml?did=3>.

переработка прозрачного стекла осложняется попаданием в предназначенные для него контейнеры фарфоровых черепков или осколков зеленого стекла. Для того чтобы получить при переработке пластика качественный продукт, необходима его сортировка (ПЭВП, ПЭНП, полипропилен, поливинилхлорид и т.п.). В этом плане упаковка из комбинированных материалов имеет много преимуществ: она легко поддается идентификации и сортировке (Both, Gebers et al., 1995, с.86).

В Германии 100% домохозяйств обслуживаются предприятиями *по вывозке мусора* с помощью мусоровозов, средняя загрузочная емкость которых составляет 20 т. В мусоровозах отходы уплотняются при помощи вращающегося барабана или системы пластин. Многие мусоровозы оснащены несколькими камерами для приема различных видов отходов (Brehm, Kerler, 1985, с.45).

§ В-2. Сбор отходов упаковки в России

Сбор и переработка отходов в Российской Федерации были организованы в 70-х гг. в системе Госнаба СССР, который обязывал предприятия, отрасли и регионы включать в сферу их интересов процессы по переработке отходов. Госнабом СССР был накоплен значительный научно-технический и хозяйственный опыт в этой области. Сбор утильсырья осуществлялся силами граждан, причем за него предусматривалось материальное вознаграждение (Улицкий, 1997, с.5).⁸⁹ В сфере упаковки напитков в то время применялась преимущественно многоразовая залоговая стеклянная тара. Транспортная упаковка, в основном, направлялась на переработку.

В начале 90-х гг. эта система рухнула. Пункты приема утильсырья были закрыты, контакты между его поставщиками и перерабатывающими предприятиями потеряны. В итоге сбор и переработка большинства видов вторичного сырья резко упали, продолжались лишь сбор и переработка металлолома, зачастую бесконтрольно экспортируемого (Вторичная..., 2002, с.3). Одновременно резко упал возврат залоговой тары производителю.

На протяжении 90-х гг. в России росло потребление упаковки, появлялись новые виды упаковочных материалов, в частности, различные пластики. В результате проблема отходов упаковки усугублялась: возрастало загрязнение окружающей среды при производстве и обезвреживании упаковки, возникал дефицит территорий, отводимых под полигоны отходов, пропадало потенциальное вторичное сырье.

⁸⁹В бывшей ГДР существовала аналогичная система сбора вторичного сырья (SERO), см. об этом Both, Gebers et al., 1995, с.112f.; Dierkes, Weyers, 1992, с.50f.

Решению этих проблем должно способствовать принятие закона об упаковке и упаковочных отходах, проект которого разрабатывается Комитетом Совета Федерации по науке, культуре, образованию, здравоохранению и экологии. Разработчики закона опираются на опыт развитых стран в решении данной проблемы, в особенности, на немецкий опыт, предлагая в качестве основной концепции ответственность производителей и промышленных потребителей за сбор и утилизацию упаковки (Голованчиков, Гончаренко и др., 2001, с.6; Голованчиков, Соколов, 2002, с.10; Соколов, 2003, с.17).⁹⁰

Во многих городах по инициативе муниципальной власти или частных предприятий ведется прием отдельных видов утильсырья. Например, в Москве есть пункты приема макулатуры, металлолома, стеклянных и текстильных отходов, а также синтетических материалов (Иванов, Кочуров и др., 2002а, с.17; Голованчиков, Гончаренко и др., 2003, с.7). Однако роль таких мероприятий в масштабе страны еще не велика: с одной стороны, эти усилия слишком рассредоточены, а с другой стороны, эффективность сбора вторсырья мала.⁹¹

В настоящее время *сбор бытовых отходов*, включая отходы упаковки, осуществляется, в основном, на сборных пунктах (контейнерных площадках в жилых кварталах). При этом сортировка по видам отходов не производится. Опорожнение контейнеров и *вывоз отходов* для захоронения, сжигания или переработки осуществляются от одного до трех раз в неделю.

Главным препятствием эффективного рециклирования отходов в нашей стране является отсутствие селективного сбора отходов, так как ценные фракции отходов, смешиваясь, например, с пищевыми отходами, теряют качество. Однако, во многих российских городах с конца 90-х гг. осуществляются попытки введения раздельного сбора отходов в домохозяйствах (см., в частности, Иванов, Кочуров и др., 2002b; Крючков, 2004; Англичане..., 2003; В Хабаровске..., 2003; В Петербурге..., 2003; Тихонов, 2002). Спектр проблем, затрудняющих повсеместное введение раздельного сбора отходов в России, простирается от специфики застройки (преимущественно многоэтажные дома, маленькие кухни, где сложно найти место для размещения нескольких контейнеров) и отсутствия мотивации у населения до финансовых сложностей с закупкой специальных контейнеров,

⁹⁰Рассмотрению немецкого (см., например, Брусиловская, 2003; Schmitz, 2002) и международного опыта (см. Крэмер, 2002; Окно..., 2002; Зарубежный..., 2002; Выгодно ли..., 2004; Шершнев, Ларионов и др., 1999; Улицкий, Козлов и др., 1997) в сфере менеджмента отходов упаковки в российской специальной прессе уделяется много внимания.

⁹¹Так, в городе Москве, где образуется около одной шестой всего количества бытовых отходов в России, в 2000 г. было собрано всего 20 тыс. т макулатуры, см. Желобанов, 2000. Для сравнения: в СССР заготавливалось порядка 2700 тыс. т макулатуры в год, см. Иванов, Альтовский и др., 1998, с.9.

отсутствия необходимой инфраструктуры и нехватки мощностей по переработке вторсырья (Голованчиков, Соколов, 2002, с.11f.; Смиранный, Бойко, 2000, с.38; Яковенко, 2002, с.3).

Для решения проблемы отходов вообще и отходов упаковки в частности необходим комплекс мероприятий, например, создание экономических стимулов для селективного сбора отходов для населения, разъяснительная работа с населением и т.д. (Дарулис, Растимешин, 2002, с.32f.). Однако, прежде всего, требуется разработка и выполнение четкой экологической политики в сфере управления отходами на государственном уровне.

§ В-3. Возможности переработки использованной упаковки из комбинированных материалов

Переработка отходов упаковки из комбинированных материалов может осуществляться посредством сжигания с целью получения энергии или посредством физического использования с целью получения нового продукта.⁹² Рассмотрим возможности физической переработки упаковки из комбинированных материалов.

Прежде всего, требуется *разделение* трех прочно сцепленных между собой *составляющих упаковки* – картона, полиэтилена и алюминия. Для этого необходима специальная техника – сепараторы или мешалки, а также достаточно много времени. Несмотря на это, добыча целлюлозы из упаковки из комбинированных материалов оправдывает себя: для ее изготовления применялось самое высококачественное сырье, длина получаемых вторичных волокон позволяет использовать их для производства любых сортов бумаги и картона (Санников, Агеев, 1998, с.94).

Разделение материалов может проводиться двумя способами: с помощью гидроразбивателя и метода PWA. При использовании *гидроразбивателя* отходы упаковки из комбинированных материалов сначала измельчаются, затем подвергаются промывке. При этом вымывается и удаляется со сточными водами часть оставшихся в упаковке жидких продуктов питания. Измельченные отходы упаковки вместе с остатками напитков в течение 30 мин. промешиваются в смесительном чане с горячей водой. При этом резко увеличивается количество содержащихся в этой массе микроорганизмов. Чтобы снизить опасность распространения инфекции и провести очистку упаковочных материалов от остатков напитков, необходимо интенсивное отбеливание хлором или озоном, либо добавление биоцидов (Деркач, 2004, с.26f.; Golding, 1992, с.52; Woerner, 1995, с.32). В процессе варки отходов упаковки из комбинированных материалов бумажные волокна отделяются от смеси полиэтилена, алюминия и печатной краски. Для разделения этой

⁹²См. Umweltdatenbank: Verwertung, <http://www.umweltdatenbank.de/lexikon.htm>.

смеси на компоненты сегодня существуют лишь экспериментальные установки небольшой мощности, например, пилотная установка RWE в г. Весселинг (район Кельна), на которой данная смесь с добавлением растворителя нагревается до температуры 140°C и центрифугируется (Kopytziok, 1995, с.55; Kursawa-Stucke, Liebert et al., 1994, с.157).

При использовании *метода PWA*, разработанного на Фабриках бумажной промышленности «Papierwerke Waldhof-Aschaffenburg» (PWA), упаковка измельчается дроблением и промывается водой. Внешние слои полиэтилена при этом сплавляются и препятствуют проникновению воды в слой картона. После предварительного отжима куски упаковочного картона с добавлением воды еще раз измельчаются, а именно разрываются на пластинки размером около 2 квадратных сантиметров. Затем эти пластинки размачиваются и распадаются на две фракции – бумажные волокна и пленки. В заключение волокна просеиваются (Woerner, 1995, с.32.).

В идеале необходимо перерабатывать все три компонента упаковки (картон, полиэтилен и алюминий). Фактически же в значительном объеме рециклируется лишь *картон*. Из него, как правило, изготавливается гофрокартон или бумага гигиенического назначения. Переработка вторичного бумажного сырья связана с очень высокими затратами, однако, с экологической точки зрения, она предпочтительнее производства бумаги и картона из первичного сырья (Both, Gebers et al., 1995, с.87).

Полиэтилен, содержащийся в упаковке из комбинированных материалов, может быть гидрогенизирован, *алюминий* – может быть переплавлен (Утилизация..., 2002, с.36f.). Тем не менее, рециклирование этих материалов сегодня практически не осуществляется, так как разделение алюминия и полиэтилена - технически еще не решенный вопрос (Both, Gebers et al., 1995, с.87). В то же время переработка упаковки из комбинированных материалов может стать существенным источником алюминия. Ведь, хотя средняя весовая доля алюминия в составе этой упаковки и не превышает 5% (около 1,5 г), общее количество содержащегося в данной упаковке алюминия с учетом массовости ее производства (только в Германии около 7,6 млрд. штук в год⁹³ и в России около 2,1 млрд.⁹⁴) играет значительную роль.

Вторая возможность переработки использованной упаковки из комбинированных материалов – *процесс прессовки плит* – не требует разделения упаковочного картона на отдельные материалы. Данная технология заключается в измельчении ламинированного картона на маленькие лоскутки, которые в дальнейшем высушиваются и

⁹³Приводится количество проданных в 2002 г. в Германии упаковок фирмы «Tetra Pak», см. Tetra Pak Deutschland, н.г., с.2.

⁹⁴Приводится количество проданных в 2000 г. в России упаковок фирмы «Tetra Pack», см. Московское новоселье «Тетра-Пак», 2001, с.68. О количестве импортированной в Россию упаковки нет сведений.

спрессовываются. Этот процесс идет при высоком давлении и температуре около 130°C, при этом бумажные волокна, алюминиевые стружки и синтетические материалы спекаются, причем последние обуславливают склеивающий эффект. Получаемый материал похож на древесноволокнистые плиты. Потребление энергии и количество выбросов данного процесса по сравнению с процессом разделения материалов упаковки на фракции существенно ниже. Его основной недостаток – возможность переработки только чистых отходов упаковки, например, отходов производства. В отличие от них отходы потребления загрязнены продуктами питания. При их переработке потребовалось бы применение большого количества отдушек, чтобы уничтожить неприятный запах разлагающихся остатков напитков. Альтернативой использованию дезодорирующих веществ, могут служить предварительная промывка и просушка упаковки, но они влекут за собой рост энергозатрат, а также органическое и инфекционное загрязнение сточных вод (Golding, 1992, с.51; Kopytziok, 1995, с.55).

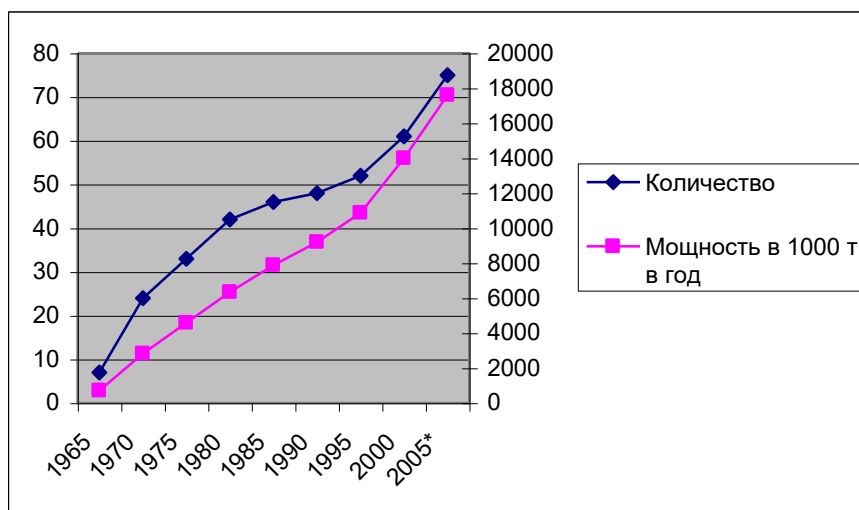
В сфере переработки упаковки из комбинированных материалов могут быть сделаны следующие выводы. В Германии рециклирование картона, содержащегося в упаковке, реализуется на практике, в то время как переработка алюминия и полиэтилена пока технически не осуществима. Процесс рециклирования такой упаковки сложен, поэтому перерабатывается лишь около половины образующейся упаковки из комбинированных материалов. Однако квоты и производственные мощности рециклирования упаковки из комбинированных материалов в этой стране постоянно растут. Уже в 1995 г. квота рециклирования для данного вида упаковки составляла 51% (Fröhling, 1998, с.96).

В России по официальным данным перерабатывается всего 3-3,5% всех твердых бытовых отходов (Смиренный, 2001, с.96). Практически весь объем использованной упаковки из комбинированных материалов не перерабатывается, а обезвреживается.

С. Сжигание отходов в Германии и России

В Германии первые мусоросжигательные заводы (МСЗ) появились более 120 лет назад. Так, в 1990 г. МСЗ существовали в городах Гамбург, Франкфурт, Киль, Бармен, Фюрт, Бойтен, Альтона, Ахен (Reimann, 1993, с.281). Однако они оказались нерентабельными и вскоре были закрыты (Kopytziok, 2000, с.21). Новым толчком для массового организованного сжигания бытовых отходов послужило увеличение количества образующихся отходов в период экономического роста в 60-х гг. (Рис.29). В принятой несколько лет назад Технической инструкции «Отходы поселений» с 2005-2007 гг. существенно ограничивается содержание углерода в отходах, допускаемых к складированию на полигонах (потери при прокаливании при 550° С должны составлять не

более 5%). Такого результата можно достичь только благодаря предварительной термической обработке отходов, поэтому в Германии планируется строительство новых МСЗ (Heil, Simonis, 1996, с.134).



*включая запланированные и строящиеся МСЗ

Рис.29. МСЗ в Германии⁹⁵

В рассматриваемый в данном экобалансе период времени в Германии функционировало более 50 МСЗ (Табл.25). В середине 20 в. токсикологическая и экологическая опасность многих атмосферных выбросов МСЗ, например, пыли и диоксинов, еще не была известна, поэтому очистке отходящих газов (ООГ) уделялось мало внимания. Однако с 80-х – 90-х гг. строящиеся, а также уже существующие МСЗ были оснащены системами многоступенчатой ООГ (см. Seifert, 1997, с.134).

Таблица 25

Масштабы применения сжигания ТБО в Германии и России

Характеристики МСЗ	Количество МСЗ	Мощность заводов, тыс. т/год	Средняя численность населения на один МСЗ, млн.
Германия ⁹⁶ (данные на 1998 г.)	53	16 - 750	1,6
Россия ⁹⁷ (данные на 1997 г.)	7	50 - 200	20,7

В России обезвреживание отходов посредством термической обработки распространено значительно меньше (Табл.25). Доля бытовых отходов, сжигаемых на

⁹⁵См. Umweltbundesamt: http://www.bmu.de/de/1024/js/sachthemen/abfallwirtschaft/bmu_stadt/entsorgung/detail/statistik/.

Abfallstatistik,

⁹⁶См. Umweltbundesamt: http://www.bmu.de/de/1024/js/sachthemen/abfallwirtschaft/bmu_stadt/entsorgung/detail/statistik/.

Abfallstatistik,

⁹⁷См. Мирный, 1997, с.42. По другим данным количество сжигаемых в России ТБО составляет 237 тыс. т (среднее за 1990-1998 гг.), см. Первунина, Коноплев и др., 2006, с.45.

МСЗ, составляет всего 2-3%.⁹⁸ Три из семи существовавших к концу 90-х гг. МСЗ размещались в Москве, остальные – во Владивостоке, Сочи, Пятигорске и Мурманске (Голованчиков, Гончаренко и др., 2003, с.6). Эти МСЗ соответствуют уровню технического оснащения 60-70-х гг.

В июне 2004 в Москве был пущен четвертый МСЗ мощностью 250 тыс. т/год с немецким оборудованием, технический уровень которого соответствует 1990 г.⁹⁹ В 2006 году заработал МСЗ в Новосибирске.¹⁰⁰ Таким образом, в настоящее время по данным авторов в России действуют 9 МСЗ. Однако даже самые современные из них с точки зрения экологии существенно уступают аналогичным предприятиям в развитых государствах.

Д. Загрязнение от автотранспорта в России и Германии

В Германии для борьбы с загрязнением атмосферного воздуха автотранспортом используются организаторские мероприятия, например, предотвращение лишних поездок и стимулирование использования более экологичных транспортных средств, а также технические меры, например, совершенствование катализаторов для двигателей внутреннего сгорания и сажевых фильтров для дизельных моторов.¹⁰¹

Особое значение имеют превентивные меры по снижению выбросов автомобилей, а именно улучшение качества топлива и конструкции двигателей. Немаловажную роль в этом играют строгие законодательные требования. Сегодня на всей территории Евросоюза действуют предписания по ограничениям атмосферных выбросов транспорта (так называемые стандарты «Евро-0» - «Евро-5», Табл.26), введенные в конце 80-х гг., и постепенно ужесточаемые.

⁹⁸Официальная информация о количестве утилизированных посредством сжигания отходов отсутствует. Эта величина была оценена через среднегодовое количество бытовых отходов (30 млн. т) и максимальную мощность функционирующих в России в конце 90-х гг. МСЗ - около 0,7–0,8 млн. т/год (см. Природные..., 2001, с.136). Объективность этой оценки подтверждается следующим фактом: доля бытовых отходов, обезвреживаемых посредством захоронения на полигонах и свалках, составляет около 98% (см. Сметанин, 2004, с.42).

⁹⁹См. Главное управление природных ресурсов МПР России по Москве: Осуществлен запуск первой очереди мусоросжигательного завода №4 в промзоне «Руднево», <http://moscow.priroda.ru/index.php?rid=52&show=1811>. Строительство этого МСЗ было начато в середине 90-х гг. без проведения экологической экспертизы, оформления землеотвода и др. и продолжалось, невзирая на протесты населения и даже на постановление Москомприроды о приостановке пуско-наладочных работ. После установки дополнительного, непредусмотренного проектом газоочистного оборудования МСЗ был пущен в эксплуатацию. См. Радио Свобода: Мусоросжигательные заводы в России, <http://www.svoboda.org/programs/ECO/2001/ECO.022801.asp>.

¹⁰⁰См. Сайт журнала «Твердые бытовые отходы»: Мусороперерабатывающий завод обошелся почти в 200 миллионов рублей, <http://www.solidwaste.ru/news/view/1112.html>.

¹⁰¹См. UBA, Umweltbundesamt: Kraftfahrzeuge Abgasgrenzwerte, <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/kraftfahrzeuge-abgasgrenzwerte.htm>.

Таблица 26

Нормы выбросов загрязняющих веществ с выхлопными газами грузовых автомобилей и автобусов в Европейском Союзе в грамм/киловатт-час¹⁰²

Норма	Евро-0	Евро-1	Евро-2	Евро-3		Евро-4/5	
Предписание ЕС	88/77/EWG	91/542/EWG		1999/96/EWG			
Срок вступления в действие	с 1988-1990 гг.	1-я ступень	2-я ступень	с 2000 г.		с 2005-2006 или с 2008-2009 гг. *)	
		с 1992-1993 гг.	с 1995-1996 гг.	ESC-Тест и ELR-Тест ¹⁾	ETC-Тест ^{2) 3)}	ESC-Тест и ELR-Тест ¹⁾	ETC-Тест ^{2) 3)}
СО	12,3	4,9	4,0	2,1	5,45	1,5	4,0
НС	2,6	1,23	1,1	0,66		0,46	-
НМНС	-	-	-	-	0,78		0,55
Метан	-	-	-	-	1,6 ⁴⁾		1,1 ⁴⁾
NO _x	15,8	9,0	7,0	5,0	5,0	3,5 / 2,0 *)	3,5 / 2,0 *)
Частицы	-	0,4	0,15	0,1	0,16 ⁵⁾	0,02	0,03 ⁵⁾
Сажа	-	-	-	0.8 м ⁻¹	-	0.5 м ⁻¹	-

¹⁾ измененный / ужесточенный метод проверки для всех дизельных двигателей;

²⁾ дополнительный переходный тест для дизельных двигателей с системой глубокой очистки выхлопных газов;

³⁾ для газовых двигателей только переходный тест;

⁴⁾ только для двигателей, работающих на природном газе;

⁵⁾ только для дизельных двигателей;

*) норма «Евро-5», вводимая с 2008-2009 гг., отличается от нормы «Евро-4» только тем, что снижается допустимый выброс окислов азота с 3,5 до 2 грамм/киловатт-час.

При использовании карбюраторных двигателей наиболее важными задачами являются снижение содержания в топливе бензола, ароматических углеводородов и серы, применение кислородсодержащих добавок, а также снижение давления пара. При использовании дизельных моторов задачами первостепенной важности являются снижение плотности топлива, содержания серы, ароматических и полиароматических углеводородных соединений, а также улучшение воспламеняемости топлива.¹⁰³

В России проблема загрязнения воздуха выхлопами автомобилей приобрела актуальность около 10 лет назад. Доля автомобильного транспорта в загрязнении воздуха крупных городов достигает 90% и более, в среднем по России – около 60-70% (Дудышев, 1998, с.41; Ишков, 1999, с.60). Вклад автомобильного транспорта в атмосферу составляет 90% по окиси углерода и 70% по окиси азота (Амбарцумян, 1999, с.62). Для сравнения: доля выбросов транспорта от всех эмиссий в Германии в 1996 г. составила 60% по окиси азота, 35% - по неметановым летучим органическим соединениям, 80% - по бензолу и

¹⁰²См. UBA, Umweltbundesamt: Abgasgrenzwerte für Lkw und Busse, <http://www.umweltdaten.de/verkehr/gwltkzbus.pdf>.

¹⁰³См. UBA, Umweltbundesamt: Umwelt und Verkehr - rechtliche Rahmenbedingungen, <http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/rechtrahm/schadstoffimmiss/bisg/hohenheim2.htm>.

более 90% - по твердым частицам.¹⁰⁴ В дальнейшем кратко описываются основные экологические проблемы автомобильного транспорта в России.

Во-первых, в нашей стране используется преимущественно низкокачественное топливо, в том числе *этилированный бензин*, при сгорании которого образуются высокотоксичные хлориды и бромиды свинца (Магарил, Трушкова и др., 1997, с.18). Производство и применение этилированного бензина в развитых странах было запрещено еще в 1996 г. В России подобный запрет введен на государственном уровне в 2003 г. (см. Федеральный Закон от 22.03.2003 № 34-ФЗ), однако широкомасштабное применение этилированного бензина продолжается. Лишь в некоторых городах, например, в Москве, Омске, Уфе, Волгограде и Сочи, где данный вопрос находится под жестким контролем местных властей, его производство и реализация не допускаются (Магарил, 2002, с.73; Василенко, 1997, с.25).

Во-вторых, в России до сих пор недостаточно хорошо регламентируется *содержание некоторых вредных веществ и соединений* в топливе, например, нет ГОСТа на содержание в бензине бензола (Ишков, 1999, с.61). Кроме того, существующие нормативы не всегда выполняются. Так, концентрации поллютантов в атмосферном воздухе многих городов превышены в десять и более раз (Амбарцумян, 1999, с.64).

В-третьих, *технические характеристики автомобилей* неудовлетворительны. Отечественными производителями по сегодняшний день серийный выпуск современных двигателей и систем очистки выхлопных газов не осуществляется. Многие иномарки, поступающие в Россию, также не соответствуют современным требованиям к очистке выхлопов, так как произведены специально для стран, где нет жестких экологических требований (Ишков, 1999, с.61). Возможности таких вторичных мероприятий по очистке выхлопных газов автомобилей как, например, использование нейтрализаторов и катализаторов, ограничиваются из-за применения этилированного бензина (Дудышев, Завьялов и др., 1997, с.14; Ямполь, 2004).

С конца 90-х гг. осуществляются попытки ввести в России европейские стандарты содержания загрязнителей в выхлопах автомобилей. Тем не менее и по сей день большая часть автомобилей на российских дорогах не соответствует современным экологическим требованиям.

¹⁰⁴См. UBA, Umweltbundesamt: Umwelt und Verkehr - rechtliche Rahmenbedingungen, <http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/rechtrahm/schadstoffimmis/bisg/hohenheim2.htm>.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОПИСАНИЕ ПРОДУКЦИОННЫХ МОДУЛЕЙ

А. Добыча и обработка сырья

Жизненный цикл упаковки напитков начинается с добычи и обработки сырья, применяемого для производства упаковочных материалов и упаковки:

- Модуль 1 - Выплавка первичного алюминия;
- Модуль 2 - Выплавка вторичного алюминия;
- Модуль 3 - Вырубка круглого леса;
- Модуль 5 - Производство полиэтилена.

§ А-1. Выплавка первичного и вторичного алюминия в сценарии 1

Экологический баланс производства *первичного алюминия* был составлен в начале 90-х гг. 20 в. силами Европейской Ассоциации Алюминия (European Aluminium Association, ЕАА). Данные были собраны на основании анализа важнейших европейских производителей алюминия в 1991-1992 гг. и актуализированы в 1994 г. Эти сведения репрезентативны для алюминия, выплавляемого в Европе (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.58).

Основной недостаток исследования ЕАА – это игнорирование экологического воздействия при генерировании необходимой электроэнергии. В работе UBA были дополнительно учтены материальные и энергетические потоки, связанные с выработкой электроэнергии, на основе данных, предоставленных Союзом немецких производителей алюминия (Gesamtverband der deutschen Aluminiumindustrie e.V., GDA) и учитывающих поставщиков алюминия и способ производства электроэнергии (Табл.27) (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.59; *Ökobilanz für Getränke...*, 2000b, с.38).

Сведения о выплавке первичного алюминия приводятся UBA в обобщенном виде и содержат свод входных и выходных потоков при добыче и первичной обработке алюминиевых руд и энергоносителей, производстве электроэнергии и алюминиевых чушек вплоть до их транспортировки к изготовителю полуфабрикатов (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000b, с.40f.).

В процессе производства *вторичного алюминия* слитки выплавляются из металлолома (отходов производства первичного алюминия, отходов переработки алюминиевых слитков в полуфабрикаты типа фольги или жести, отходов потребления типа банок и крышек). Часть лома алюминия импортируется в Германию, однако

примерно такое же его количество вывозится из страны, так что баланс экспорта и импорта находится в равновесии. Благодаря тому, что при выплавке алюминия из вторсырья отпадает потребность в процессе электролиза, производство вторичного алюминия менее энергоемко по сравнению с выплавкой первичного алюминия (по данным ЕАА экономия электроэнергии достигает 95%) (см. там же, с.34).

Материально-энергетический баланс производства вторичного алюминия составлен на базе информации союза немецкой алюминиевой промышленности и относится к плавильным печам для лакированного лома алюминия, оснащенным системами очистки отходящих газов (Табл.28) (см. там же, с.34).¹⁰⁵

§ А-2. Выплавка первичного и вторичного алюминия в сценариях 2 и 3

Как первичная, так и вторичная плавка алюминия имеет значение в данном экобалансе постольку, поскольку поставляет сырье для производства алюминиевой фольги. При моделировании модулей 1 и 2 в сценариях для территории Российской Федерации инвентаризационные данные УВА могут рассматриваться как релевантные, так как алюминиевая фольга для производства упаковочного картона импортируется в Россию из Европы (см. Приложение 2, § В-5).

Таблица 27

Описание модуля 1 „Выплавка первичного алюминия“

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг первичного алюминия
2. Положение модуля в производственной цепочке	Описывается производство алюминиевых слитков из первичного сырья. В дальнейшем они перерабатываются в фольгу толщиной 7-12 микрон (Модуль 4). Данный модуль содержит «Запись в кредит» для выплавки вторичного алюминия (Модуль 2).
3. Важные входные потоки	-
4. Важные выходные потоки	- Алюминиевые слитки (основной продукт); - Скрап алюминия.
5. Описание технических процессов	Модуль учитывает следующие единичные производственные процессы: - добыча и обработка сырья (бокситов, каменной соли, извести и т.п.), - энергетическое использование первичных энергоносителей (нефти, каменного угля, природного газа, дизельного топлива), включая предшествующие этому использованию ступени жизненного пути, - производство промежуточных продуктов (глинозема, анодов, флюорита), - производство слитков (электролиз и литье алюминия), - доставка слитков к производителю алюминиевой фольги.
6. Учет производства энергии	- Учтена первичная термическая энергия (в формулярах данных выражена как «Энергоносители»); - Потребление первичной электроэнергии немецким рынком в 1994 г. на 77% было покрыто благодаря импорту;

¹⁰⁵Помимо этого существуют печи, не оборудованные системами очистки газов и потому пригодные исключительно для переплава чистых алюминиевых отходов.

Окончание таблицы 27

	Соотношение различных способов выработки электроэнергии учтено в балансе следующим образом (из расчета, что 60% первичного алюминия, потребляемого на европейском рынке, производится самостоятельно и 40% импортируется из различных стран мира): энергия воды – 50,8%, атомная энергия – 15,0%, каменный уголь – 25,6%, природный газ – 6,4%, нефть – 2,2%.
7. Учет транспортировки	- Учтены предшествующие транспортировке сырья и энергоносителей этапы; - Учтена транспортировка к прокатной фабрике (100 км железнодорожным транспортом и 300 км водным транспортом).
8. Релевантная географическая область	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – Европа
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – 1994 г.

Таблица 28

Описание модуля 2 „Выплавка вторичного алюминия“

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг вторичного алюминия
2. Положение модуля в производственной цепочке	Производство алюминиевых слитков из вторичного сырья предшествует изготовлению фольги (Модуль 4). В данном модуле применяются отходы алюминия, образующиеся в модулях 2 и 12.
3. Важные входные потоки	Скрап алюминия (Запись в кредит/дебит)
4. Важные выходные потоки	Алюминиевые слитки (основной продукт)
5. Описание технических процессов	Данный модуль объединяет все технологические процессы от расплавки лома и отходов алюминия до охлаждения алюминиевых чушек, включая очистку отходящих газов. В нем учитываются расход материалов и прямые эмиссии.
6. Учет производства энергии	- Учтена первичная термическая энергия (в формулярах данных выражена как «Энергоносители»), добыча термических энергоносителей не учтена; - Выработка электрической энергии не учтена.
7. Учет транспортировки	- Учтены предшествующие транспортировке сырья и энергоносителей этапы; - Учтена транспортировка к прокатной фабрике (25 км автомобильным транспортом, грузоподъемность автомобиля >20 т).
8. Релевантная географическая область	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – Европа
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – 1992 г.

§ А-3. Вырубка круглого леса в сценарии 1

Древесина в исследуемой производственной системе применяется не только как сырье для изготовления картона и гофрокартона, но и как материал для изготовления транспортной упаковки – деревянных поддонов (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.62).

Релевантные инвентаризационные данные были собраны UBA при составлении экобаланса для графической бумаги на основе актуальных литературных источников и информации, полученной от компетентных лиц. Собранные сведения дифференцированы

по территории вырубки: рассматриваются леса Германии (в модуле «Вырубка круглого леса») и Финляндии (в модулях «Производство картона» и «Производство гофрокартона») (см. Ökobilanzen graphischer..., 1998).

Инвентаризационные данные (Табл.29) содержат сведения для всех этапов лесного хозяйства: от посадки леса до его вырубки и вывоза древесины из леса (Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.134f.). В качестве ресурса лесного хозяйства рассматриваются лесные территории. Они выражаются в балансе через использование земельных ресурсов, имеющих различное качество (см. следующий пункт).

Таблица 29

Описание модуля 3 „Вырубка круглого леса“

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг древесины (ель/сосна)
2. Положение модуля в производственной цепочке	Модуль описывает получение круглой древесины из хвойных лесов Германии, используемой в дальнейшем для изготовления паллет (Модуль 9).
3. Важные входные потоки	-
4. Важные выходные потоки	Древесина (основной продукт)
5. Описание технических процессов	Модуль охватывает выращивание, посадку саженцев и уход за ними, уход за молодняком, очистку и прореживание леса, вырубку деревьев, а также добычу энергоносителей и их подготовку к использованию.
6. Учет производства энергии	Учитывается через продолжительность эксплуатации техники
7. Учет транспортировки	Учитывается все «движение» древесины вплоть до ее вывоза из леса автомобильным транспортом
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Германия; <i>В сценарии 2</i> – Московская обл.; <i>В сценарии 3</i> – Тюменская обл.
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – 1995 г.

§ А-4. Учет использования земельных ресурсов

При учете использования земельных ресурсов для характеристики ресурсов лесного хозяйства необходимо принимать во внимание экологическое состояние территорий. С этой целью UBA была разработана методика оценки «степени естественности» ландшафтов, специфицированная для лесных территорий при проведении эcobаланса для графической бумаги (см. Ökobilanzen für graphische..., 2000).¹⁰⁶

В соответствии с данной методикой можно выделить семь классов ландшафтов, пять из них соответствуют лесным ландшафтам (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.156):¹⁰⁷

- класс I (девственный лес);

¹⁰⁶См. об этом также Häusler, Scherer-Lorenzen, 2002, с.25ff.; Hofmann, Kill et al. 2000, с.83ff.

¹⁰⁷Наряду с лесными землями (Классы I-V) в данном эcobалансе встречаются земли класса VII в модулях «Полигон бытовых отходов» и «Полигон для захоронения шлаков».

- класс II (близкое к естественному воспроизводству лесоводство);
- класс III (условно близкое к естественному воспроизводству лесоводство или сельскохозяйственное использование территории);
- класс IV («полуестественное» лесоводство или сельскохозяйственное использование территории);
- класс V (условно далекое от естественного воспроизводства лесоводство или сельскохозяйственное использование территории);
- класс VI (далекое от естественного воспроизводства сельскохозяйственное использование территории, промышленное использование территории);
- класс VII (искусственно изолированные поверхности и деградированные земли).

Для оценки качества земель разработаны три группы критериев, фиксирующие либо их современное состояние (Статус Кво, СК), либо осуществляемую на них деятельность (Д) (Табл.30). По каждому критерию землям дается оценка по пятибалльной шкале с учетом зональных особенностей территории.

Таблица 30

Критерии оценки качества земель (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.157)

<i>Группы критериев</i>	<i>Критерии</i>
1	2
Степень естественности почв	1. Объем и интенсивность современной обработки почв (Д)
	2. Густота дорог, доступных для грузовых автомобилей (СК)
	3. Объем и интенсивность известкования и удобрения почв (Д)
	4. Объем и интенсивность применения пестицидов (Д)
	5. Интенсивность обработки почвы и внесения веществ в прошлом (СК)
	6. Современный уход за бывшими рубками (Д)
	7. Объем и интенсивность мероприятий по осушению (Д)
Степень естественности растительности	8. Доля видов древесных пород, естественных для данной природной зоны, в сукцессионной мозаике (СК)
	9. Доля древесных пород, естественных для данной природной зоны, в искусственных лесопосадках (Д)
	10. Относительное разнообразие древесных пород по отношению к естественному состоянию лесной растительности (СК)
	11. Вертикальное и горизонтальное разнообразие структуры растительности (СК)
	12. Распространенность и количество сухостойной древесины (СК)
	13. Обращение с имеющимися экосистемами низшего ранга (СК)
Степень естественности условий развития экосистемы	14. Спонтанность омоложения видов древесных пород (СК)
	15. Тип возобновления леса и обращение с молодняками (Д)
	16. Спонтанность и интенсивность развития видов недревесной растительности (СК)
	17. Тип и интенсивность мероприятий по уходу (Д)
	18. Число интенсивных вмешательств в развитие растительности в прошлом (СК)
	19. Тип и интенсивность конечного использования земель (Д)
	20. Обращение с экосистемой в случае ее стихийного развития, например, в случае бурелома, снеголома (Д)

В дальнейшем определяется средний балл для каждой из трех групп критериев. При определении среднего балла критерии 1, 4, 6, 9 и 19, выделенные в таблице 30 полужирным шрифтом, имеют двойной вес, так как они характеризуют наиболее интенсивные воздействия на экосистему. Затем в зависимости от набранного балла каждой группе критериев присваивается одна из пяти букв:

- А (1,0-1,6);
- В (1,7-2,5);
- С (2,6-3,4);
- D (3,5-4,2);
- Е (4,3-5).

После этого можно определить степень естественности ландшафта, пользуясь таблицей 31.

Таблица 31

*Классификация земель по степени естественности
(см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.158)*

Класс I	Не ведется ни лесное, ни какое-либо другое хозяйство
Класс II	Всем трем группам критериев присвоена буква А или В
Класс III	а) Как минимум одной группе критериев присвоена буква А или В, буквы D или Е не присвоены ни одной группе критериев б) Всем трем группам критериев присвоена буква С
Класс IV	Как минимум одной группе критериев присвоена буква D или Е
Класс V	Всем трем группам критериев присвоена буква D или Е
Класс VI	Ведется интенсивная сельскохозяйственная или промышленная деятельность
Класс VII	Искусственно изолированные поверхности и деградированные земли

§ А-5. Вырубка круглого леса в сценариях 2 и 3

При установлении географических границ данного модуля следует ориентироваться на основные районы лесозаготовки. В Центральном экономическом районе, в который входит Московская обл., вырубается 12% российской древесины. Потребность этого региона в древесине примерно на 70% покрывается собственными ресурсами, еще 30% древесины дает Северный экономический район. В Западносибирском экономическом районе, к которому относится Тюменская обл., вырубка древесины составляет 9% от общероссийской. При этом в данном районе используется около 70% местного сырья и около 30% древесины привозится из Уральского экономического района (см. Производство..., 2001).

При моделировании материальных и энергетических потоков в сценариях 2 и 3 сначала необходимо определить расход древесины (по аналогии со сценарием 1 он описывается через *использование земельных ресурсов*).

Для оценки экологической ситуации в эксплуатируемых лесах в первую очередь использовались данные инвентаризации малонарушенных лесных территорий, проведенной в 1999—2002 гг. В рамках инвентаризации были дифференцированы *малонарушенные лесные территории (Класс I)* и малонарушенные нелесные экосистемы (болота, высокогорные степи), а также пострадавшие в результате антропогенной деятельности леса (см. Атлас..., 2002, а также Приложение 5).¹⁰⁸

Средняя доля малонарушенных лесов в лесосырьевых регионах рассчитывается по их специфическим долям в пределах отдельных субъектов Федерации с учетом их сырьевого значения. Средневзвешенные значения, характеризующие общую площадь малонарушенных лесов, составляют 7,4% в сценарии 2 и 13% - в сценарии 3 (Таблицы 32 и 33). Часть лесов Российской Федерации (15,7%), например, леса защитных водоохранных зон, охраняемых природных территорий, пригородов крупных городов, вырубать запрещено (см. Природные..., 2001, с.161). Вычитая эту долю из найденных средних значений, получаем долю малонарушенных лесов, эксплуатация которых возможна (таким образом, лесные площади класса I составляют **6,2%** в сценарии 2 и **11%** - в сценарии 3).

Таблица 32

Зоны лесозаготовок и площади малонарушенных лесов для модуля «Вырубка круглого леса» в сценарии 2 (составлено по Производство..., 2001; Атлас..., 2002)

<i>Северный экономический район</i>	<i>Вырубка древесины, %</i>	<i>Площадь малонарушенных лесов, %</i>	<i>Индекс</i>	<i>Среднее значение</i>
1	2	3	4	5
Архангельская обл.	45,8	25,6	0,3	3,5
Вологодская обл.	17,1	0,2	0,3	0,0
Республика Карелия	18,5	4,6	0,3	0,3
Республика Коми	17,8	31,7	0,3	1,7
Мурманская обл.	0,8		0,3	0,0
Сумма	100			5,5
<i>Центральный экономический район</i>	<i>Вырубка древесины, %</i>	<i>Площадь малонарушенных лесов, %</i>	<i>Индекс</i>	<i>Среднее значение</i>
Брянская обл.	5,6	0,0	0,7	0,0
Владимирская обл.	11,4	0,0	0,7	0,0
Ивановская обл.	5,2	0,0	0,7	0,0
Калужская обл.	6,5	0,0	0,7	0,0
Костромская обл.	19,8	13,4	0,7	1,9

¹⁰⁸В контексте данного исследования под малонарушенными лесными территориями понимаются целостные природные территории в пределах лесной зоны площадью более 50 тыс. га, не имеющие внутри постоянных поселений, действующих транспортных коммуникаций и не затронутые современной интенсивной хозяйственной деятельностью. Размер и структура таких территорий обеспечивают устойчивое существование жизнеспособных популяций крупных хищных животных и сводят к минимуму влияние краевых эффектов. Такие ландшафты могут быть образованы мозаикой разнообразных экосистем (в том числе нелесных) и характеризуются естественной динамикой пожаров.

Окончание таблицы 32

1	2	3	4	5
Московская обл. и г. Москва	7,2	0,0	0,7	0,0
Орловская обл.	0,6	0,0	0,7	0,0
Рязанская обл.	6,6	0,0	0,7	0,0
Смоленская обл.	5,3	0,0	0,7	0,0
Тверская обл.	24,7	0,0	0,7	0,0
Тульская обл.	1,3	0,0	0,7	0,0
Ярославская обл.	5,9	0,0	0,7	0,0
Сумма	100			1,9

Таблица 33

Зоны лесозаготовок и площади малонарушенных лесов для модуля «Вырубка круглого леса» в сценарии 3 (составлено по Производство..., 2001; Атлас..., 2002)

Уральский экономический район	Вырубка древесины, %	Площадь малонарушенных лесов, %	Индекс	Среднее значение
Республика Башкортостан	17,7	6,1	0,3	0,3
Республика Удмуртия	14,2	0,0	0,3	0,0
Курганская обл.	4,2	0,0	0,3	0,0
Оренбургская обл.	1,4	0,0	0,3	0,0
Пермская обл.	21,4	0,1	0,3	0,0
Свердловская обл.	33,8	2,9	0,3	0,3
Челябинская обл.	7,3	0,0	0,3	0,0
Сумма	100			0,6
Западносибирский экономический район	Вырубка древесины, %	Площадь малонарушенных лесов, %	Индекс	Среднее значение
Республика Алтай	2,0	52,9	0,7	0,7
Алтайский край	21,6	4,5	0,7	0,7
Кемеровская обл.	9,1	18,8	0,7	1,2
Новосибирская обл.	10,6	14,8	0,7	1,1
Омская обл.	6,2	5,1	0,7	0,2
Томская обл.	16,0	20,5	0,7	2,3
Тюменская обл.	9,0	9,7	0,7	0,6
Ханты-Мансийский автономный округ	23,5	29,1	0,7	4,8
Ямало-Ненецкий автономный округ	1,8	57,7	0,7	0,7
Сумма	100			12,4

Выделение лесных земель классов II-V было проведено по методике UBA на базе информации Государственного доклада о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации (2003) и собственных оценок. В основе классификации лесных земель лежат следующие сведения:

- Рубки промежуточного пользования (рубки ухода, выборочные санитарные рубки, рубки реконструкции и т.п.) дают 14% от общего объема заготовленной древесины, однако они требуются в еще большем количестве. Так, уход за молодняками осуществлен только на 76% площадей, нуждающихся в нем (см. Государственный..., 2003, с.33);
- В 2000-2002 гг. лесовосстановительные работы выполнены на площади, от 136 до 147% большей, чем площадь сплошных вырубок (см. там же, с.35);

- Внесение минеральных и органических удобрений, пестицидов, известкование почв ежегодно осуществляются на площади не более 10 тыс. га, что составляет всего 5% от уровня, характерного для середины 80-х гг., рассматриваемого в качестве оптимального (см. там же, с.36);
- Потребность в лесонасаждениях для защиты почв от эрозии оценивается в объеме 14 млн. га. Однако в наличии имеется только 3,2 млн. га защитных лесных насаждений (23%) (см. там же, с.39);
- Из 108 млн. га избыточно-увлажненных лесопокрытых земель ежегодно осушается всего 3,2 млн. га (около 3%) (см. там же, с.40);
- Густота сети лесохозяйственных дорог составляет в среднем всего 0,5 м/га. Только в Центральном и Волго-Вятском экономических районах густота дорог достигает 13-16 м/га (см. там же, с.41).¹⁰⁹

По методике UBA был получен следующий результат: средний лес на территории Российской Федерации относится к классу III (всем трем группам оценочных критериев присвоена буква „С“).

Таблица 34

Оценка качества лесных земель в России

Группы критериев	Критерии	Сценарии 2 и 3
1	2	3
Степень естественности почв	1. Объем и интенсивность современной обработки почв (Д)	2
	2. Густота дорог, доступных для грузовых автомобилей (СК)	2
	3. Объем и интенсивность известкования и удобрения почв (Д)	1
	4. Объем и интенсивность применения пестицидов (Д)	1
	5. Интенсивность обработки почвы и внесения веществ в прошлом (СК)	4
	6. Современное обхождение с бывшими рубками (Д)	2
	7. Объем и интенсивность мероприятий по осушению (Д)	1
Степень естественности растительности	8. Доля видов древесных пород, естественных для данной природной зоны, в сукцессионной мозаике (СК)	3
	9. Доля древесных пород, естественных для данной природной зоны, в искусственных лесопосадках (Д)	3
	10. Относительное разнообразие древесных пород по отношению к естественному состоянию лесной растительности (СК)	3
	11. Вертикальное и горизонтальное разнообразие структуры растительности (СК)	2
	12. Распространенность и количество сухостойной древесины (СК)	3
	13. Обхождение с имеющимися экосистемами низшего ранга (СК)	2
Степень	14. Спонтанность омоложения видов древесных пород (СК)	2
	15. Тип возобновления леса и обхождение с молодняками (Д)	2

¹⁰⁹Для сравнения: средняя густота сети лесохозяйственных дорог в Германии составляет 54,4 м/га на территории ФРГ и 24 м/га на территории бывшей ГДР, см. Hofmann, Kill et al., 2000, с.54.

Окончание таблицы 34

1	2	3
естественности условий развития экосистем	16. Спонтанность и интенсивность развития видов недревесной растительности (СК)	1
	17. Тип и интенсивность мероприятий по уходу (Д)	2
	18. Число интенсивных вмешательств в развитие растительности в прошлом (СК)	3
	19. Тип и интенсивность конечного использования земель (Д)	5
	20. Обхождение с экосистемой в случае ее стихийного развития, например, в случае бурелома, снеголома (Д)	3

После выявления степени естественности лесных ландшафтов в среднем по России измененные в результате антропогенного воздействия леса были разделены на классы со второго по пятый (Табл.35), при этом класс III имеет наибольший вес. Для сравнения в таблице даются классы лесных ландшафтов в сценарии 1 (район лесозаготовки - Германия).

Таблица 35

Классы лесных площадей для модуля «Вырубка круглого леса»

Классы земель	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Класс I	0	6	11
Класс II	6	15	21
Класс III	58	45	43
Класс IV	29	25	20
Класс V	7	9	5

При моделировании прочих потоков входных и выходных веществ и энергии, возникающих при вырубке леса, в сценариях 2 и 3 из-за отсутствия информации были использованы данные сценария 1, что вносит долю неопределённости в соответствующие входные и выходные потоки.

§ А-6. Производство полиэтилена в сценариях 1, 2 и 3

Полиэтилен низкой плотности, ПЭНП, применяется на двух участках данной продукционной системы: в качестве исходного материала для производства упаковочного картона и как составная часть транспортной упаковки для фиксирования ящиков из гофрокартона на паллетах.

Основой инвентаризационных данных является доклад Ассоциации изготовителей пластмасс в Европе (Association of Plastics Manufacturers in Europe, APME), вышедший в 1993 г. и базирующийся на средневзвешенных данных 22 ведущих производителей ПЭНП (см. Eco-Profiles..., 1993). Было проведено сравнение информации из данного источника с данными BUWAL, после чего она была частично дополнена (см. Ökoinventare..., 1998).

Инвентаризационные данные по производству ПЭНП даны в обобщенной форме (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.55; Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.72ff.).

На основе этих сведений были количественно определены входные и выходные потоки в сценарии 1. Экологические аспекты при изготовлении пластмасс в России, возможно, отличны от них, однако из-за отсутствия релевантных данных в сценариях 2 и 3 были использованы данные сценария 1 (Табл.36).

Таблица 36

Описание модуля 5 „Производство ПЭНП“

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг ПЭНП
2. Положение модуля в производственной цепочке	На данном этапе из природного сырья изготавливается ПЭНП в гранулах, используемый в дальнейшем для производства упаковочного картона (Модуль 7).
3. Важные входные потоки	-
4. Важные выходные потоки	Полиэтилен (ПЭНП) (основной продукт)
5. Описание технических процессов	Производство полиэтиленовых гранул включает следующие технологические процессы: • Добыча нефти и природного газа, • Дистилляция органического сырья, • Расщепление сырья на мономеры, • Реформинг, • Этилен, • Полимеризация. Данный модуль наряду с производством гранул включает необходимую транспортировку.
6. Учет производства энергии	• Учтено соотношение различных способов выработки электроэнергии в различных европейских странах; • Учтены специфические и средние данные обслуживающих тепло- и электростанций.
7. Учет транспортировки	• Учтена транспортировка сырья и полуфабрикатов; • Учтена транспортировка нефти и природного газа по трубопроводам.
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Германия; <i>В сценариях 2 и 3</i> – Россия.
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – 1992

В. Производство упаковочных материалов

К производству упаковочных материалов относятся:

- Модуль 4 - Производство алюминиевой фольги;
- Модуль 6 - Производство картона;
- Модуль 7 - Производство упаковочного картона.

§ В-1. Особенности моделирования производства картона

Модуль «Производство картона» включает в себя несколько единичных процессов, как правило, территориально разобщенных (от вырубки леса и получения волокнистого

сырья до изготовления картона). Ламинирование картона алюминием и полиэтиленом с целью получения *упаковочного картона* описывается в модуле «Производство упаковочного картона».

Основные потоки вещества и энергии при производстве картона связаны с расходом древесного сырья и процессом отбелики волокон.

Древесина представляет собой возобновляемое сырье. Хотя ее ресурсы и ограничены (во временном аспекте), она не может рассматриваться в качестве конечного ресурса и быть охарактеризована через расход на производство единицы продукции. В данной работе древесное сырье во всех релевантных модулях (Вырубка круглого леса, Производство картона и гофрокартона) учитывается через площадь используемых лесных территорий, дифференцированных по степени естественности (см. Приложение 2, § A-4).

Применяемый способ *отбелики древесных волокон* оказывает влияние на применяемые химикалии, расход электроэнергии, но, прежде всего, на количество абсорбированных галогенов (хлорорганических соединений) – АОХ в сточных водах.

§ B-2. Производство картона в сценарии 1

Производство картона смоделировано по данным UBA (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.154ff.). Сведения, лежащие в основе оценки UBA, относятся к Финляндии - важнейшему поставщику сырья для изготовления картона в Германии. В модуле наряду с процессом изготовления картона принимаются во внимание производство вспомогательных материалов, выработка электроэнергии и транспортировка (Табл.37).

Таблица 37

Описание модуля 6 „Производство картона“

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг картона
2. Положение модуля в производственной цепочке	Описывается производство картона, используемого в дальнейшем как основного компонента готовой упаковки (Модуль 7 «Производство упаковочного картона»)
3. Важные входные потоки	-
4. Важные выходные потоки	Картон (основной продукт)
5. Описание технических процессов	Картон производится из древесного сырья, состоящего на 65% из сульфатной целлюлозы и на 35% из химико-термической древесной массы, отбеленных без применения элементарного хлора. Изготовление картона включает три основных этапа: • Получение из древесины волокнистого сырья, • Отбелика волокнистого сырья, • Формирование картона. Кроме потоков веществ и энергии, связанных с производством картона, в данном модуле рассматриваются генерирование энергии, производство необходимых химических реагентов (H_2SO_4, $NaClO_3$, $NaOH$, HCl) и сопутствующие транспортные процессы.

6. Учет производства энергии	• Добыча энергоносителей; • Производство термической энергии; • Генерирование электроэнергии (принято соотношение различных способов выработки электроэнергии, характерное для финских производителей).
7. Учет транспортировки	Учтена транспортировка сырья и энергоносителей.
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Финляндия; <i>В сценариях 2 и 3</i> – Россия.
9. Временные границы модуля	<i>В сценарии 1</i> – 1997; <i>В сценариях 2 и 3</i> – 1998-2002.

§ В-3. Производство картона в сценариях 2 и 3

Инвентаризация потоков вещества и энергии при производстве картона в Российской Федерации проведена на базе соответствующего модуля в сценарии 1. Были исследованы два важнейших экологических аспекта изготовления картона:

- использование лесных территорий с различной экологической ситуацией,
- экологичность производства бумаги.

Картон-основа для упаковки из комбинированных материалов выпускается в России с середины 90-х гг. двумя предприятиями при сотрудничестве со шведской фирмой „Tetra Pak“. Оба предприятия расположены на севере Европейской части России: ОАО «Сыктывкарский лесопромышленный комплекс» (Республика Коми) и ОАО «Светогорск» или Светогорский ЦБК (Ленинградская обл.) (см. Карпачевский, 2001, с.56ff.). Моделирование производства картона осуществляется по результатам анализа этих двух предприятий.

С точки зрения экологичности производства оба эти предприятия относятся к лидерам своей отрасли. Лесопромышленный комплекс «Светогорск» является первым предприятием среди российских производителей бумаги и картона, переведенным на использование отбеливающих технологий без применения элементарного хлора (в 1993-1996), и первым предприятием в России, получившим сертификат соответствия стандарту ИСО 14001. Здесь были осуществлены следующие мероприятия по охране окружающей среды (см. Аким, 2002, с.60; Воробьев, Болотова, 2001):

- в сфере заготовки: создание инфраструктуры непрерывного снабжения лесным сырьем (закупка харвесторов и других экологически безвредных транспортных средств, обучение работников леспромхозов современной скандинавской технологии рубки леса, обеспечение техники запасными частями, создание лесных угодий);
- в сфере обеспечения энергией: перевод энергетических котлов ТЭЦ с мазута на

природный газ, модернизация котлов;

- в сфере технологий: отказ от использования при отбелке элементарного хлора в пользу диоксида хлора.

Сыктывкарский ЛПК был модернизирован в 1997-1998 гг., с 2000 г. он также перешел на технологию отбеливания без применения элементарного хлора (см. Карпачевский, 2001, с.57).

Моделирование использования земельных ресурсов. На рассматриваемых фабриках применяются древесина, вырубаяемая в Северном экономическом районе.¹¹⁰ Экологическое состояние лесных территорий оценивается, как и в модуле «Вырубка древесины», по данным инвентаризации малонарушенных лесов России.

Доля девственных лесов в рассматриваемых субъектах Российской Федерации рассчитана с учетом масштаба лесозаготовки в них. Суммарная площадь малонарушенных лесов составляет 23,3% (Табл.38). Принимая во внимание долю охраняемых лесов (15,7%), получаем площадь лесов класса I, равную 19,6%.

Таблица 38

Зоны лесозаготовок и площади малонарушенных лесов для модуля «Производства картона» в сценарии 2 (составлено по Производство..., 2001; Атлас..., 2002)

<i>Северный экономический район</i>	<i>Вырубка древесины, %</i>	<i>Площадь малонарушенных лесов, %</i>	<i>Среднее значение</i>
Архангельская обл.	67,3	25,6	17,2
Вологодская обл.	1,8	0,2	0,0
Республика Карелия	13,7	4,6	0,6
Республика Коми	17,1	31,7	5,4
Сумма	~100		23,3

80,4% нарушенных в результате антропогенной деятельности лесов были дифференцированы по степени естественности (классы II-V), как показано в таблице 39.

Таблица 39

Классы лесных площадей для модуля «Производство картона»

<i>Классы земель</i>	<i>Сценарий 1</i>	<i>Сценарии 2 и 3</i>
Класс I	0	20
Класс II	2	20
Класс III	22	40
Класс IV	62	15
Класс V	14	5

¹¹⁰В этом районе располагаются основные российские производители целлюлозы, дающие около 53% целлюлозы и ориентирующиеся на местное древесное сырье. Поэтому данная территория также является релевантной для производства целлюлозы во всей Европейской части России, см. Производство..., 2001.

Моделирование потоков энергии и вещества из-за недостатка достоверной информации проведено с использованием данных сценария 1 (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000b, с.154ff.). Чтобы оценить, не приведет ли применение данных сценария 1 в сценариях 2 и 3 к искажению результата, было проведено сравнение наиболее важных экологических аспектов производства картона. Результаты сравнения показали, что как в России, так и в Германии:

- для производства картона применяется одинаковое сырье (исключительно первичное древесное сырье),
- отходы переработки древесины сжигаются с использованием выделяющейся теплоты,
- отбеливание волокон осуществляется без использования элементарного хлора (применяется диоксид хлора),
- сточные воды подвергаются в числе прочего биологической очистке.

Совпадение основных экологически значимых характеристик производства в России и Германии позволяет перенести данные сценария 1 на сценарии 2 и 3.

Модуль «Производство картона» в сценарии 1 учитывает наряду с экологическим воздействием при изготовлении картона загрязнение окружающей среды, возникающее при генерировании энергии и транспортировке. Поскольку исходные инвентаризационные данные сценария 1 неизвестны, нет возможности выделить потоки энергии и материи, связанные с производством, с одной стороны, и с выработкой энергии и транспортировкой, с другой стороны, и скорректировать их в соответствии с российскими особенностями. В связи с этим в сценариях 2 и 3 существует доля неопределённости в оценке потребления энергии и выбросов в атмосферный воздух.

Однако для моделирования наиболее важных экологических параметров производства картона применялись первичные данные, а именно, измеренные выходные потоки (индикаторы качества сточных вод - ХПК и АОХ, количество соединений азота и фосфора, а также взвешенных веществ в сточных водах) трех предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, сравнимых с ОАО «Сыктывкарский лесопромышленный комплекс» и ОАО «Светогорск» по ассортименту выпускаемой продукции и уровню технического оснащения (см. Лаптев, Чаплиев и др., 2004, с.82).¹¹¹

Также на основе измеренных на российских предприятиях значений составлен *водный баланс*. В среднем входной поток воды, используемой для охлаждения и технических нужд, составляет 238,5 кг на 1 кг картона (см. там же, с.82). Соотношение

¹¹¹Эти предприятия: Котласский ЦБК (Архангельская обл.), Братский ЦБК и Усть-Илимский ЛПК (Иркутская обл.).

между количеством воды, используемой для охлаждения и технических нужд, и потери воды в производственном процессе приняты на том же уровне, что и в сценарии 1.

§ В-4. Производство алюминиевой фольги в сценарии 1

Инвентаризационные данные по производству алюминиевой фольги, используемой для производства упаковочного картона, были собраны ЕАА и относятся к холодному и горячему вальцеванию алюминия. При этом учтены расход материалов, эмиссии в процессе производства, а также технологические этапы, касающиеся заготовки энергоносителей.

Для составления модели выработки электроэнергии была использована статистика 1994 г. по производству полуфабрикатов из алюминия в Германии. Для немецкого рынка алюминиевых полуфабрикатов характерен импорт и экспорт в пределах Европы, поэтому для характеристики потребления электроэнергии применяется соотношение различных способов ее выработки в европейских странах (Табл.40).

Массив данных по производству алюминиевой фольги обобщен и включает не только изготовление фольги, но и добычу, обработку вспомогательных материалов, выработку энергии из энергоносителей (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.47f.).

Таблица 40

Описание модуля 4 „Производство алюминиевой фольги“

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг алюминиевой фольги толщиной 7-12 микрон
2. Положение модуля в производственной цепочке	Из чушек, выплавленных из вторичного (Модуль 2) и первичного алюминия (Модуль 1), изготавливается алюминиевая фольга, используемая затем для производства упаковочного картона (Модуль 7).
3. Важные входные потоки	Чушки из первичного и вторичного алюминия
4. Важные выходные потоки	Алюминиевая фольга (основной продукт)
5. Описание технических процессов	Модуль касается производства алюминиевой фольги с помощью вальцовки алюминиевых слитков.
6. Учет производства энергии	- Учтена термическая энергия (в формулах данных выражена как «Первичные энергоносители»); - Соотношение различных способов выработки электроэнергии учтено согласно особенностям европейской алюминиевой промышленности: гидроэлектроэнергия – 43,8%, атомная энергия - 24,7%, энергия каменного угля – 22,6%, энергия природного газа – 5,4%, энергия нефти – 3,5%.
7. Учет транспортировки	Учтена транспортировка сырья и энергоносителей.
8. Релевантная географическая область	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – Европа
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – 1994

§ В-5. Производство алюминиевой фольги в сценариях 2 и 3

Для моделирования *производства алюминиевой фольги* в Российской Федерации необходимо учесть следующие экологические аспекты:

- потребление энергии при изготовлении фольги и ее выработку;
- эмиссии производственного процесса;
- воздействия на окружающую среду при добыче и обработке сырья и вспомогательных материалов, а также от энергоносителей;
- все промежуточные транспортные перевозки.

Эти параметры можно оценить посредством анализа различий типичных для Германии и России производств алюминиевой фольги (Табл.11). К примеру, при изготовлении фольги в Германии используется порядка 28% вторичного и 72% первичного алюминия (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.110), в то время как в России соответственно 20% и 80% (см. Девяткин, Голубин и др., 2002, с.7). Изменение соотношения типов сырья в данном случае оказывает существенное влияние на потребление энергии и эмиссии. Помимо этого можно учесть технический уровень развития производства. По данным литературных источников энергетические затраты алюминиевой индустрии в России составляют около 120-130% соответствующих затрат в европейских странах, количество образующихся отходов и эмиссии вредных веществ в два раза выше, чем в Европе (см. Постановление Правительства РФ от 05.09.2002 № 1228-Р). Также различия между производством алюминиевой фольги в Германии и России можно выявить, анализируя способы выработки электрического тока, маршруты и эмиссии при транспортировке сырья и продукции.

Однако, в России в секторе *«Производство упаковочного картона»* используется исключительно импортированная алюминиевая фольга (см. Локшин, Сиротинский, 2002, с.48). Импортерами являются государства Европы. Так как данные модуля *«Производство алюминиевой фольги»* в сценарии 1 географически привязаны ко всей Европе, они также могут рассматриваться в качестве репрезентативных для импортируемой из Европы в Россию алюминиевой фольги. Тем не менее, к данному модулю в сценариях 2 и 3 необходимо причислить дополнительный транспортный путь фольги (в модуле *«Транспортировка грузов»*).

§ В-6. Производство упаковочного картона в сценарии 1

Моделирование производства упаковочного картона проведено по данным UBA (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000b, с.157ff.). Данные относятся к обоим крупнейшим

немецким производителям на 1997 г. (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.64, а также Приложение 1, часть А).

Данные в этом модуле в значительной степени обобщены. Наряду с собственно изготовлением упаковочного картона в нем учитываются выработка энергии и производство используемого при транспортировке гофрированного картона (Табл.41). Свод соответствующих потоков материала и энергии представлен в Приложении 3.

§ В-7. Производство упаковочного картона в сценариях 2 и 3

Учет входных и выходных потоков материала и энергии при производстве упаковочного картона предпринимается на основе данных сценария 1. *Экологические аспекты самого процесса производства* в различных сценариях не должны существенно отличаться друг от друга, так как упаковочный картон, как в России, так и в Германии производится на одинаковом оборудовании (см. Приложение 1, часть А).

При учете *транспортировки и связанных с генерированием энергии параметров* степень неопределённости информации будет выше. С одной стороны, исходные данные модуля «Производство упаковочного картона» неизвестны, поэтому нет возможности выделить долю воздействий на окружающую среду, связанных с транспортировкой и выработкой электроэнергии. С другой стороны, эти воздействия на окружающую среду в России в требуемой для проведения инвентаризации потоков вещества и энергии форме не измерялись, следовательно, нет возможности оценить их, опираясь на специфические данные.

Таблица 41

Описание модуля 7 „Производство упаковочного картона“

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг упаковочного картона
2. Положение модуля в производственной цепочке	Из трех основных видов сырья - алюминиевой фольги (Модуль 4), ПЭНП (Модуль 5), картона-основы (Модуль 6) - с небольшим добавлением макулатуры (Модуль 13) изготавливается упаковочный картон. В дальнейшем из него будут сформированы коробочки для напитков (Модуль 10).
3. Важные входные потоки	• Отходы бумаги картона; • Алюминиевая фольга; • ПЭНП; • Картон-основа.
4. Важные выходные потоки	• Упаковочный картон (основной продукт); • Флютинг (полуфабрикат для изготовления гофрокартона).
5. Описание технических процессов	Для изготовления картона из комбинированных материалов картон-основа покрывается слоем алюминия и несколькими слоями пластика. Нанесение печатных красок может осуществляться до или после ламинирования. Упаковка используется в дальнейшем для разлива напитков.
6. Учет производства энергии	• Добыча энергоносителей; • Выработка термической энергии; • Выработка электроэнергии с учетом способов выработки электроэнергии, применяющихся в Германии.

Окончание таблицы 41

7. Учет транспортировки	Учтена транспортировка сырья и энергоносителей.
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Германия; <i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – Россия.
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – 1997

С. Производство упаковки

В данном разделе рассматривается производство трех видов упаковки:¹¹²

- Модуль 8 - Производство ящиков из гофрокартона;
- Модуль 9 – Производство паллет;
- Модуль 10 – Разлив напитков.

§ С-1. Особенности моделирования производства гофрокартона

В рамках модуля „Производство гофрокартона“ рассматриваются следующие технологические этапы:

- обработка макулатуры;
- производство сырого картона;
- изготовление из сырого картона гофрокартона;
- формирование ящиков из гофрокартона.

Производство картона уже несколько десятилетий является одним из основных потребителей макулатуры. Однако даже при производстве картона из макулатуры необходимо добавлять небольшое количество свежих волокон, полученных из первичных ресурсов. Доля вторичных волокон при изготовлении ящиков из гофрокартона, существенно влияющая на потребление энергии и величину эмиссий, различна в Германии и России и является основным параметром, на основе которого осуществляется составление баланса потоков материала и энергии в данном модуле.

§ С-2. Производство гофрокартона в сценарии 1

В основу моделирования входных и выходных потоков, связанных с производством гофрокартона, положены данные UBA (Табл.42) (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.151ff.). В описании модуля указывается, что наряду с макулатурой используются свежие волокна (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.61). Однако информация о соотношении использования первичного и вторичного сырья не приводится, поэтому необходимо

¹¹²Производство стретч-пленки путем экструзии, используемой для фиксирования ящиков из гофрокартона на паллетах, в данном экобалансе не учитывается, так как этот вид упаковки не удовлетворяет критерию отбрасывания при определении границ производственной системы (минимум 1% массы).

сделать допущение. Потребность немецкой промышленности гофрокартона на 75% покрывается макулатурой.¹¹³ В соответствии с этим предполагается, что для выпуска гофрокартона используется в среднем 75% вторичного сырья.

Таблица 42

Описание модуля 8 „Производство гофрокартона“

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг ящиков из гофрокартона
2. Положение модуля в производственной цепочке	Ящики из гофрокартона изготавливаются преимущественно из вторичного сырья (Модуль 13) и используются в качестве транспортной упаковки.
3. Важные входные потоки	Отходы бумаги картона
4. Важные выходные потоки	Ящики из гофрокартона
5. Описание технических процессов	Применяемые в данной производственной системе ящики из гофрокартона состоят из флютинга (картона для рифленых слоев) и лайнера (картона для плоских слоев), произведенных из вторсырья, а также из древесных волокон. В сценарии 1 применяется 75% макулатурного и 25% древесного сырья, в сценариях 2 и 3 - 15% макулатуры и 85% древесных волокон.
6. Учет производства энергии	Допущение в сценарии 1 : практически 100% электрической и тепловой энергии поставляется собственными локальными энергоустановками предприятий-производителей картона. Энергоносителем на 90% являются отходы производства.
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	В сценарии 1 – Германия; В сценариях 2 и 3 – Россия.
9. Временные границы модуля	Середина – конец 90-х гг.

§ С-3. Производство гофрокартона в сценариях 2 и 3

В настоящее время производство гофрокартона является наиболее значимым потребителем макулатуры (прежде всего использованной картонной упаковки) в России. Сведения о применении вторичных волокон при производстве гофрокартона в рассматриваемом периоде (1998-2000 гг.) отсутствуют. Однако известно следующее: массовое применение вторичных волокон для изготовления бумаги началось в 1998 г. и уже к 2002 г. 40% картона для плоских слоев и рифленой бумаги для изготовления гофрокартона производилось из вторсырья.¹¹⁴ Следовательно, доля ящиков из гофрокартона, изготовленных с применением утильсырья, оценивается на уровне 20%. Также как и в сценарии 1, при производстве гофрокартона необходимо использовать небольшое количество свежих волокон (около четверти по массе). Таким образом, доля

¹¹³См. Verband der Wellpappen-Industrie e.V.: Die Welle aus Luft und Papier, http://www.wellpappen-industrie.de/pw/pw_we.htm.

¹¹⁴См. Интернет-издание «Вторичное сырье»: Макулатура: Переработка вторичного волокна из макулатуры в товарную бумагу и картон, <http://www.recyclers.ru/modules/section/article.php?articleid=58>.

макулатуры в сырье для гофрированного картона составляет 15%.

При рассмотрении производства гофрированного картона в Московской и Тюменской областях необходимо принимать во внимание особенности территориального распределения предприятий-производителей: в Уральском федеральном округе, в состав которого входит Тюменская область, имеется только одно небольшое предприятие (см. Крупчак, 2003). Поэтому сначала производство гофрокартона в сценариях 2 и 3 моделируется по средним для России параметрам. Однако в дальнейшем на счет сценария 3 будут отнесены экологические воздействия, возникающие в результате транспортировки на большее расстояние (Модуль «Транспортировка грузов»).

Учет входных и выходных потоков в сценариях 2 и 3 проводится на основе сценария 1. Однако, в то время как в сценарии 1 доля вторичных волокон (75%) значительно больше доли свежих волокон (25%), в России ситуация почти противоположная - соответственно 15% и 85%.

По данным литературных источников снижение нагрузки на окружающую среду при использовании вторсырья в производстве бумаги и картона таково:¹¹⁵

- Потребление энергии уменьшается в два раза.
- Расход воды снижается приблизительно на 60%.
- Эмиссии в воздушную среду уменьшаются приблизительно на 74%.
- Эмиссии в водную среду сокращаются на 35%.

Расчет потоков вещества и энергии демонстрируется на примере расчета потребления энергии.

В сценарии 1 расход энергии составляет 11,8 МДж на 1 кг гофрокартона. При применении 75% вторичных и 25% свежих волокон и двойном потреблении энергии при изготовлении картона из первичного сырья получаем следующую формулу:

$$0,75 \times 1 + 0,25 \times 2 = 1,25 \quad (5)$$

В сценариях 2 и 3 данное уравнение выглядит следующим образом:

$$0,15 \times 1 + 0,85 \times 2 = 1,85 \quad (6)$$

Потребление энергии в результате преимущественного использования первичного сырья в сценариях 2 и 3 в 1,48 раза больше, чем потребление энергии в сценарии 1, и составляет 17,4 МДж/кг. Распределение энергии по типам (атомная энергия, энергия ископаемого сырья и т.д.) в сценариях 2 и 3 не предпринимается. По этой же схеме в сценариях 2 и 3 определяются эмиссии в воздух и в воду, а также расход воды.

¹¹⁵См. Русское поле экспериментов: I Международный семинар «Экология 2000. Эстафета поколений», <http://www.bioscience.ru/Conference/Ecology/Dokuka.html>.

Суммарное потребление волокнистого материала в сценариях 2 и 3 оценивается на основе информации о потреблении волокон в сценарии 1 (около 1,7 кг на 1 кг гофрокартона). Количество используемого в сценариях 2 и 3 первичного сырья составляет 1,44 кг (85% от 1,7 кг). Соответственно входной поток макулатуры в сценариях 2 и 3 составляет 0,26 кг (15% от 1,7 кг).

Входной поток древесных волокон регистрируется в данном эcobалансе не через массу, а через использование земельных ресурсов (см. Приложение 2, § А-4). В базовой работе UBA не дается никаких сведений об использовании земельных ресурсов (вероятно, его вклад в суммарное экологическое воздействие процесса менее 1%). В сценариях 2 и 3 использование земельных ресурсов для получения необходимого количества свежих волокон (1,44 кг на 1 кг гофрокартона) не может игнорироваться. Оно оценивается тем же способом, что и использование земельных ресурсов в модулях «Вырубка круглого леса» и «Производство картона» в сценариях 2 и 3.

В основу моделирования использования земельных ресурсов положены районы вырубки древесины десяти ведущих производителей картона России, дающих в совокупности 71% производства (см. Чуйко, 2004, с.15).¹¹⁶ По сведениям атласа малонарушенных лесных территорий России при учете сырьевого значения релевантных областей (Табл.43 и Карты в Приложении 5) средняя доля девственных лесов составляет 19,3%. Если из этой территории вычесть долю лесов, вырубка древесины в которых запрещена (в среднем 15,7%), то площадь лесов класса I составит 16,3%.

Таблица 43

Зоны лесозаготовок и площади малонарушенных лесов для модуля «Производство гофрокартона» в сценариях 2 и 3 (составлено по Производство..., 2001; Атлас..., 2002)

<i>Районы</i>	<i>Вырубка древесины, %¹¹⁷</i>	<i>Площадь малонарушенных лесов, %</i>	<i>Среднее значение</i>
Архангельская обл.	41,1	25,6	10,5
Республика Коми	9,5	31,7	3,0
Санкт-Петербург и Ленинградская обл.	17,2	0,0	0,0
Пермская обл.	5,7	7,6	0,4
Республика Татарстан	6,5	0,0	0,0
Красноярский край	3,0	34,7	1,1
Иркутская обл.	11,5	23,9	2,8
Республика Бурятия	5,4	28,8	1,6
Сумма	100		19,3

¹¹⁶См. также Российская ассоциация организаций и предприятий целлюлозно-бумажной промышленности: Отрасль в цифрах, <http://www.bumprom.ru/index.php?ids=280>.

¹¹⁷См. Российская ассоциация организаций и предприятий целлюлозно-бумажной промышленности: Отрасль в цифрах, <http://www.bumprom.ru/index.php?ids=280>.

Классификация по степени естественности прочих лесов (83,7%) представлена в таблице 44.

Таблица 44

Классы лесных площадей для модуля «Производство гофрокартона» в сценариях 2 и 3

<i>Классы земель</i>	<i>Сценарии 2 и 3</i>
Класс I	16
Класс II	21
Класс III	42
Класс IV	16
Класс V	5

Расчет прочих входных и выходных потоков осуществляется по следующему принципу:

- Потребление материалов и количество отходов, связанных непосредственно с производством гофрокартона (например, черенков картофеля, белка), в сценариях 2 и 3 в 2 раза выше, чем в сценарии 1.
- Потребление и выход материалов и субстанций, связанных с очисткой образующихся сточных вод и газов (например, извести, гипса), в сценариях 2 и 3 в 1,5 раза выше, чем в сценарии 1.

§ С-4. Производство паллет в сценарии 1

Входные и выходные потоки, связанные с производством деревянных паллет, были инвентаризованы UBA при проведении «Экобаланса для упаковок напитков - I» (см. Ökobilanzen für Getränkeverpackungen, 1995). Эти же данные были использованы при проведении второго исследования по данной теме (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a).

Этот модуль содержит средние значения, репрезентативные для немецкой лесопильной промышленности (Табл.45). При перерасчете плотных кубометров леса на килограммы принято допущение, что паллеты изготавливаются исключительно из древесины хвойных пород (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.136f.).

§ С-5. Производство паллет в сценариях 2 и 3

Производство пиломатериалов в том или ином масштабе ведется в большинстве регионов России, в том числе в рассматриваемых Московской и Тюменской областях (см. Производство..., 2001).

Из-за недостатка информации нет возможности использовать специфические сведения о производстве паллет в Российской Федерации по всем параметрам. В

жизненных циклах деревянных паллет, изготовленных в России и Германии, отличается только использование лесных площадей. Этот параметр отображает расход древесины на производство паллет и учитывается в модуле «Вырубка круглого леса». Остальные потоки были охарактеризованы по данным сценария 1.

Таблица 45

Описание модуля 9 «Производство паллет»

1. Функциональная единица	Выходной поток: 1 кг паллет
2. Положение модуля в производственной цепочке	Данный модуль касается производства из древесины (Модуль 3) деревянных поддонов, применяемых для транспортировки напитков.
3. Важные входные потоки	Древесина
4. Важные выходные потоки	Паллеты (основной продукт)
5. Описание технических процессов	Из срубленной древесины (круглого леса) после просушки на лесопилке изготавливаются паллеты. Число циклов их использования принимается в размере 50. Наряду с данными об изготовлении поддонов данный модуль содержит сведения о выработке используемой энергии и транспортных процессах.
6. Учет производства энергии	- Учтено генерирование электрического тока на территории Германии при следующих параметрах: сеть высокого напряжения – 30%, сеть среднего напряжения – 20%, сеть низкого напряжения – 50%. - Учтено производство тепловой энергии при использовании следующих энергоносителей: тяжелых фракций нефти – 0,6%, легких фракций нефти – 92,8%, природного газа – 6,5%, каменного угля – 0,1%.
7. Учет транспортировки	Учитывается транспортировка паллет к предприятию, осуществляющему разлив напитков (290 км грузовым автотранспортом класса 5).
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Германия; <i>В сценариях 2 и 3</i> – Россия.
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – 1991

§ С-6. Особенности моделирования разлива напитков

В этом модуле в первую очередь необходимо описать особенности сбора данных. На практике только в очень редких случаях используются монолинии - оборудование, пригодное для разлива напитков только в один вид тары (в плане величины, формы или материала упаковки). Поэтому измерение входных и выходных потоков для наполнения исследуемой литровой упаковки из комбинированных материалов является практически неосуществимым. По этой причине была составлена модель установки для разлива напитков в рассматриваемую тару, состоящей из тех машин и агрегатов, которые реально используются на практике, и оценены связанные с ней потоки вещества и энергии (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.66; Ökobilanz für Getränke..., 2000b, Bericht 5, с.2ff.).

Смоделированная разливочная установка состоит из следующих частей:

- станция контроля паллет;
- хранилище паллет;
- разливной / укупоривающий аппарат;
- измеритель уровня напитка-наполнителя;
- аппарат для нанесения штрих-кода;
- формовщик коробочек;
- контролер заполнения упаковки;
- упаковщик паллет;
- аппарат для обмотки нагруженных паллет стретч-пленкой;
- конвейеры-транспортеры.

В данном модуле из рассмотрения исключаются следующие аспекты:

- конторские, складские помещения;
- штабелеры, обслуживающие производственные линии;
- внутрипроизводственные движения сырья и материалов;
- системы стеллажей, используемые на «входе-выходе» товаров;
- подготовка воды к использованию;
- очистка сточных вод;
- утилизация отходов;
- очистка отходящих газов.

Учитываемые входные потоки. Регистрируются важнейшие входные потоки: расход энергии, пара, сжатого воздуха, воды и различных вспомогательных средств.

Нагрузка и номинальная мощность разливочных установок. При расчете мощности разливочных установок исходим из следующих параметров: машины функционируют в две смены (16 часов в день), количество рабочих дней в году – 220.

Инвентаризационные данные отнесены на номинальную мощность (номинальную производительность) разливочных автоматов, измеряемую в литрах разливаемых напитков. Однако, как правило, установки достигают номинальной производительности не постоянно, а только кратковременно при оптимальных условиях. В соответствии с этим данные необходимо откорректировать (см. ниже). Производительность тех частей разливочной установки, которые установлены до или после укупоривающего аппарата, рассчитывается исходя из его уровня номинальной мощности, чтобы была возможна непрерывная работа разливочной линии.

Эффективное потребление энергии, воды и вспомогательных средств. По

среднегодовым показателям эффективный выход продукции даже для монолиний составляет в среднем 70-75% и максимум 80-85% от номинальной мощности. Однако, потребление энергии, воды и вспомогательных материалов при этом находится на том же уровне, что и при достижении номинальной производительности установки.

В данном экобалансе предполагается, что эффективная производительность разливочной линии составляет 75% ее номинальной мощности (900 упаковок в час). Так как в качестве функциональной единицы принимается номинальная мощность одной установки (1 200 упаковок в час), данные о потоках энергии и материалов должны быть скорректированы с учетом коэффициента 1,33.

Помимо этого, необходимо учесть надбавку в размере 10-12% для входных потоков воды и насыщенного пара, расходуемых на чистку производственных помещений и машин, а также паушальную надбавку в размере 5-7% для потребления энергии неучтенными установками (например, дополнительными насосами и вентиляторами), на освещение и управление производственным оборудованием. Эти потоки вещества и энергии необходимо соответственно увеличить, используя коэффициенты 1,11 и 1,06. В инвентаризационных данных модуля «Разлив напитков» (см. Приложение 3) входные и выходные потоки приводятся с учетом всех коэффициентов.

Учитываемые выходные потоки. Количество образующихся сточных вод принимается равным потреблению пресной воды. Смазочные материалы частично испаряются, частично смываются, попадая в сточную воду.

Органические (например, крахмал, остатки казеина, бумажные волокна) и неорганические отходы (например, пигменты) собираются в специальную емкость и утилизируются как «Прочий мусор». Его количество составляет 2,5-10 м³ в год. Исходя из нагрузки разливочной установки и средней плотности мусора, количество образующегося прочего мусора принимается в размере 2,05 кг/ч.

Вход и выход упаковки. К этому модулю стекаются потоки всех используемых упаковочных материалов от модулей производства и, частично, потребления:

- упаковочный картон, гофрокартон и полиэтилен;
- возвратные деревянные паллеты;
- свежизготовленные деревянные паллеты (для возмещения паллет, вышедших из оборота после 50-кратного использования; их количество соответствует 1/50 веса одной паллеты).

Выходом данного модуля являются как заполненные, надлежащим образом укупоренные и готовые к транспортировке упаковки из комбинированных материалов

(Табл.46), так и остатки упаковочного материала, подлежащие обезвреживанию или повторному использованию.

Таблица 46

Первичная, вторичная и транспортная упаковка

Тип упаковки	Вес 1 200 упаковок из комбинированных материалов, соответствующих номинальной мощности разливочной линии, кг
Упаковочный картон	35,16
Ящики из гофрокартона	7,78
Деревянная паллета*	30,55
ПЭ-стретч-пленка**	1,08
Сумма	73,49

* Для деревянных поддонов при инвентаризации данных количество циклов использования или оборотов обращения принимается в размере 50, т.е. входные и выходные потоки относятся на 0,51 кг деревянных паллет на функциональную единицу (1000 упаковок из комбинированных материалов).

** Стретч-пленка из ПЭНП, применяемая для фиксации груза на поддоне, не учитывается в этом модуле из-за своего незначительного веса (около 0,15% веса полностью загруженной паллеты).

§ С-7. Разлив напитков в сценариях 1, 2 и 3

Моделирование разлива напитков проведено по данным UBA (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, Bericht 5). Жизненные циклы исследуемой упаковки в сфере разлива напитков в Германии и России отличаются меньше всего, так как в обеих странах используются схожие машины, а именно разливочные линии мирового лидера - фирмы «Tetra Pak» (см. Приложение 1, часть А). Поэтому баланс процесса разлива напитков подводится во всех сценариях одинаково (Табл.47).

Таблица 47

Описание модуля 10 „Разлив напитков“

1. Функциональная единица	Данные относятся к номинальной мощности разливочной установки в размере 1 200 упаковок из комбинированных материалов в час.
2. Положение модуля в производственной цепочке	Данный модуль описывает процесс расфасовки напитков с помощью типичной разливочной линии.
3. Важные входные потоки	- Упаковочный картон; - Ящики из гофрокартона; - Деревянные паллеты.
4. Важные выходные потоки	Укупоренные и полностью запакованные упаковки из комбинированных материалов (упаковка неспецифицированная)
5. Описание технических процессов	В данном модуле описывается современная разливочная линия, соответствующая уровню технического развития 1997 г.
6. Учет производства энергии	Степень неопределённости исходной информации наибольшая в области потребления электроэнергии, поскольку энергопотребление различных разливочных установок существенно отличаются.
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Германия; <i>В сценариях 2 и 3</i> – Россия.
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – 1997

D. Продажа, потребление напитков и обращение с использованной упаковкой

В данном разделе описываются этапы жизненного цикла упаковки, следующие за ее изготовлением и предшествующие обезвреживанию упаковки:

- Модуль 11 – Продажа / Потребление;
- Модуль 12 - Сортировка отходов упаковки (Германия);
- Модуль 13 - Сортировка макулатуры (Германия);
- Модуль 14 – Сбор макулатуры (Россия).

§ D-1. Особенности моделирования продажи и потребления напитков

Основной функцией торговых предприятий (например, предприятий оптовой торговли, централизованных складов, предприятий последней ступени торговли) является продажа товаров, в том числе напитков. Помимо этого, ими сортируются ящики из гофрокартона и деревянные поддоны, используемые для транспортировки напитков. Во многом ими определяется концепция логистики дистрибуции напитков. Экологические воздействия, появляющиеся при дистрибуции, рассматриваются в части F настоящего Приложения. Прочие воздействия на окружающую среду, возникающие в сфере торговли напитками и сфере их потребления, например, воздействия при хранении товара на складах, в рамках данного исследования не учитываются, так как они практически не оказывают никакого влияния на результат эcobаланса (см. п. 3.1.2.5).

§ D-2. Сортировка макулатуры в сценарии 1

Данный модуль релевантен только для сценария 1 (см. Приложение 1, часть B). В нем описываются сортировка и первичная обработка макулатуры с целью получения вторичных волокон для производства бумаги и картона из макулатуры, собранной отдельно от других видов мусора. Макулатура либо перерабатывается в бумагу или картон, прежде всего, в гофрокартон, в пределах исследуемой производственной системы, либо используется в других производственных системах. Баланс данного модуля подводится по сведениям немецкой Федеральной службы окружающей среды (Табл.48) (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000b, с.227f.).

Путь макулатуры к сортировочному предприятию состоит из двух этапов: сбор макулатуры (в жилом и непромышленном секторе) и ее транспортировка при помощи специального транспортного средства - мусоровоза. Эти этапы рассматриваются в модуле 20 «Транспортировка отходов». В качестве географических границ модуля «Сортировка макулатуры» принимается, таким образом, территория сортировочного предприятия.

Таблица 48

Описание модуля 13 „Сортировка макулатуры“

1. Функциональная единица	Входной поток: 1 кг макулатурной бумаги / картона
2. Положение модуля в производственной цепочке	Данный модуль охватывает сортировку макулатурной бумаги и картона, образующихся на двух этапах: модуль 11 «Продажа / Потребление напитков» (использованная первичная и транспортная упаковка) и модуль 10 «Разлив напитков» (использованная транспортная упаковка доставляемых материалов). Макулатура применяется в дальнейшем для изготовления гофрокартона и упаковочного картона (модули 7 и 8).
3. Важные входные потоки	Отходы бумаги и картона, неотсортированные
4. Важные выходные потоки	Отходы бумаги и картона, отсортированные
5. Описание технических процессов	Данный модуль описывает процесс сортировки макулатуры на обычном сортировочном предприятии.
6. Учет производства энергии	-
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	<i>Сценарий 1</i> – Германия
9. Временные границы модуля	<i>Сценарий 1</i> – 1990-е гг.

§ D-3. Сортировка отходов упаковки в сценарии 1

Модуль «Сортировка отходов упаковки» представлен только в сценарии 1. В данном модуле из смешанной фракции «отходы упаковки» извлекается алюминий. Параллельно отсортировывается полиэтилен, с выходным потоком этого модуля покидающий границы рассматриваемой производственной системы.

Материально-энергетический баланс данного модуля подводится на основе сведений немецкой Федеральной службы окружающей среды (Табл.49) (см. там же, с.224ff.). Однако, все экологические аспекты, связанные с перевозкой отходов к сортировочному предприятию - потреблением энергии, воздушными эмиссиями и т.д., вычтены из баланса, так как они учитываются в модуле 20 «Транспортировка отходов». Для этого из суммарного потребления энергии (566 МДж на 1 т отходов) был вычтен расход энергии на транспортировку отходов (470,4 МДж), рассчитанный через теплотворную способность дизельного топлива.¹¹⁸

¹¹⁸В расчете были приняты следующие величины: максимальная загрузка транспортного средства для перевозки мусора равна 3,75 т (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.97), усредненный расход топлива одного транспортного средства составляет 60 л на 100 км (см. там же, с.78). При средней удаленности сортировочного предприятия 30 км (см. там же, с.78) весь путь, проходимый транспортным средством, состоит из трех сегментов: 30 км пути к месту сбора отходов (степень загрузки транспортного средства 0%), 30 км обратного пути (степень загрузки 100%) и собственно сбор отходов (около 10 км). Теплотворная способность дизеля составляет в среднем 42 МДж/л, см. Die Freie Enzyklopädie Wikipedia: Heizwert, <http://de.wikipedia.org/wiki/Heizwert>.

Таблица 49

Описание модуля 12 „Сортировка отходов упаковки“

1. Функциональная единица	Входной поток: 1 кг отходов упаковки (бутылок / баночек / упаковок из комбинированных материалов), подлежащих вторичному использованию
2. Положение модуля в производственной цепочке	Данный модуль касается сортировки ценных отходов упаковки, имеющих маркировку «Der grüne Punkt», и образующихся на этапе потребления напитков (Модуль 11). В результате сортировки таких отходов извлекается вторичное сырье (вторичный алюминий) для производства упаковки (Модуль 2).
3. Важные входные потоки	Отходы упаковки
4. Важные выходные потоки	Алюминий
5. Описание технических процессов	Данный модуль включает сортировку смешанных отходов упаковки на типичном сортировочном предприятии.
6. Учет производства энергии	-
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	<i>Сценарий 1</i> – Германия
9. Временные границы модуля	<i>Сценарий 1</i> – 1990-е гг.

§ D-4. Сбор макулатуры в сценарии 2

Применение макулатуры распространено в Российской Федерации не так широко, как в Федеративной Республике Германия. Только незначительная часть ценного утильсырья возвращается в хозяйственный оборот. В некоторых городах и регионах России, в том числе в Московской области, организован сбор макулатуры посредством муниципальных или (чаще всего) частных малых предприятий, однако локально практикуемый отдельный сбор отходов не играет большой роли (см. Голованчиков, Соколов, 2002, с.11f.; Иванов, Кочуров и др., 2002b; Яковенко, 2002, с.3; Крючков, 2004; Англичане..., 2003; Рынок..., 2003; Спрос..., 2003; Тихонов, 2002; Смиренный, Бойко, 2000, с.38). В Тюменской области сбор макулатуры не осуществляется. Поэтому этот модуль релевантен только для сценария 2.

Схема сбора макулатуры в России принципиально отличается от таковой в Германии. Макулатура в отсортированном виде принимается за вознаграждение в приемных пунктах, которые осуществляют ее первичную обработку (прежде всего, прессуют). Преимущество данной схемы заключается в том, что экономятся затраты на сортировку макулатуры (например, на конвейеры, за которыми вручную происходит отбор ценного сырья). Недостатком же является меньшее в сравнении с Германией количество собранной макулатуры.

Предприятия, занимающиеся сбором макулатуры можно разбить на два типа:¹¹⁹

- *Малые приемные пункты*, где макулатура вручную кипует и перевязывается. Единственным используемым техническим оборудованием здесь являются, как правило, весы. Макулатуру поставляет, прежде всего, население. Транспортные затраты в данном случае не могут быть рассчитаны. Такие приемные пункты собирают около 30% макулатуры;
- *Более крупные приемные пункты* работают, как правило, не только с населением, но и осуществляют сбор макулатуры от организаций (прежде всего, от школ и предприятий сферы услуг). В их распоряжении есть собственные транспортные средства, воздействия которых учитываются на этапе транспортировки в модуле «Транспортировка грузов». В большинстве случаев, эти предприятия оборудованы одной или несколькими техническими сортировочными линиями с встроенными весами и прессами. Их доля в сборе макулатуры составляет 70 %.

Воздействие на окружающую среду при сборе макулатуры заключается в потреблении энергии и расходе вспомогательных материалов.¹²⁰ Последний, также как и в сценарии 1 исключается из рассмотрения.

Потребление энергии инсталлированным оборудованием оценивается на основе данных сценария 1 (26,8 кДж на 1 кг макулатуры). Для этого анализируется расход энергии отдельными техническими установками стандартного немецкого сортировочного предприятия, такими как ленточные конвейеры, измельчители, грохоты, магнитные сепараторы, прессы и т.п. (см. *Ökobilanzen für Verpackungen*, 1994, с.4-18f.). Наиболее часто используемое российскими предприятиями-заготовителями макулатуры второго типа оборудование (весы, измельчители, прессы) требуют около 40% энергии, расходуемой стандартными немецкими сортировочными предприятиями. На малых приемных пунктах расходуется только энергия персонала, которую невозможно выразить в килоджоулях в рамках экобаланса. С учетом коэффициента 0,7, отражающего долю предприятий второго типа, потребление энергии в этом модуле принимается в размере 7,5 кДж на 1 кг бумаги. Распределение энергии по типам (механическая или электрическая) не осуществляется.

Так как макулатура доставляется на сортировочные предприятия уже в отсортированном виде, почти 100% поступившего материала спрессовывается в тюки (Табл.50).

¹¹⁹См. Интернет-издание «Вторичное сырье»: Бумажная проблема. Можно ли заработать на макулатуре?, <http://www.recyclers.ru/modules/section/article.php?articleid=66>, Желобанов, 2000.

¹²⁰Эмиссии и потребление энергии на транспортировку макулатуры учитываются отдельно в модуле 20.

Описание модуля 14 „Сбор макулатуры“

1. Функциональная единица	Входной поток: 1 кг отходов бумаги и картона
2. Положение модуля в производственной цепочке	Данный модуль охватывает сбор макулатурной бумаги и картона посредством их приема от населения и малых предприятий в отсортированной форме. Макулатура используется в дальнейшем для изготовления гофрокартона и упаковочного картона (модули 7 и 8).
3. Важные входные потоки	Отходы бумаги и картона
4. Важные выходные потоки	Отходы бумаги и картона, спрессованные кипы
5. Описание технических процессов	Данный модуль описывает процесс сбора и первичной обработки макулатуры.
6. Учет производства энергии	-
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	<i>Сценарий 2</i> – Московская обл.
9. Временные границы модуля	<i>Сценарий 2</i> – конец 1990-х гг.

Е. Утилизация отходов и очистка сточных вод

В данном экобалансе рассматриваются несколько альтернатив утилизации отходов производства и потребления упаковки из комбинированных материалов:

- Модуль 15 – Полигон бытовых отходов;
- Модуль 16 – Полигон для захоронения шлаков;
- Модуль 17 – Мусоросжигательный завод;
- Модуль 18 – Очистные сооружения.

§ Е-1. Особенности моделирования сжигания мусора

В данном экобалансе рассматривается *классический мусоросжигательный завод* (МСЗ) со сжиганием отходов на решетке. Такие заводы чаще всего используются для сжигания бытовых и подобных им отходов, как в Германии, так и в России (см. Приложение 1, часть С).

Продукты сгорания отходов можно разделить на две основные группы:

- твердые продукты сгорания (образуются из неорганической фракции);
- газообразные продукты сгорания (образуются из влаги, содержащейся в отходах, и органической фракции).

Твердые продукты сгорания представляют собой шлаки и пепел, образующиеся при сгорании, пыль, оседающую в фильтрах, шлам и другие отходы очистки отходящих газов (ООГ). Отходящие газы, состоящие из газообразных и органических материалов, пыли и

тяжелых металлов, после многоступенчатой ООГ выбрасываются в атмосферу. Помимо этого, при сжигании отходов в печь подводится воздух, чтобы обеспечить наиболее полную оксидацию вредных веществ (расход воздуха в балансе не учитывается). Ориентировочная количественная оценка этих потоков представлена на рисунке 30.

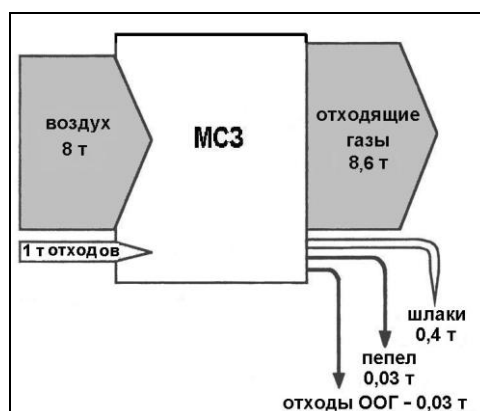


Рис.30. Материальный баланс МСЗ (см. Hermann, Karsten et al., 1995, с.162)

Кроме того, при сжигании отходов применяются топочная нефть, химикалии для ООГ, вода для охлаждения шлаков и очистки газов, а также образуются следующие выходные потоки: гипс, тепловая и / или электрическая энергия, сточные воды.

Моделирование сжигания отходов во всех сценариях охватывает затраты энергии, необходимые вспомогательные материалы, образующиеся твердые отходы и эмиссии. При этом в качестве физических границ рассматриваемой системы выступает территория мусоросжигательного завода. Предварительная обработка отходов, обращение с отходами сгорания всех типов за пределами территории предприятия, изготовление и утилизация вспомогательных материалов не рассматриваются.

В качестве функциональной единицы модуля используется 1 кг отходов упаковки любого типа. При этом дифференциация отходов по происхождению, составу, экологической опасности и т.п. не производится. Поэтому необходимо предположить, что отходы упаковки из комбинированных материалов при сжигании являются источниками такого же загрязнения, как бытовые отходы в среднем.

§ Е-2. Мусоросжигательный завод в сценарии 1

По данным «Экобаланса для упаковки напитков – II» типичным мусоросжигательным заводом в Федеративной Республике Германия является по данным «Экобаланса для упаковки напитков – II» завод, сжигание отходов на котором осуществляется на решетке, построенный в 1990 – 1995 гг. (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000а, с.80). Такой МСЗ оснащен системой ООГ, способной очистить газ значительно

более качественно, чем этого требует обязательное к исполнению 17-е Предписание по реализации Федерального Закона о защите от иммиссий установок для сжигания отходов¹²¹ (17. BimSchV, 1990), а также системой использования выделяемой в процессе сгорания энергии для производства электрического тока и / или тепла.

Рассмотрим *отдельные ступени* современного мусоросжигательного завода (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.80).¹²² Отходы подвозятся к МСЗ с помощью специальных грузовиков-мусоровозов и выгружаются в бункер. Бункер служит, с одной стороны, для хранения отходов, с другой стороны, - для их перемешивания, необходимого для обеспечения большей однородности, а, следовательно, и одинаковой теплотворной способности отходов. Кроме того, из бункера откачивается воздух, подаваемый в печь. За счет господствующего вследствие этого низкого давления в бункере предотвращаются распространение неприятного запаха и выбросы пыли. С помощью загрузочного крана мусор поступает сначала в приемную шахту, затем в печь сжигания. Колосниковая решетка печи легко наклонена, вращающиеся валики способствуют движению отходов по камере сгорания. Сжигание отходов проводится при подаче воздуха снизу через решетку. В камере поддерживается температура 850 °С, что позволяет избежать образования оксидов азота, происходящего при температуре горения от 900 °С. Через отверстия решетки несгораемые материалы в виде шлака попадают в заполненные водой емкости для охлаждения, и, наконец, в контейнеры или отвалы для хранения. Образовавшиеся при горении отходов газы поступают в следующую камеру, где они дожигаются при подаче воздуха. Затем они попадают в котел, в котором образуется пар, вращающий турбины для выработки электрического тока или тепловой энергии.

Следующая затем *очистка отходящих газов* начинается с прохождения электростатического фильтра, задерживающего большую часть пыли. Затем газы проходят так называемый квенчер, представляющий собой множество трубок со встроенными охлаждающими пластинами и предназначенный для резкого охлаждения газа, и многоступенчатую химическую отмывку. Первым этапом химической отмывки является кислая промывка газов (HCl-отмывка) в скруббере, очищающая газы от хлороводорода и фтороводорода. Затем следует щелочная промывка газов (SO₂-отмывка) с использованием гидроксида или карбоната кальция / натрия, при которой происходит очистка газов от оксидов серы. Образующийся на данном этапе побочный продукт – гипс,

¹²¹Под *иммиссиями* в немецкоязычном научном пространстве понимаются воздействия загрязнения, шума и т.п. на живые организмы в отличие от *эмиссий* – «излучений», выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водную среду.

¹²²О технике для сжигания мусора см. также Brehm, Kerler, 1985, с.105ff.; Was Sie..., 1993, с.48ff.; Schulz, 2003, с.4f.

как правило, идет на продажу. После отмывки газов их поток проходит через угольные и текстильные фильтры, задерживающие мелкую пыль, диоксины, фураны и другие органические соединения, а также тяжелые металлы. Конечным этапом ООГ является удаление соединений азота. Здесь при использовании аммиака или аммиачной воды в качестве восстановителя при температуре 900-1100 °С оксиды азота распадаются на элементарный азот и воду. Модификацией данного процесса является каталитический дожиг окислов азота, например, с использованием пластин из оксида титана или вольфрама. Данный процесс может происходить при более низкой температуре (260-350°C). Очищенные отходящие газы выбрасываются в атмосферу (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.81).¹²³

Моделирование. Основой моделирования потоков вещества и энергии при сжигании отходов являются данные UBA (Табл.51) (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000b, с.238f.). По ним были рассчитаны затраты энергии, потребление воды и горючего, а также количество образующегося пепла, шлаков и отходов ООГ; однако сначала эти данные были подвергнуты сравнению с информацией других литературных источников, показавшему, что они практически совпадают. Непосредственно перенять данные UBA о воздушных эмиссиях не было возможности, так как они даются в обобщенной форме (наряду с эмиссиями собственно сжигания отходов учтены и эмиссии их транспортировки на МСЗ).

Твердые продукты сгорания отходов. Несгораемые материалы, доля которых в составе отходов составляет около 30-35%, превращаются в процессе сгорания в шлаки и пепел. В среднем при сгорании отходов образуются 312 кг шлака, из которого добывается около 30 кг железного лома, и примерно 7-8 т загрязненных газов. Эти газы содержат около 18 кг пепла, который оседает в фильтрах. В то время как шлаки после извлечения из них железа могут быть использованы вторично, пепел необходимо депонировать, поэтому в своде инвентаризационных данных они указываются соответственно как отходы, подлежащие переработке, и отходы, подлежащие захоронению. Содержащиеся в отходящих газах вредные вещества удаляются посредством ООГ и очистки сточных вод, образующихся при ООГ, и являются источником твердых «отходов ООГ» (около 16 кг).

Газообразные продукты сгорания отходов. Выбросы загрязняющих веществ с отходящими газами рассчитаны на основе нескольких источников. Три источника посвящены современному уровню технического оснащения МСЗ в соответствии с требованиями вышеупомянутого Предписания по реализации Федерального Закона о защите от иммиссий (см. Reimann, 1993, с.293; Vogg, 1992, с.180; Zimmermann, 1996, с.85).

¹²³Об этапах очистки отходящих газов см. также Brehm, Kerler, 1985, с.114ff.; Comfère, 1996, с.112f.; Hackl, 1991; Reimann, 1993, с.298; Zimmermann, 1996, с.82ff.

В четырех других публикациях регистрируются сведения о воздушных эмиссиях современных МСЗ. Так, Фрелинг приводит данные о размерах эмиссий МСЗ в городах Бонн и Ингольштадт (см. Fröhling, 1998, с.101); Немецкая Федеральная Служба Окружающей Среды публикует среднегодовые значения пяти баварских МСЗ (см. Bericht..., 1999, с.36); в исследовании по заказу австрийского Федерального Министерства сельского и лесного хозяйства, окружающей среды и водного хозяйства приводятся эмиссии всех трех находящихся в Австрии МСЗ (см. Stubenvoll, Böhmer et al., 2002, с.61ff.); на интернет-странице МСЗ «Рулебен», расположенного в Берлине, публикуются результаты измерения выбросов.¹²⁴

На основе этих источников рассчитаны эмиссии NH₃, HCl, HF, CO, металлов, NO_x, мелких частиц (пыли), SO₂, PCDD, PCDF и TOC. Выбросы NMVOC (кроме выбросов диоксинов и фуранов) приводятся по сведениям Велоу и Вогг (см. Vehlow, Vogg, 1991, с.449ff.). Для определения размера эмиссий двуокиси углерода использовались сведения о составе отходящих газов (см. Was Sie..., 1993, с.52). В случаях, когда эмиссии приведены в мг/нм³ на кубометр отходящих газов, они были пересчитаны на мг/нм³ на тонну сжигаемых отходов. При этом средний объем образующихся газов был принят в размере 5100 м³ на 1 т отходов.

§ Е-3. Мусоросжигательный завод в сценарии 2

Определение типичного мусоросжигательного завода. Так как в Тюменской области (как и в большинстве регионов России) МСЗ отсутствуют, данный модуль в сценарии 3 не фигурирует. Нижеследующее относится к сценарию 2.

В 1990-х гг. в России функционировали семь МСЗ, три из них - в Москве (см. Приложение 1, часть С). Уровень их технического оснащения не соответствует сегодняшним требованиям, особенно в плане содержания загрязняющих веществ в воздушных эмиссиях. В 2004 г. был введен в эксплуатацию современный восьмой МСЗ в Москве. Однако он в данном исследовании не рассматривается, поскольку не попадает в интересующий нас временной интервал.

Рассматриваемые мусоросжигательные заводы были построены в 1983-1986 гг. На шести из них установлены импортные системы сжигания отходов на решетке (из бывшей Чехословакии, Дании и Германии), технический уровень которых соответствует 60-70-м гг. 20 в. Их годовая мощность составляет от 50 000 до 200 000 т. Помимо тепла, выделяемого отходами при сжигании, на этих заводах используется лишь железный лом,

¹²⁴См. Berliner Stadtreinigungsbetriebe: Müllverbrennungsanlage in Ruhleben, <http://www.bsr-online.de/bsr/html/1163.htm>.

извлекаемый из шлаков и шлама (см. Мирный, Скворцов, 1997, с.42). Основной проблемой этих МСЗ является неудовлетворительная очистка отходящих газов: система ООГ обычно состоит лишь из текстильного или электростатического фильтра, задерживающего пыль, и установки влажной промывки газов (водного скруббера), устраняющей оксиды серы, галогенные соединения и тяжелые металлы, в частности ртуть (см. Юфит, 1998).

Моделирование. Потоки вещества и энергии в сценарии 2 моделируются с учетом следующих отличий российских МСЗ от немецких:

- Разный расход вспомогательных материалов при ООГ.
- Осуществление или неосуществление повторного использования шлаков.
- Существенно более высокие по сравнению со сценарием 1 концентрации загрязняющих веществ в отходящих газах МСЗ в сценарии 2.

Расход вспомогательных материалов при сжигании отходов зависит от применяемых способов ООГ. На типичном российском МСЗ используются, во-первых, электростатические и текстильные пылевые фильтры, не требующие использования каких-либо реактивов, а во-вторых, промывка газов с помощью скруббера, при которой применяется гидроксид кальция.

Вода используется для охлаждения шлаков (около 0,3 м³) и промывки отходящих газов (около 0,9-1 м³) (см. Reimann, 1993, с.290). На российских МСЗ используется примерно на 0,1 м³ меньше воды, чем на немецких МСЗ, так как не осуществляется очистка газа от содержащихся в них соединений азота.

Количество образующихся при сгорании *пепла и шлаков* зависит от доли несоргаемых материалов в составе отходов. В ходе изучения состава бытовых отходов в Германии и России существенных различий не было выявлено. Поэтому количество твердых продуктов сгорания в сценарии 2 составляет, как и в сценарии 1, 330 кг на тонну сжигаемых отходов. По той же причине не меняется количество извлекаемого из шлаков железа. Однако, в то время как образующиеся в процессе сжигания отходов шлаки в Германии реализуются, в России они депонируются. Поэтому шлаки и пепел регистрируются в сценарии 2, как «Отходы, подлежащие обезвреживанию».

Количество *отходов ООГ* в сценарии 2 примерно на 3 кг меньше, чем в сценарии 1. Данное различие обусловлено тем, что при очистке газов не используются активированный уголь и гидроксид аммония.

Энергетический баланс МСЗ в России такой же, как в Германии.

Основой моделирования *уровня воздушных эмиссий* МСЗ являются:

- при оценке выбросов HCl, HF, CO, Pb, Cd, Cu, Hg, Zn, NO_x, частиц, SO₂, PCDD,

PCDF: сведения о воздушных эмиссиях, соответствующих уровню технического оснащения МСЗ в 60-70-х гг. (см. Koch, Seeberger, 1984, с.72; Vogg, 1992, с.180);

- при оценке выбросов As, Cr, Ni: нормативные требования по уровню воздушных эмиссий МСЗ в 70-х гг. (см. Kassebohm, Wolfering, 1992, с.118).¹²⁵

Количество углекислого газа в обоих сценариях остается неизменным. Чтобы оценить выходные потоки прочих соединений (углеводородов, NH₃, NMVOC кроме диоксинов и фуранов), было проанализировано соотношение уровней загрязнения очищенных газов в сценариях 1 и 2 (по сути дела сравнивался уровень ООГ в 90-х и 70-х гг.).¹²⁶ Выброс названных загрязняющих веществ в очищенных газах был рассчитан с допущением, что они изменились за данный период времени в той же мере, что и концентрации других веществ, выявленных по данным литературных источников. Массы загрязнителей, данные на кубометр отходящих газов, были пересчитаны на массы, приходящиеся на 1 т сжигаемых отходов, через объем газов (5100 м³).

Таблица 51

Описание модуля 17 „Мусоросжигательный завод“

1. Функциональная единица	Входной поток: 1 кг отходов упаковки, подлежащих обезвреживанию
2. Положение модуля в производственной цепочке	Обезвреживаются бытовые отходы потребления, а также отходы производства, подобные бытовым.
3. Важные входные потоки	Отходы упаковки
4. Важные выходные потоки	-
5. Описание технических процессов	Данный модуль касается утилизации бытовых и подобных им отходов посредством сжигания на специально предназначенных для этого заводах. В сценарии 1 используется МСЗ, функционирующий без нарушения требований вышеупомянутого 17-го Предписания по реализации немецкого Федерального Закона о защите от иммиссий. ООГ проходит в пять этапов: электростатическая очистка, HCl-отмывка, SO₂-отмывка, очистка с помощью тканевого фильтра в так называемом «летающем потоке» и удаление соединений азота. В сценарии 2 применяется технически менее совершенный МСЗ, оснащенный системой ООГ, включающей три ступени: очистка с помощью электростатического / тканевого фильтра, HCl-отмывка, SO₂-отмывка.
6. Учет производства энергии	-
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	В сценарии 1 – Германия В сценарии 2 – Московская обл.
9. Временные границы модуля	В сценариях 1 и 2 – вторая половина 90-х гг.

¹²⁵Как показывает сравнение требований по уровню воздушных эмиссий и измеренных выбросов металлов, фактические выбросы ниже предельно допустимых и составляют в среднем около 1,4% предельно допустимых выбросов. На этом основании было сделано допущение, что выбросы As, Cr и Ni также составляют 1,4% предельно допустимых выбросов.

¹²⁶Из данного сравнения следует, что концентрации загрязняющих веществ в прошедших очистку отходящих газах МСЗ в 90-х гг. были приблизительно в 20 840 раз ниже, чем в 70-х гг.

§ Е-4. Особенности моделирования складирования отходов

В первую очередь кратко рассмотрим аспекты, обуславливающие негативное экологическое воздействие полигонов отходов.¹²⁷

Полигоны в течение долгого времени являются источником загрязнения окружающей среды продуктами распада органических отходов (свалочными газами, а также фильтратом или свалочными сточными водами). Эмиссии свалочного газа прекращаются через несколько десятилетий после захоронения отходов (о составе и свойствах свалочных газов см., например, Dernbach, 1991, с.174f.; Hermann, Karsten et al., 1995, с.96ff.; Rettenberger, 1991, с.22). Сточные воды при отсутствии искусственных препятствий притоку и оттоку атмосферных вод поступают в окружающую среду значительно дольше (о свалочном фильтрате см. Brehm, Kerler, 1985, с.155; Hermann, Karsten et al., 1995, с.98f.; Jacobitz, 1993, с.183f.; Kursawa-Stucke, Liebert et al., 1994, с.35; Schnauffer, 1994, с.17; Stegmann, 1992, с.198ff.; Weber, 1992, с.170-174).

Водонепроницаемые экраны естественного или искусственного происхождения, служащие для изоляции тела свалки от окружающей среды, с точки зрения современной науки являются эффективными, однако опыт, позволяющий судить то, насколько долговременен их эффект, отсутствует (об устройстве покрытий на поверхности полигонов и изоляции их основы см. Brehm, Kerler, 1985, с.157f.; Abdeckung..., 1998, с.19ff.; Was Sie..., 1993, с.96ff.; Rettenberger, 1992, с.12; Urban-Kiss, 1992, с.81ff.).

В Германии ужесточение экологических требований к полигонам отходов, санирование и ликвидация экологически опасных свалок привели к значительному улучшению экологических характеристик захоронения отходов на полигонах. В России же все еще распространены как полигоны, не имеющие систем сбора свалочного газа и сточных вод, так и совершенно неконтролируемые «дикие» свалки. Таким образом, типичные для Германии и России полигоны отходов очень существенно отличаются друг от друга.

§ Е-5. Полигон отходов в сценарии 1

С точки зрения инженерно-строительных форм *полигоны отходов*, распространенные в современной Германии, подразделяются на следующие типы (см. Hermann, Karsten et al., 1995, с.93f.; Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.86):

- полигоны в карьерах, рудниках;
- полигоны на склонах;

¹²⁷Здесь и далее термин «полигон» применяется для обозначения любого места размещения и обезвреживания отходов.

- полигоны в понижениях долин;
- полигоны в форме отвалов, терриконов.

Первые крупные полигоны создавались в карьерах, рудниках и прочих понижениях земной поверхности. Сегодня наиболее распространенным типом полигона стали полигоны в форме отвалов, хорошо позволяющие держать под контролем эмиссии свалочного газа и образующегося фильтрата.

При средней продолжительности периода времени, в течение которого воздействие полигонов на окружающую среду существенно (в размере 50 лет) выделяются *две фазы «жизни» полигона* (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.86f.):¹²⁸

- Фаза А (фаза заполнения) – первые 10 лет;
- Фаза В (после заполнения) – по прошествии 10 лет.

В фазе заполнения происходит складирование доставленных на полигон отходов с формированием так называемого свалочного тела. Уже в это время на полигоне появляются полностью заполненные участки, на которых необходимо создавать защитное покрытие. Образующиеся газы и сточные воды необходимо собирать не только после создания защитного покрытия свалочного тела, но и в процессе его заполнения.

Основы составления материально-энергетического баланса полигонов отходов. Для моделирования основных потоков необходимо проанализировать пути выноса двух главных продуктов разложения отходов - сточных вод и свалочного газа. Их поступление в окружающую среду определяется тем, какие *технические сооружения для улавливания, очистки и/или использования свалочного газа и фильтрата* имеются на данном полигоне.

Так, собранный *свалочный газ* может энергетически использоваться в топках или газовых моторах либо сжигаться на факелах или в муфельных печах без использования выделяющейся энергии. На очистных сооружениях для *свалочного фильтрата* осуществляются, как правило, биологическая очистка, ультрафильтрация и фильтрация с помощью активированного угля. Иногда очистка сточных свалочных вод ограничивается лишь прохождением фильтрационных систем обратного осмоса (обратноосмотических установок). Однако по техническим причинам даже на полигонах, оборудованных системами сбора, часть свалочного газа и сточных вод попадает в окружающую среду.

Полигоны отходов выбрасывают вредные вещества в течение длительного времени, что связано с длительностью микробиологических и физико-химических процессов разложения органической фракции отходов. Так, выбросы свалочного фильтрата могут

¹²⁸Наиболее старые крупные мусорные полигоны возникли сравнительно недавно (около 20-40 лет назад), однако предполагается, что загрязняющие вещества перестают образовываться на них по прошествии около 50 лет с начала эксплуатации полигонов.

происходить в течение периода времени от нескольких десятилетий до нескольких столетий. Эмиссии свалочного газа происходят в течение 20-30 лет. По прошествии 15-20 лет содержание метана в нем снижается настолько, что его использование становится невыгодным. Количество образующегося свалочного газа на 100 000 т отходов в первые 10 лет существования свалки достигает $120 \text{ м}^3/\text{ч}$, а позднее снижается до $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ и ниже. В среднем через 10 лет после создания полигон начинает поглощать кислород приземных слоев атмосферы, что приводит к увеличению содержания кислорода в теле свалки (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.87).

Моделирование экологического воздействия полигонов бытовых отходов. Определение *типичного полигона* основывается на результатах проведенного UBA анализа полигонов бытовых отходов всех типов в Германии с учетом их технического оснащения (см. там же, с.86ff. со ссылкой на внутриведомственные неопубликованные материалы, см. *Auflistung...*). Сведения о типичном полигоне включают информацию о количестве диффузно попавших в окружающую среду и собранных сточных вод и свалочного газа, а также о способах их использования.

Чтобы определить долю того или иного способа очистки/использования продуктов распада отходов на среднестатистическом полигоне, имеющиеся в Германии полигоны были разделены на группы в зависимости от используемого оборудования, например, полигоны с системами сбора газа и газовыми моторами и/или с системами сбора свалочного фильтрата. Затем был определен остаточный (который еще можно использовать) объем захоронения отходов на полигонах с одинаковым типом очистки/использования, и определена их доля от остаточного объема захоронения отходов на всех имеющихся в стране полигонах. В результате был выявлен «технический стандарт» полигонов отходов в будущем (Рис.31).

Моделируемые технические сооружения (системы сбора, очистки и использования газа и сточных вод) соответствуют современному уровню технического прогресса. Предполагается, что они будут эксплуатироваться в течение 50 лет. Площадь полигона определена из расчета, что плотность складироваемых отходов составляет $1 \text{ м}^3/\text{т}$, а высота складирования достигает 20 м (см. там же, с.90).

Расчет *входных и выходных потоков вещества и энергии на полигонах бытовых отходов* был осуществлен на базе двух основных источников:

- Эмиссии в водную и воздушную среду – по данным немецкого Института исследования энергии и окружающей среды (ifeu) (см. *Ökobilanzen für Verpackungen*, 1994, с.6-1ff.).



Количество образующегося свалочного газа (Г) напрямую зависит от доли доступного живым организмам органического углерода ($C_{\text{орг}}$) в составе отходов. Суммарное количество газа, образующегося при разложении 1 тонны отходов на полигоне, рассчитывается по формуле (7) (Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.88; подробнее об этом см. Abdeckung..., 1998, Anlage A; Der Deponiegashaushalt..., 1992, с.14ff.; Rolland, Scheibengraf, 2003, с.7ff.):

$$\Gamma = 1,868 \times C_{opr} \times 0,5 \quad (7)$$

Бытовые отходы содержат от 160 до 200 кг/т доступного живым организмам органического углерода (в расчетах используется минимальное значение - 160 кг/т). Органические углеродистые соединения, которые не разлагаются микроорганизмами (например, полистирол), при определении содержания C_{org} не учитываются. Коэффициент

0,5 необходим для учета того, что на полигонах в газ преобразовывается не более 50% содержащейся в отходах органики, так как с одной стороны создавшиеся условия не способствуют полному микробиологическому разрушению органической фракции, а с другой стороны, трудно разлагаемые соединения не разрушаются полностью. Коэффициент 1,868 необходим для учета объема свалочного газа.

Свалочный газ состоит преимущественно из метана CH_4 (около 55%) и углекислого газа CO_2 (около 45%). Кроме того, в нем обнаруживаются следы целого ряда летучих органических соединений. В зависимости от содержания органического углерода в отходах на полигонах образуются 150-190 м³ свалочного газа на тонну бытовых отходов (в расчетах используется минимальное значение - 150 м³). Распределение (аллокация) воздушных эмиссий проводится, таким образом, посредством определения доли органики, содержащейся в отходах.

В среднем немецким полигонам бытовых отходов свойственно следующее (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.229f.):

- 25% свалочного газа образуется на полигонах, не оснащенных системами сбора газа.
- 75% свалочного газа образуется на полигонах, оснащенных системами сбора газа.

На этих полигонах:

- о в фазе А (фазе заполнения полигона) собирается около 30% свалочного газа;
- о в фазе В (после окончания заполнения полигона) благодаря изолирующему покрытию возможно собирать около 70% образующегося газа.

При этом предполагается, что около половины образующегося газа возникает в фазе А, следовательно, вторая половина суммарного количества свалочного газа возникает в фазе В. В итоге в фазе А собирается 11,25% всего количества образующегося свалочного газа (расчет: 75% x 50% x 30%), а 26,25% газа диффузно уходит в окружающую среду. В фазе В собирается 26,25% газа, и 11,25% улетучивается. В общей сложности в атмосферу диффузно уходит 62,5% (56,25 м³) образующегося на полигоне газа и 37,5% (93,75 м³) газа собирается (Рис.31).

Количество образующихся на полигоне *сточных вод* определяется через массу складированного мусора и количество осадков. Упорядочение вредных веществ сточных вод по отдельным видам отходов (аллокация) осуществляется по массе отходов.

На полигонах с системами сбора образующихся сточных вод и без них:

- В фазе А (без изоляции поверхности тела свалки) в сточные воды ежегодно превращается около 40% выпадающих атмосферных осадков.
- В фазе В (после заполнения полигона и создания изолирующего покрытия на его

поверхности) количество образующихся сточных вод составляет 8% годовой суммы осадков.

При среднегодовом количестве осадков 750 мм, высоте складирования отходов на полигоне 20 м, плотности складированных отходов 1 м³/т в фазе А образуются 15 л сточных вод на каждую тонну отходов за год, в фазе В – 3 л (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.230).

На 130 из 396 полигонов отходов в Германии системы сбора сточных вод отсутствуют. Степень их заполнения достигает 85%, соответственно, остаточный объем составляет 15%. Следовательно, 15% сточных вод, образующихся за рассматриваемый период, диффузно уходят в окружающую среду. 85% свалочного фильтрата образуется на полигонах, оборудованных системой сбора сточных вод. В среднем на таких полигонах собирается 90% образующихся сточных вод, оставшиеся 10% бесконтрольно попадают в окружающую среду. Итого количество собранных сточных вод достигает 76% (205,2 кг/т отходов), оставшиеся 24% сточных вод (64,8 кг) диффузно выделяются из свалочного тела и попадают непосредственно в окружающую среду (Рис.31).

При расчете фактического выброса загрязняющих веществ со сточными водами полигонов отходов необходимо обратить внимание на то, что после заполнения полигона и создания изолирующего экрана на их поверхности, то есть выполнения обязательных требований Технической инструкции «Отходы поселений» (см. *TA Siedlungsabfall*, 1993), новообразование сточных вод существенно сокращается. Согласно требованиям данной инструкции основанием полигона должен быть водонепроницаемый экран. Все вместе эти меры призваны обеспечивать отсутствие прямого контакта тела свалки с грунтовыми водами.

Нужно отметить, что для отходов, складированных на полигонах ближе к моменту окончания их заполнения и создания изолирующей отсыпки, принятый срок образования сточных вод (50 лет) несколько завышен. С другой стороны, когда заполняются большие по площади участки свалки, тело свалки подвергается значительному воздействию атмосферных осадков, и, как следствие, эмиссии свалочного фильтрата будут наблюдаться дольше.

Диффузные эмиссии свалочного газа, попадающие непосредственно в окружающую среду, с целью обеспечения лучшей воспроизводимости эcobаланса учитываются в материально-энергетическом балансе дважды: через объем (в м³) и через специфическое содержание вредных веществ (в кг). Собранные свалочные газы используются в топках, на факелах или газовых моторах в пределах границ системы и, таким образом, представляют собой не выходные потоки, поступающие непосредственно в окружающую

среду, а только сквозные потоки. Поэтому загрязняющие вещества, содержащиеся в собранных газах, регистрируются в балансе через выходные потоки установок по их использованию. Аналогично учитываются в балансе сточные воды. Данные о количестве диффузно поступающих в окружающую среду сточных вод приводятся дважды: по объемным характеристикам (в л) и по массе содержащихся загрязняющих веществ (в кг). Что касается собранных сточных вод, в балансе регистрируется только та их часть, которая без какой-либо очистки подается на коммунальные очистные сооружения.

При расчете вредных выбросов со свалочным газом и фильтратом применялись сведения *ifcu* о составе диффузно высвобождаемых телом свалки газов и сточных вод, а также об эмиссиях сооружений по очистке/использованию собранных газов и сточных вод (см. *Ökobilanzen für Verpackungen*, 1994, с.6-1ff.). Распределение различных альтернатив использования свалочного газа и фильтрата осуществляется по данным UBA (Рис.31). В виде исключения диффузные эмиссии двух основных компонентов свалочного газа (метана и двуокиси углерода) учитываются через их объем (расчет произведен с учетом их плотности в нормальном состоянии) (см. *Heßbrügge*, 1993, с.37; *Schreier*, 1994, с.52).

Описанным способом были выявлены эмиссии большинства вредных веществ (15 из 17 параметров по эмиссиям в воздушную и 27 параметров по эмиссиям в водную среду). Дополнительно были определены воздушные эмиссии диоксинов, фуранов и ТОС (на базе сведений вестника «Трирские сообщения по экономике отходов»). Так, в статье Г.Виддера и К.Вимера исследуются эмиссии трех топок и четырех газовых моторов, применяемых для сжигания свалочного газа (см. *Widder, Wiemer*, 1991, с.112ff.); для сравнения и дополнения этой информации применялись также сведения об эмиссиях других топок и газовых моторов (см. *Schuhmann*, 1994, с.352; *Widder, Lewandowski*, 1994, с.339).

При моделировании полигонов в данном проекте учитывается не только уровень их технического оснащения, но и вид депонируемых отходов: наряду с полигонами бытовых отходов рассматриваются *полигоны для захоронения шлаков* (Табл.52,53). Исходным пунктом составления материально-энергетического баланса полигонов последних является то, что шлаки не содержат органики, следовательно, на таких полигонах не образуются свалочные газы (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.90). Загрязнение сточных вод шлаковых полигонов определено по данным литературных источников (см. *Ökobilanzen für Verpackungen*, 1994, с.6-34ff.). Площадь полигона определена из расчета, что плотность складироваемых отходов составляет 1 м³/1,5 т шлаков, а высота складирования достигает 45 м (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000b, с.236f.). Энергетический баланс и баланс вспомогательных материалов проведен по сведениям UBA (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.90).

§ Е-6. Полигоны отходов в сценариях 2 и 3

В отличие от Германии в современной России только немногие полигоны отходов оборудованы системой сбора сточных вод и свалочного газа. Кроме того, моделирование типичного полигона отходов должно проводиться с учетом несанкционированных мусорных свалок, которые являются значительно менее приемлемыми с точки зрения экологии.

Определение типичного полигона отходов в сценариях 2 и 3 проведено на основе опубликованных данных обо всех местах захоронения отходов - от санкционированных полигонов до «диких» свалок, содержащих сведения по площади и вместимости полигонов, высоте складирования отходов и их составе.

Количество свалочных газов и сточных вод определено так же, как в сценарии 1. Однако, поскольку их сбор с целью дальнейшей очистки или применения проводится только на отдельных, наиболее современных полигонах, в дальнейшем исходим из того, что на среднем, репрезентативном полигоне бытовых отходов в России в 1996 г. свалочные газы и фильтрат выбрасываются непосредственно в окружающую среду.

Моделирование типичного полигона бытовых отходов в сценарии 2. В Московской области в середине 90-х гг. прошлого века имелось около 210 организованных полигонов и «диких» свалок, в том числе 96 действующих общей площадью 678 га (см. Состояние..., 1996, с.294). Около 80% этих полигонов и свалок эксплуатировались 15-20 лет. До 90% отходов г. Москва, дающего почти половину всех отходов Московского региона (около 6 млн. т.), вывезено на два крупных полигона в Подмосковье (Тимохово и Хметьево) общей площадью 140 га (см. Букреев, Корнеев, 1999, с.38; Потапов, 2000, с.377). В то же время в черте города имелось около 108 сравнительно небольших свалок бытовых и промышленных отходов (в том числе, несанкционированных), как действующих, так и закрытых (Горбатовский, Рыбальский и др., 1998, с.207; Гусейнов, 1997, с.12; Шершневу, Ларионов и др., 1999, с.32), суммарная площадь которых достигает почти 290 га (см. Потапов, 2000, с.377). Кроме того, в середине 90-х гг. в Московской области только «диких» свалок площадью от 1 га имелось более 200 (Мелкумов, 1998, с.5; Мелкумов, 1999, с.40), причем на них хранится до 10% образующегося мусора (см. Горбатовский, Рыбальский и др., 1998, с.207).

Большинство организованных мест захоронения отходов сооружены на участках, имеющих естественные водоупоры (слои глины или тяжелых суглинков). После закрытия полигона (в среднем через 6 лет) производится окончательная засыпка отходов слоем грунта. Современным экологическим требованиям (наличие системы сбора, очистки и утилизации свалочных газов и сточных вод) большинство санкционированных полигонов

не удовлетворяют. Первые шаги в этом направлении уже делаются, например, на полигонах «Дашковка» и «Каргашино» в 1995-1997 гг. построены две пилотные установки по добыче и утилизации свалочного газа, мощность каждой из них составляет 70-80 кВт (см., например, Мелкумов, 1999, с.40). Тем не менее, экологическая остановка в сфере захоронения бытовых отходов оставляет желать лучшего.

В 90-х гг. прошлого века организацией «Геоцентр-Москва» было проведено исследование экологической опасности 150 существующих в Московской области полигонов и свалок (см. Грибанова, Шпаков, 1997). Первым этапом исследования была типизация полигонов и свалок по размерам и расположению объектов (в карьерах или в виде насыпей), объему и составу складироваемых отходов. Затем была проведена типизация геолого-гидрологических условий по устойчивости среды к воздействию полигонов и свалок с учетом, например, строения зон аэрации, наличия избыточного напора в питьевых водоносных горизонтах, водоупорных грунтов или искусственных защитных экранов. По результатам данного исследования средний полигон Московского региона выглядит следующим образом:

- Площадь - около 9-13 га, высота или мощность складирования отходов - около 8-10 м (в расчетах учитываем как 9 м), максимальный объем – от нескольких сотен до миллиона кубометров.
- По трехступенчатой шкале степени экологической опасности объектов типичный полигон относится ко второй ступени «средней опасности». Его воздействие на почвы, поверхностные и грунтовые воды, растительный и животный мир в настоящее время локально, однако, в будущем в целях предупреждения негативного воздействия на сопредельные территории требуется проведение природоохранных мероприятий.¹²⁹

Моделирование типичного полигона бытовых отходов в сценарии 3 проведено на основе следующей информации:

- официальные данные проведенной в середине 90-х гг. инвентаризации мусорных свалок: места расположения и типы складироваемых отходов по всему югу Тюменской области (см. Результаты инвентаризации мест захоронения отходов в Тюменской области (неопубликованные материалы)), места расположения и типы

¹²⁹Помимо объектов «средней опасности», в данном исследовании выделены «потенциально опасные» и «относительно безопасные» объекты (см. Грибанова, Шпаков, 1997, с.16). К «потенциально опасным» объектам отнесены полигоны и свалки, представляющие серьезную экологическую угрозу и срочно подлежащие рекультивации. К таким объектам относится, например, полигон «Тимохово» общей площадью 100 га, с мощностью слоя отходов 20-25 м и объемом около 30 млн. т (данные 1995 г.), являющийся крупнейшим полигоном ТБО в Европе. В окрестностях Тимоховского полигона на площади нескольких гектаров отмечается гибель лесов, в радиусе около 1 км - загрязнение почвенного покрова, в радиусе около 5 км - загрязнение поверхностных водоемов и грунтовых вод (см. Труфанов, Трушин, 1997, с.17).

складируемых отходов, площади, объемы, масса отходов и прочее по городу Тюмень (см. Результаты инвентаризации мест захоронения отходов в г.Тюмень (неопубликованные материалы)).

- данные проведенного в тоже время исследования части территории юга Тюменской области (см. Игнатьева, Маршинин, 1999).

В Тюмени ежегодно образуется порядка 410 тыс. бытовых отходов (см. Краснова, Флус, 2004, с.208). Они вывозятся на полигоны «Московский» и «Велижанский». В середине 90-х гг. в черте города находилось 38 несанкционированных свалок мусора площадью от 0,01 до 1 га, объемом от 10 до 350 м³ (см. Результаты инвентаризации мест захоронения отходов в г.Тюмень). На юге Тюменской области имелось около 450 объектов складирования ТБО и около 260 объектов складирования смешанных отходов (бытовых и промышленных), в том числе несанкционированных (см. Результаты инвентаризации мест захоронения отходов в Тюменской области).

Определение типичного полигона ТБО базируется на данных исследования мест захоронения бытовых отходов, содержащего сведения о типе складируемых отходов, площади и объеме объектов, в рамках которого были изучены 7 районов юга Тюменской области - Заводоуковский, Исетский, Нижнетавдинский, Тюменский, Упоровский, Ялуторовский и Ярковский районы, занимающие около четверти территории юга области (см. Игнатьева, Маршинин, 1999). При экстраполяции результатов исследования на исследуемую территорию можно выделить следующие особенности полигонов:

- 96,9% отходов вывозится на санкционированные, 3,1% - на несанкционированные полигоны и свалки.
- Площадь типичного полигона - 10-14 га, мощность складирования отходов - 4,5-6,5 м (в расчетах принимаем как 5,5 м), объем – от нескольких сотен до 1 млн. м³.

Оценка экологической ситуации на полигоне юга области основывается на данных литературных источников (см. Экологическое состояние..., 1997; Гусейнов, 2001, с.149-157; Обзор..., 1999, с.49-52; Результаты инвентаризации мест захоронения отходов в г.Тюмень). Типичный полигон расположен на глинистых почвах, что позволяет предотвратить попадание вредных веществ из тела свалки в подземные воды. Полигоны разделены на отдельные участки, эксплуатируемые в течение 2-3 лет и затем засыпаемые слоем грунта толщиной около 0,5 м. Других природоохранных мероприятий не проводится.

Вывод по типичному полигону в сценариях 2 и 3. В целом ситуации на полигонах бытовых отходов в Московской и Тюменской областях похожи, как по типам складируемого мусора, так и по экологическому воздействию. Количество размещаемых

на полигонах в Московской и Тюменской областях отходов различно, однако это не влияет на результат, так как входные и выходные потоки в экобалансе полигона определяются на единицу массы отходов. Важное значение для моделирования потоков вещества и энергии на полигоне ТБО имеет высота слоя отходов, так как от нее зависит площадь полигона и количество образующегося свалочного фильтрата. Также важны момент времени, в который происходит создание засыпка поверхности полигона грунтом (срок эксплуатации полигона), и среднегодовая сумма атмосферных осадков, влияющая на количество фильтрата. За исключением этих параметров *типичный полигон бытовых отходов* выглядит в сценариях 2 и 3 одинаково:

- Плотность складированных отходов составляет 1 м³/т.
- Типичное место захоронения бытовых отходов – это «гибрид» специально оборудованного для обезвреживания отходов полигона и санкционированной свалки. Мелкие, несанкционированные свалки под определение типичного полигона отходов не попадают, так как, с одной стороны, на них размещена лишь небольшая часть отходов, а с другой стороны, нагрузка, оказываемая ими на окружающую среду, по сравнению с большими по площади и объему отходов объектами незначительна (см. Грибанова, Шпаков, 1997, с.14).¹³⁰
- Ни специально подготовленные (с точки зрения инженерии) полигоны, ни санкционированные властями свалки не обеспечивают достаточной защиты прилегающих к ним территорий от вредного влияния, так как современное оборудование по снижению эмиссий мест захоронения отходов (системы сбора, очистки и/или утилизации свалочных газов и фильтрата) на них не используется.
- Однако средний полигон бытовых отходов имеет в своей основе водоупор (как правило, это естественный экран из глинистых грунтов), сдерживающий попадание продуктов разложения органической фракции отходов в нижележащие слои почвы и подземные воды и распространение загрязнения на большие территории.
- Дополнительная защитная мера – это канавки и/или обваловка по периметру полигона, препятствующая притоку вод с сопредельных территорий, а также их бесконтрольному оттоку с полигона.
- Складированные на полигоне отходы сдвигаются и уплотняются с помощью бульдозеров и другой тяжелой техники.

¹³⁰Сравнительно низкое экологическое воздействие мелких свалок бытовых отходов, прежде всего, обусловлено тем, что при максимальной толщине слоя мусора 0,5-1 м вся его толща открыта доступу воздуха, а, следовательно, на таких свалках практически не образуется свалочный газ (его образование происходит только в анаэробных условиях).

- Биологическая рекультивация закрытых полигонов на типичном полигоне не осуществляется.

Моделирование входных и выходных потоков вещества и энергии на полигоне бытовых отходов. Расчет материально-энергетического баланса полигона ТБО в России осуществляется так же, как и в Германии.

Для расчета количества образующегося *свалочного газа*, в первую очередь, необходимо выявить долю доступной живым организмам органики. В результате анализа ее количества в различных фракциях отходов - древесине, костях животных, пищевых отходах, резине, пластике, металле и т.д. (см. Rolland, Scheibengraf, 2003, с.9) и состава ТБО в России (см. Мирный, Скворцов, 1997, с.42) установлено, что доля доступной живым организмам органики составляет 190 кг/т или 19%. Этот показатель несколько выше, чем в Германии за счет большей доли пищевых отходов и бумаги. Рассчитанное по формуле 7 количество образующегося при разложении отходов свалочного газа составляет 177 м³ на 1 т мусора. Нормы сбора и утилизации газа составляют 0%, поэтому все количество образующегося газа в формулярах данных приводится, как «Свалочный газ, диффузный» (см. Прил. 3).

Решающими параметрами для определения количества образующегося *фильтрата* являются среднегодовая сумма осадков, высота и срок эксплуатации полигона или его участков. В Московской области выпадает около 575 мм осадков в год, в Тюменской - 430 мм (см. Aleksander..., 1992). Выявленная по данным литературных источников мощность слоя отходов составляет соответственно 9 и 5,5 м. Фазы «жизни» полигона, зависящие от наличия изолирующего покрытия его поверхности и влияющие на количество образующегося фильтрата, выделяются следующим образом. Фаза А длится на типичном для Московской области полигоне 6 лет, на типичном для Тюменской области полигоне – 3 года. В сценарии 2 в фазе А образуются 25,6 л и в фазе В - 5,1 л фильтрата на тонну складированных отходов ежегодно. В сценарии 3 образуются соответственно 31,3 и 6,3 л фильтрата на тонну отходов. Так как сбор фильтрата не осуществляется, все его количество (378 л в сценарии 2 и 390 л в сценарии 3) регистрируется как «Свалочный фильтрат, диффузный».

Потребление энергии, топлива и вспомогательных материалов на полигонах состоит из двух частей:¹³¹

- потребление на общие нужды, например, на освещение и отопление на контрольно-пропускном пункте;

¹³¹На немецких мусорных полигонах есть еще одна группа потребителей энергии, топлива и вспомогательных материалов – это потребление на нужды систем сбора и утилизации свалочных газов и фильтрата. Потребление топлива и вспомогательных материалов мусоровозами учитывается в модуле 20.

- потребление, связанное с эксплуатацией различного технического оборудования, например, экскаваторов, буксиров, бульдозеров, компакторов.¹³²

Расход энергии на полигоне объемом 2 млн. м³ в течение 5 лет составляет около 50 кВт электрической и 100 кВт термической энергии. Следовательно, на 1 тонну отходов за 50 лет (средний период времени, в течение которого полигоны оказывают существенное воздействие на окружающую среду) расходуется около 7,9 кВт электрической и 15,8 кВт термической энергии (см. Martens, 1994, с.109).¹³³

Для выяснения расхода топлива и вспомогательных материалов применялись сведения ifeu (см. Ökobilanzen für Verpackungen, 1994, с.6-40). Расход топлива, приведенный в литрах, был пересчитан на килограммы с учетом средней плотности дизельного топлива в размере 0,83 кг/л. При переводе объема используемых вспомогательных материалов в килограммы плотность смазочных масел принята равной 0,9 кг/л (см. Aus der Sprache..., 2001, с.18).

Таблица 52

Описание модуля 15 „Полигон бытовых отходов“

1. Функциональная единица	Входной поток: 1 кг отходов упаковки, подлежащих обезвреживанию
2. Положение модуля в производственной цепочке	Данный модуль описывает обезвреживание отходов производства и потребления посредством их захоронения на полигоне.
3. Важные входные потоки	Отходы упаковки
4. Важные выходные потоки	-
5. Описание технических процессов	Моделирование потоков <i>в сценарии 1</i> учитывает воздействие тела свалки, установок для сбора и очистки/утилизации свалочных газов и фильтрата, а также выработку энергии, включая предшествующие ей ступени жизненного пути. <i>В сценариях 2 и 3</i> учитываются только воздействия тела свалки, так как установки для сбора и очистки/утилизации свалочных газов и фильтрата отсутствуют.
6. Учет производства энергии	<i>В сценарии 1:</i> • электрический ток из центральной сети, • выработка термической энергии.
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Германия; <i>В сценарии 2</i> – Московская обл.; <i>В сценарии 2</i> – Тюменская обл..
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – вторая половина 90-х гг.

¹³²Эмиссии этой техники в атмосферу не учитываются.

¹³³О переводе единиц измерения энергии см., например, Wagner, Borsch, 1998, с.7f.

Таблица 53

Описание модуля 16 „Полигон для захоронения шлаков“

1. Функциональная единица	Входной поток: 1 кг пепла и шлаков, подлежащих обезвреживанию
2. Положение модуля в производственной цепочке	Данный модуль касается захоронения пепла и шлаков, являющихся отходами производства.
3. Важные входные потоки	Пепел и шлаки
4. Важные выходные потоки	-
5. Описание технических процессов	Моделирование потоков <i>в сценарии 1</i> учитывает воздействие тела свалки, установок для сбора и очистки фильтрата, выработку энергии, включая предшествующие ей ступени жизненного пути. Расчет эмиссий фильтрата осуществляется с учетом следующих особенностей: 1. Источником образования фильтрата являются атмосферные осадки; 2. Осуществление сбора и очистки фильтрата: • диффузные выбросы фильтрата (отсутствие сбора) – 10%, • очистка собранного фильтрата собственными силами - 90%. <i>В сценариях 2 и 3</i> учитываются только воздействия тела свалки, так как установки для сбора и очистки фильтрата отсутствуют.
6. Учет производства энергии	<i>В сценарии 1:</i> • электрический ток из центральной сети, • выработка термической энергии.
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Германия; <i>В сценарии 2</i> – Московская обл.; <i>В сценарии 2</i> – Тюменская обл.
9. Временные границы модуля	<i>В сценариях 1, 2 и 3</i> – вторая половина 90-х гг.

Моделирование полигона для захоронения шлаков в сценариях 2 и 3 осуществляется по аналогии со сценарием 1, за исключением определения расхода энергии и вспомогательных материалов, проведенного по сведениям ifeu. Средняя плотности складирования шлаков оценивается, как и в сценарии 1, на уровне $1 \text{ м}^3 / 1,5 \text{ т}$ шлаков. По средней мощности слоя шлаков данные отсутствуют; она была оценена в размере 15 м. В то время как в Германии на полигонах для хранения шлаков собственными силами собирается и очищается до 90% образующегося фильтрата, в России этого не происходит (Табл.53). То есть, все количество сточных вод (183,8 л - в сценарии 2 и 137,6 л - в сценарии 3) выделяется в окружающую среду диффузно.

§ Е-7. Способы обезвреживания отходов

В качестве альтернативных способов обезвреживания отходов в данном экобалансе рассматриваются два процесса: депонирование и сжигание. Эти процессы используются в различных сценариях по-разному интенсивно (Табл.54).

Таблица 54

Доли депонируемых и сжигаемых бытовых отходов в разных сценариях

Сценарии	Депонирование на полигонах, %	Сжигание, %
Сценарий 1 (данные на 1997 г., см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.109)	64	36
Сценарий 2 (данные на 90-е гг., см. Приложение 1, часть С)	98	2
Сценарий 3	100	0

§ Е-8. Особенности моделирования очистки сточных вод

С помощью модуля «Очистные сооружения» отображается очистка образующихся при производстве упаковки из комбинированных материалов сточных вод.

При моделировании потоков материала и энергии важное значение имеет специфическое для каждого сценария соотношение используемых способов очистки сточных вод, влияющих на затраты энергии и вспомогательных материалов, а также концентрации вредных веществ в очищенной воде. Можно выделить три способа очистки сточных вод: механическая (вариант 1), биологическая (вариант 2) и физико-химическая очистка (вариант 3) (см. Bahlo, Wach, 1992, с.32ff.; Gräf, 1998, с.127f.; Hildebrand, 1994, с.77ff.; Kocsis, 1990, с.115ff.; Kunz, 1995, с.60ff.). В сценариях 2 и 3 дополнительно вводится категория «Без очистки» (вариант 0).

В основу экобаланса очистки вод легли следующие принципы: потребление энергии и применяемых для очистки воды средств от варианта 1 к варианту 3 растет, эмиссии загрязняющих веществ с очищенными водами при этом снижаются.

Масштаб использования различных способов очистки воды определяется с учетом количества населения, обслуживаемого очистными сооружениями разного технического уровня. Входные и выходные потоки веществ и энергии привязываются к количеству сточных вод, подлежащих очистке.¹³⁴

§ Е-9. Очистные сооружения в сценарии 1

Модуль «Очистные сооружения» в сценарии 1 описывается по данным UBA (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.254f.), касающимся расхода энергии и вспомогательных материалов (извести, хлорида натрия и песка), количества твердых отходов очистки, а также эмиссий загрязняющих веществ в атмосферу (в том числе от факельных установок) и в водные объекты.

В исследовании UBA не указывается, какое именно соотношение способов очистки

¹³⁴В литературе описаны менее удачные попытки применения в качестве функциональной единицы очистки стоков массы или концентрации загрязняющих веществ, см. Ökobilanzen für Verpackungen, 1994, с.7-17.

воды лежит в основе моделирования. Приблизительную оценку этого соотношения можно дать по информации ifeu – подрядчика UBA при проведении «Экобаланса для упаковки напитков - I» в 1995 г. (см. Ökobilanzen für Verpackungen, 1994, с.7-5):

- вариант 1 - доля населения, обеспечиваемого очистными сооружениями с исключительно механической очисткой сточных вод, составляет 2%;
- вариант 2 - доля населения, обеспечиваемого очистными сооружениями, использующими биологическую очистку сточных вод, составляет 67%,
- вариант 3 - доля населения, обеспечиваемого очистными сооружениями с физико-химической очисткой вод (в том числе от азота и фосфора) составляет 31%.

Потоки вещества и энергии для очистных сооружений в сценарии 1 рассчитаны на основе средневзвешенных значений по отдельным технологиям очистки воды с учетом приведенного выше соотношения.

В модуле «очистные сооружения» в сценариях 2 и 3 данные по некоторым параметрам загрязнения отсутствуют, поэтому, чтобы обеспечить сравнимость балансов в различных сценариях, из сценария 1 были вычтены 6 из 10 выявленных в исследовании UBA параметров выбросов в водную среду. Взамен были дополнительно учтены три новых параметра: выходные потоки соединений фосфора и азота (аммиак и общее количество азота), определенные по данным десяти современных немецких очистных сооружений, расположенных в регионе «Северный Рейн - Вестфалия» (измерения проведены в 1997-2000 гг.).¹³⁵ Количество нерастворенных и суспензионных (взвешенных) твердых веществ в сценарии 1 было суммировано, чтобы получить значение, сравнимое с «Твердыми веществами, неспецифицированными» в сценариях 2 и 3 (Табл.56).

§ Е-10. Очистные сооружения в сценариях 2 и 3

Первый шаг моделирования очистных сооружений в сценариях 2 и 3 – это определение *среднего технического стандарта очистки воды* по литературным источникам. При этом наряду с механической, биологической и физико-химической очисткой сточных вод учитывался сброс неочищенных вод непосредственно в природные водоемы (Вариант 0 «Без очистки»), который практикуется в России при недостатке мощностей очистных сооружений.

Помимо этого можно выделить следующие отличия сценариев 2 и 3 от сценария 1:

- Даже на наиболее хорошо технически оснащенных очистных сооружениях,

¹³⁵См. Emschergenossenschaft, Lippe Verband: Kläranlagen im Einzugsgebiet Lippe und Emscher, http://www.eglv.de/index_frs.html.

осуществляющих физико-химическую очистку сточных вод, установленные нормативы содержания загрязняющих веществ в очищенной воде не всегда соблюдаются, то есть эффективность очистки сточных вод в сценариях 2 и 3 ниже, чем в сценарии 1.

- Биогаз, возникающий при очистке сточных вод, на типичных российских очистных сооружениях не используется, а бесконтрольно улетучивается.

Чтобы учесть первое обстоятельство, категория «Физико-химическая очистка» была разбита на два класса в зависимости от того, соблюдаются ли требования очистки воды: «Номинально очищенная вода» (Вариант 3а) и «Качественно очищенная вода» (Вариант 3б). Поэтому в модуле «очистные сооружения» в сценариях для территории России фигурируют пять вариантов, в которых расход энергии и степень очистки воды варьируют (Табл.55,56).

Фактическая мощность очистных сооружений в рассматриваемых регионах в середине 90-х гг. отчасти определена по статистическим данным (отдельно для регионального центра и окрестностей).¹³⁶ Неизвестные величины были оценены по среднероссийским показателям (в таблице 55 они выделены полужирным шрифтом). Так, около 8% сточных вод отводятся в водоемы неочищенными; доля сточных вод, сбрасываемых в водоемы без очистки или после механической очистки, составляет в среднем по России 15%; только 28% сточных вод очищаются в соответствии с требованиями экологических нормативов, см. Государственный..., 2002, с.176f.). При определении соотношения различных способов очистки сточных вод учтена доля населения, обеспечиваемого очистными сооружениями разного технического уровня („Средневзвешенные значения“).

На следующем этапе определяются *входные и выходные потоки* в обоих сценариях, привязываемые к указанному соотношению используемых способов очистки сточных вод.

Потребление энергии на очистных сооружениях в России может быть оценено через расход энергии немецкими очистными сооружениями. На современных очистных сооружениях в Германии биогаз, выделяемый образующимся при очистке илом (шламом, шлаками), используется для получения энергии, вследствие чего покрывается часть энергозатрат (около 33,5%). Применение биогаза в России могло бы дать тот же эффект, однако эта возможность не используется. Следовательно, расход энергии в сценариях 2 и 3 на 33,5% больше, чем в сценарии 1.

¹³⁶Новая линия очистных сооружений в г. Тюмень, введенная в эксплуатацию в октябре 2004 г., не рассматривается, так как она лежит за пределами временных рамок исследования, см. Ежедневное интернет-издание «NewsProm.Ru»: В Тюмени очистят воду по последним мировым стандартам, <http://www.newsprom.ru/news/109829241032190.shtml>.

Таблица 55

Типы очистных сооружений в сценариях 2 и 3 (составлено по Состояние..., 1996, с.13 (г. Москва), с.293 (Московская обл.), с.427 (Тюменская обл.))

Параметр	Сценарий 2			Сценарий 3		
	Город Москва	Московская обл.	Средне-взвешенное значение	Город Тюмень	Юг Тюменской обл.	Средне-взвешенное значение
Население, %	51	49		42	58	
Вариант 0 – без очистки	0%	3,2%	1,57%	0%	8%	4,64%
Вариант 1 - механическая очистка	6%	11,8%	8,84%	27,8%	7%	15,74%
Вариант 2 - биологическая очистка	0%	10%	4,9%	0%	10%	5,8%
Вариант 3а – физико-химическая очистка: номинально очищенная вода	66%	62,6%	64,33%	44,2%	47%	45,82%
Вариант 3б – физико-химическая очистка: качественно очищенная вода	28%	12,4%	20,36%	28%	28%	28%

Потребление вспомогательных материалов (хлора, сульфата алюминия, извести) было рассчитано по данным ifeu (см. Ökobilanzen für Verpackungen, 1994, с.7-18). Например, известь используется при вариантах очистки сточных вод 2 и 3. Доля этих способов очистки составляет 89,59% в сценарии 2 и 79,62% в сценарии 3. Соответственно, для расчета ее расхода необходимо учесть коэффициенты 0,8959 и 0,7962.

При оценке водного баланса и расхода песка были переняты сведения немецкого модуля (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.254f.).

При определении количества твердых отходов очистки воды (избыточного активного ила и отходов механической очистки воды) применялась информация ifeu. Так, при очистке 1 кг сточных вод образуются около 0,0003 кг ила и около 0,000041 кг отходов механической очистки (см. Ökobilanzen für Verpackungen, 1994, с.7-20f.). Об использовании ила в хозяйстве количественные данные отсутствуют. В расчете принимается допущение, что эта величина составляет 5% от общей массы ила, образующегося на очистных сооружениях.

Эмиссии биогаза регистрируются в балансе дважды: по объему и количеству выбрасываемых в атмосферу метана и двуокиси углерода, рассчитываемых аналогично эмиссиям свалочного газа по плотности газов.

Описание модуля 18 „Очистные сооружения“

1. Функциональная единица	Входной поток: 1 кг сточных вод, подлежащих очистке
2. Положение модуля в производственной цепочке	Данный модуль касается очистки сточных вод, образующихся на всех этапах жизненного цикла упаковки.
3. Важные входные потоки	Сточные воды
4. Важные выходные потоки	-
5. Описание технических процессов	<i>В сценарии 1</i> рассматривается очистка сточных вод на типичных коммунальных очистных сооружениях, где используются следующие технологии очистки: • механическая очистка, • биологическая очистка с использованием аэротенков, • физико-химическая очистка с устранением соединений фосфора и азота. <i>В сценариях 2 и 3</i> вместе с механической и биологической очисткой сточных вод учитывается их сброс в водоемы без очистки. Физико-химическая очистка подразделяется по эффективности на две ступени. Тем самым моделируются очистные сооружения, на которых можно выделить пять степеней очистки.
6. Учет производства энергии	-
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	<i>В сценарии 1</i> – Германия; <i>В сценарии 2</i> – Московская обл.; <i>В сценарии 2</i> – Тюменская обл.
9. Временные границы модуля	<i>В сценарии 1</i> – середина-конец 90-х гг.; <i>В сценариях 2 и 3</i> – конец 90-х гг.

Для определения эмиссий в водную среду взвешенных веществ, соединений фосфора и азота, а также индикаторов качества воды БПК₅ и ХПК применялись данные об эффективности различных процессов очистки сточных вод (Варианты 1, 2 и 3b), а также о составе коммунальных сточных вод (Вариант 0). Содержание вредных веществ в очищенной по варианту 3а воде было определено путем экстраполяции данных вариантов 2 и 3b (см. там же, с.7-7ff.).

Ф. Транспортировка

Моделирование транспортных потоков производится с учетом фрахта:

- Модуль 19 – Транспортировка грузов;
- Модуль 20 – Транспортировка отходов.

§ F-1. Особенности моделирования транспортировки в сценарии 1

В этом разделе описываются основные принципы определения воздействия на окружающую среду транспортировки различных грузов автомобильным транспортом, связывающей отдельные модули экобаланса друг с другом. Прежде всего, моделируется парк используемых грузовых автомобилей (ГА), работающих на дизельном топливе

(табл.57). Затем эмиссии дифференцируются с учетом типа дорог и загрузки транспортного средства (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.96ff.).

В базовом исследовании UBA выделены три категории дорог (Табл.58).

Таблица 57

*Классы грузовых автомобилей (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.96)*

Классы	Максимальная масса	Максимальная нагрузка
1. Мини-ГА	3,5-7,5 т	3,75 т
2. ГА	14-20 т	10,5 т
3. ГА	более 20 т	15,3 т
4. ГА-тягач	до 32 т	20,5 т
5. ГА-тягач	более 32 т	28 т

Таблица 58

Категории дорог (см. там же, с.97)

Категории	Средняя скорость движения	Доля в перевозках
Автострада	83,6 км/ч	51 %
Шоссе	64,7 км/ч	30 %
Дороги в пределах населенных пунктов	27,3 км/ч	19 %

Степень загрузки транспортного средства¹³⁷, то есть отношение фактической нагрузки к максимально допустимой, существенно влияет на расход топлива и эмиссии вредных веществ с выхлопными газами автомобиля. Расход дизельного топлива (РТ) состоит из двух частей (Рис.32):

- РТ_{порож} - расход топлива порожним ГА, не зависящий от нагрузки;
- РТ_{груз} - расход топлива ГА с грузом, линейно возрастающий с увеличением массы груза.

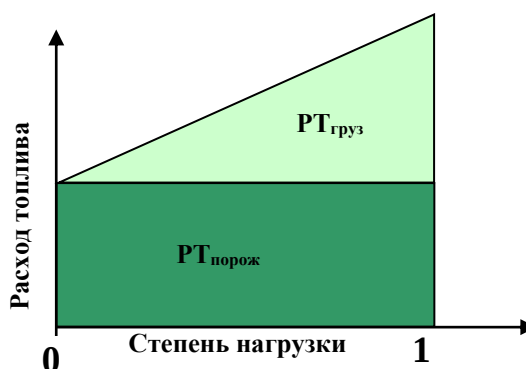


Рис.32. Расход топлива в зависимости от степени загрузки транспортного средства
(см. там же, с.98)

¹³⁷Максимально допустимая нагрузка транспортного средства по массе не всегда может быть использована в полной мере, так как нагрузка транспортного средства по объему тоже ограничена.

Так как $RT_{\text{порож}}$ приходится на весь транспортируемый груз, удельные эмиссии и расход топлива снижаются при увеличении массы груза.

Если разделить вес груза, который необходимо перевезти, на максимальную нагрузку используемого транспортного средства и степень нагрузки, то определим нужное количество поездок ГА. Если лимитирующим фактором является не вес, а объем транспортируемого товара, то степень нагрузки ГА по массе должна рассчитываться через плотность груза и максимально допустимый объем нагрузки ГА.

При моделировании транспортировки в данном экобалансе учитывается степень нагрузки ГА. Вследствие этого можно смоделировать два основных типа перевозок:

- «заводской транспорт» или транспорт предприятия (степень нагрузки на обратном пути равна 0%);
- «экспедиторский транспорт», то есть привлекаемая со стороны техника транспортных предприятий (степень нагрузки на обратном пути более 0%).

В расчетах необходимо учесть *максимальное количество паллет*, которые можно разместить на транспортном средстве (Табл.59).

Таблица 59

Количество размещаемой на ГА упаковки по данным nach UBA (см. там же, с.73, 97)

<i>Максимальное количество груза</i>	<i>Классы и допустимая масса ГА</i>					
	<i>Класс 5 ГА-тягач 40 т</i>	<i>Класс 4 ГА-тягач 28 т</i>	<i>Класс 5 ГА с прицепом 40 т</i>	<i>Класс 3 ГА 24 т</i>	<i>Класс 2 ГА 14 т</i>	<i>Класс 1 ГА 7,5 т</i>
Количество паллет	34	24	36	17	14	10

В данных UBA количество размещаемых паллет рассчитано на основе их размеров. При этом опускается тот факт, что каждая паллета (с напитками) весит около 951 кг. Если учесть вес нагруженных паллет, видно, что с приведенными в таблице 59 показателями максимально допустимая нагрузка автомобиля будет превышена. Точные данные о количестве размещаемых на транспорте паллет отображены в таблице 60.

Таблица 60

Количество размещаемой на ГА упаковки по данным собственных вычислений

<i>Максимальное количество груза</i>	<i>Классы и допустимая масса ГА</i>					
	<i>Класс 5 ГА-тягач 40 т</i>	<i>Класс 4 ГА-тягач 28 т</i>	<i>Класс 5 ГА с прицепом 40 т</i>	<i>Класс 3 ГА 24 т</i>	<i>Класс 2 ГА 14 т</i>	<i>Класс 1 ГА 7,5 т</i>
Количество паллет	29	21	29	16	11	3
Количество упаковок	25056	18144	25056	13824	9504	2592

Из таблицы 61 видно, как меняется расход топлива при изменении рассмотренных факторов.

Таблица 61

Потребление дизельного топлива, дифференцированное по классам ГА, типам дорог и степени нагрузки ГА (см. там же, с.99)

Параметры	Классы ГА				
	1 3,5-7,5 т	2 14-20 т	3 более 20 т	4 до 32 т	5 более 32 т
Степень нагрузки 0%	Расход дизеля, л/100 км				
Автострада	17,3	27,9	30,8	27,3	32,2
Шоссе	14,7	25,5	28,8	24,7	29,9
Дороги в пределах населенных пунктов	17,1	36,7	42,0	32,5	41,7
Средневзвешенное значение	16,2	29,4	32,5	27,3	32,5
Степень нагрузки 100%	Расход дизеля, л/100 км				
Автострада	19,0	35,3	40,2	42,4	54,1
Шоссе	17,1	33,8	39,4	41,3	52,5
Дороги в пределах населенных пунктов	24,9	53,8	63,4	60,2	77,6
Средневзвешенное значение	20,1	40,0	44,9	44,7	55,6

Моделирование транспортировки по виду грузов. Транспортные перевозки различных грузов учитываются в настоящем экобалансе неодинаково:

1. *Модуль 19 „Транспортировка грузов“.* В большинстве модулей используются усредненные параметры перевозки, согласно которым наиболее часто используемое для перевозки сырья, полуфабрикатов и прочего транспортное средство – это грузовой автомобиль с прицепом или тягач с максимально допустимой нагрузкой 28 т. Потребление энергии, включая все технологические процессы, необходимые для добычи энергоносителей, а также эмиссии при транспортировке учтены в соответствующих модулях.
2. *Модуль 20 „Транспортировка отходов“.* Отходы потребления и отходы упаковки вывозятся на предприятия по утилизации или обезвреживанию отходов с помощью специальных мусоровозов.

§ F-2. Транспортировка грузов в сценарии 1

При моделировании перевозки грузов использовались данные UBA (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.210f.). На основе описанных в предыдущем разделе параметров (класс ГА, категория дорог, степень нагрузки) можно определить расход топлива и эмиссии загрязняющих веществ с отходными газами автомобилей в зависимости от транспортируемого веса и расстояния (Табл.61). При перевозке нескольких товаров на одном транспортном средстве потоки вещества и энергии должны быть распределены по транспортируемому весу.

При перевозке грузов в сценарии 1 общий транспортный путь делится по категориям дорог следующим образом: 40% пути приходится на автостраду, 20% - на шоссе, 40% - на дороги в пределах населенных пунктов (Табл.62). По данным таблицы 61 потребление топлива составляет 63,18 л/100 км при движении в нужном направлении и 35,54 л/100 км – на обратном пути. Средний расход топлива из расчета на 1000 тонн километров, то есть на функциональную единицу данного модуля, таким образом, достигает 17,6 л.

Наряду с потреблением дизельного топлива и транспортными выхлопами в данном модуле учтены также эмиссии, возникающие при производстве топлива (от буровой скважины до бензоколонки) (см. *Ökobilanz für Getränke...*, 2000a, с.98f.).

Таблица 62

Описание модуля 19 „Транспортировка грузов“

1. Функциональная единица	Услуга: 1000 ткм
2. Положение модуля в производственной цепочке	В данном модуле описывается перевозка сырья, полуфабрикатов, вспомогательных материалов с помощью грузового автотранспорта.
3. Важные входные потоки	-
4. Важные выходные потоки	Транспортировка грузов (услуга)
5. Описание технических процессов	Сценарий 1 – Модуль характеризует ситуацию с перевозкой грузов автотранспортом в Германии. В формулярах данных учитываются прямые и опосредованные эмиссии в процессе перевозки, а также расход первичных энергоносителей. Расчет эмиссий и расхода топлива производится с учетом следующих параметров: • Степень загрузки транспортного средства на пути в нужном направлении – 100 %, • Степень загрузки на пути в обратном направлении – 0 %, • Класс ГА – Тягач с максимальной нагрузкой 28 т, • Доля пути по автостраде – 40 %, • Доля пути по шоссе – 20%, • Доля пути в пределах населенного пункта – 40%. Сценарии 2 и 3 - Модуль касается ситуации с автоперевозкой грузов в России и учитывает потребление и качество топлива, а также уровень технического совершенства используемых транспортных средств. Моделирование проведено с учетом следующих параметров: • Степень загрузки транспортного средства на пути в нужном направлении – 100 %, • Степень загрузки транспортного средства на пути в обратном направлении – 0 %, • Класс ГА – Тягач с максимальной нагрузкой 28 т, • Доля пути по автостраде – 10 %, • Доля пути по шоссе – 50%, • Доля пути в пределах населенного пункта – 40%.
6. Учет производства энергии	• Добыча нефти; • Изготовление дизельного топлива.
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	Сценарий 1 – Германия; Сценарии 2 и 3 – Россия.
9. Временные границы модуля	Сценарий 1 – 1996; Сценарии 2 и 3 – 1999-2000.

§ F-3. Транспортировка мусора в сценарии 1

Данный модуль релевантен для процессов сбора и вывоза отходов мусоровозами. Свод потоков веществ и энергии составлен на основе данных «Экобаланса для упаковок напитков - I», проведенного UBA (см. Ökobilanzen für Getränkeverpackungen, 1995).

Расход топлива различными транспортными средствами для вывоза отходов существенно колеблется в зависимости от величины отдельных участков транспортного пути: собственно сбора отходов, пути к местам или от мест утилизации/обезвреживания отходов. Средний расход топлива мусоровозами составляет 60 л/100 км. В качестве средней транспортной удаленности предприятий по утилизации или обезвреживанию отходов принято расстояние 30 км (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000a, с.78).

Моделирование потоков материалов и энергии при транспортировке отходов происходит с учетом воздействия на окружающую среду собственно транспортировки и производства горючего (Табл.63) (см. Ökobilanz für Getränke..., 2000b, с.220f.).

Изначально рассчитываются специфические потоки вещества и энергии (на 1000 ткм). Их пересчет на установленную в данном экобалансе функциональную единицу – 1 литровую упаковку - осуществляется в п. 3.2.2.2.

Таблица 63

Описание модуля 20 „Транспортировка отходов“

1. Функциональная единица	Услуга: 1000 ткм
2. Положение модуля в производственной цепочке	В данном модуле описывается процесс сбора отходов от мест их накопления в населенных пунктах и процесс их вывоза к месту утилизации или обезвреживания. Данный модуль дополняет модули «Сортировка макулатуры», «Сбор макулатуры» и «Сортировка отходов упаковки».
3. Важные входные потоки	-
4. Важные выходные потоки	Транспортировка отходов (услуга)
5. Описание технических процессов	Сценарий 1 – Описывается ситуация с транспортировкой отходов специальными мусоровозами. Моделируемые данные учитывают прямые и опосредованные эмиссии в процессе перевозки, а также расход первичных энергоносителей. Расчет потоков веществ и энергии производится с учетом следующих параметров: • Степень загрузки транспортного средства на пути в нужном направлении – 100 %; • Степень загрузки на пути в обратном направлении – 0 %, • Класс ГА – ГА с максимальной нагрузкой 3,75-7,5 т. Сценарии 2 и 3 – Моделируется типичная перевозка отходов в России. Исходными параметрами моделирования являются следующие: • Степень загрузки транспортного средства на пути в нужном направлении – 100 %, • Степень загрузки транспортного средства на пути в нужном направлении – 0 %, Класс ГА – ГА 4-5 т.

6. Учет производства энергии	• Добыча нефти; • Изготовление дизельного топлива.
7. Учет транспортировки	-
8. Релевантная географическая область	Сценарий 1 – Германия; Сценарии 2 и 3 – Россия.
9. Временные границы модуля	Сценарий 1 – 1990; Сценарии 2 и 3 – конец 90-х гг.

§ F-4. Транспортировка грузов в сценариях 2 и 3

Воздействие перевозки грузов автомобильным транспортом на окружающую среду в России существенно больше, чем в Германии. Это обусловлено более высокими концентрациями загрязняющих веществ в выхлопных газах автомобилей и большими средними расстояниями перевозки (см. Приложение 1, часть D). В основу моделирования транспортировки отходов в сценариях 2 и 3 положены данные сценария 1.

При составлении материально-энергетического баланса перевозки отходов, в первую очередь, выявляется *расход горючего*. В сценарии 1 наряду с экологическим воздействием самой транспортировки учтены воздействия при производстве топлива. Распределение энергетических затрат этих процессов известно: 50% на 50% (см. Приложение 2, § F-2).¹³⁸ Нижеследующая информация касается только одной части экологического воздействия, возникающего непосредственно при транспортировке грузов. Экологическое воздействие при производстве топлива остается неизменным.

Основные параметры транспортировки (тип и нагрузка транспортного средства) не отличаются от таковых в сценарии 1. Доли пути, преодолеваемого по различным дорогам, учитываются следующим образом: по автострате – 10 %; по шоссе – 50%; по дорогам населенных пунктов – 40%.

Расход дизельного топлива по данным таблицы 61 составляет 62,7 л/100 км на пути в нужном направлении и 34,85 л/100 км на обратном пути. Таким образом, средний расход горючего достигает 17,4 л на 1000 ткм. Расчет потребления топлива в сценариях 2 и 3 оценивается на 10% выше по сравнению со сценарием 1, тем самым учитывается более высокий расход горючего российскими автомобилями.

При моделировании эмиссий транспортировки в сценариях 2 и 3 важную роль играет распределение выходных потоков модуля в сценарии 1 по источникам (эмиссии в процессе перевозки или предшествующих ей производственных этапов). Это распределение неизвестно, так как модуль дается в агрегированной форме. Поэтому

¹³⁸Потребление топлива при транспортировке грузов составляет 17,6 л/1000 ткм. Оставшаяся часть общего потребления энергии, приведенного в формулярах данных в килоджоулях (1400000 кДж/1000 ткм) и через массу нефти (35 кг/1000 ткм), составляет около 17,4 л/1000 ткм.

необходимо сделать допущение: 75% эмиссий возникают в процессе транспортировки. Следующие сведения относятся только к трем четвертям выбросов в воздушную среду. Остальные эмиссии, возникающие в процессе изготовления горючего, остаются на прежнем уровне (как в сценарии 1).

Различия между сценариями перевозки грузов в Германии и России обусловлены тремя факторами: расходом и качеством топлива и экологическими характеристиками моторов. По оценке НИИ «Атмосфера» (Санкт-Петербург) в 2000 г. только 1% российского автопарка соответствовал требованиям международного стандарта о выбросах вредных веществ с выхлопными газами автомобилей „Евро-1“, действующего в Европе с 1992 г. (см. таблицу 26 в Приложении 1, часть D). Поэтому для моделирования вредных выбросов с выхлопными газами автомобилей они были привязаны к техническому уровню моторов российского автопарка до вступления в силу этого стандарта.¹³⁹ Цель составления экобаланса - учет экологических воздействий типичных видов транспорта, поэтому более современные автомобили, составляющие всего 1% автопарка, во внимание не принимаются.

Количество углекислого газа, соединений азота и общее количество углеводородных соединений в выхлопах автомобилей рассчитано на основе предписания „Евро-0“ (см. Richtlinie 88/77/EWG, 1988).¹⁴⁰ При этом в России выбросы выше, чем в Германии: оксида углерода - в 3,1 раза, эмиссии азота и углеводородных соединений – соответственно в 2,3 и 2,4 раза.

По информации Госсанэпиднадзора, датированной 1999 г., количество атмосферных выбросов российскими автомобилями в 3,3 выше, чем автомобилями, созданными в экономически развитых странах (см. Автотранспортный..., 1999). Поскольку эти сведения вполне сопоставимы с результатами сравнения концентраций углекислого газа, соединений азота и углеводородных соединений в выхлопах российских и немецких автомобилей, выбросы *прочих загрязнителей* рассчитываются с учетом коэффициента 3.

Расход горючего в сценариях 2 и 3 был оценен на 10% выше, чем в сценарии 1. Так как величина эмиссии напрямую связана с количеством сжигаемого топлива, 10%-ая прибавка должна быть учтена также и для эмиссий, возникающих в процессе транспортировки.

¹³⁹При этом используется информация о воздушных выбросах немецких автомобилей за 1996 г., то есть в период, когда в Германии действовали стандарты «Евро-2».

¹⁴⁰В этом модуле фиксируются выбросы в атмосферный воздух шести углеводородных соединений. Предполагается, что количество каждого из них увеличивается примерно одинаково.

§ F-5. Транспортировка мусора в сценариях 2 и 3

Моделирование транспортировки мусора в России проводится на основе соответствующего немецкого модуля (Табл.63). В этом модуле наибольшее значение имеют транспортная удаленность предприятий-утилизаторов отходов и допустимая нагрузка мусоровозов. По данным литературных источников *средняя удаленность* полигонов отходов или МСЗ изменяется от 20 км в средних и малых населенных пунктах до 45 км в очень больших городах (см. Смиренный, 2001, с.96). Дальность вывозки отходов, таким образом, является основным фактором отличия сценариев 2 и 3. В Москве и оставшейся части Московской области образуется приблизительно одинаковое количество отходов. Для Москвы расстояние вывоза отходов оставляет 45 км, для области – 20 км (средневзвешенное значение равно 32,5 км). В Тюмени и окрестностях расстояние вывоза отходов составляет 20 км.

Полезная нагрузка типичного мусоровоза в России достигает 4-5 т.

Все допущения по поводу *потребления топлива и количества вредных выбросов* при транспортировке отходов приняты аналогично модулю «Транспортировка грузов» в сценариях 2 и 3:

- 50% расхода энергии связано с выбросами при сжигании топлива в моторах, оставшиеся 50% - с производством топлива.
- 75% воздушных эмиссий возникает в результате работы двигателей, оставшиеся 25% - в результате производства топлива.
- Некоторые выбросы были рассчитаны на основе требований „Евро-0“, другие – с использованием коэффициента 3; увеличенное по сравнению со сценарием 1 потребление топлива, а, следовательно, и возросшие выбросы, учтены с помощью коэффициента 1,1 (см. предыдущий раздел).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ИНВЕНТАРИЗАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

Модуль 1. Выплавка первичного алюминия Сценарии 1, 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ					Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Гидроксид натрия			1,20E-06	кг
		Серная кислота			2,94E-02	кг
КЕА	Энергия, ядерная			2,58E+04	кДж	
	Энергия воды			3,39E+04	кДж	
	Энергия, ископаемая			1,16E+05	кДж	
	Энергия, неспецифицированная			1,85E-05	кДж	
Минералы	Известняк			1,77E-07	кг	
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		4,39E-01	кг	
		Нефть		1,33E+00	кг	
		Уголь	Уголь, бурый	3,58E-04	кг	
			Уголь, каменный	1,44E+00	кг	
	Неэнергоносители	Минералы	Боксит	3,68E+00	кг	
			Известняк	2,06E-01	кг	
			Каменная соль	5,40E-02	кг	
Материалы, различные	Гидроокись алюминия			1,17E-02	кг	
	Анодная сталь			6,10E-03	кг	
	Огнеупорные материалы			8,60E-03	кг	
	Фторид кальция			2,54E-02	кг	
	Углерод			3,07E-02	кг	
Вода	Вода, используемая для охлаждения			1,50E+02	кг	
	Вода для технических нужд			9,11E+00	кг	
СУММА					1,76E+05	кДж
					1,66E+02	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы огнеупорных материалов	1,14E-02	кг
			Отходы углерода	7,60E-03	кг
			Пепел и шлаки	6,79E-03	кг
			Отходы боксита	1,05E+00	кг
			Инертные вещества	1,09E-01	кг
			Прочий мусор	2,43E-04	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Скрап алюминия	1,20E-02	кг
			Пепел и шлаки	4,20E-02	кг
			Углерод	1,66E-02	кг
			Стальной скрап	6,10E-03	кг
Эмиссии в воздушную среду	Пыль		1,97E-02	кг	
	Соединения, неорганические	Аммиак		2,92E-05	кг
		Хлороводород		2,60E-04	кг
		Закись азота		2,28E-04	кг
		Флюориты, газообразные		5,00E-04	кг
		Флюориты, в твердой форме		4,60E-04	кг
		Фтороводород		6,70E-06	кг
		Гексафторэтан		4,00E-05	кг
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	9,15E+00	кг
		Окись углерода		6,32E-02	кг
		Металлы	Мышьяк	4,91E-08	кг
			Кадмий	1,45E-08	кг
			Хром	6,65E-08	кг
			Никель	1,45E-06	кг

		Окислы азота		1,17E-02	кг	
		Частицы		2,37E-06	кг	
		Двуокись серы		4,26E-02	кг	
		Тетрафторметан		3,60E-04	кг	
	VOC	Метан, ископаемый		2,04E-02	кг	
		NMVOC	Бензол	1,55E-06	кг	
			NMVOC, галогенные	PCDD, PCDF	2,05E-13	кг
			NMVOC, кислородсодержащие	Формальдегид	4,52E-07	кг
			NMVOC, неспецифицированные		7,06E-04	кг
			РАК	Бенз(а)пирен	2,33E-10	кг
				РАК кроме бенз(а)пирена	2,20E-13	кг
				РАК, неспецифицированные	5,00E-05	кг
		VOC кроме РАН		6,20E-04	кг	
VOC, неспецифицированные		8,97E-07	кг			
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		2,70E-03	кг	
		Твердые осадки, нерастворенные		7,00E-04	кг	
		Соли фтористоводородной кислоты		1,00E-06	кг	
		Углерод, органический		2,00E-06	кг	
		РАН		2,00E-05	кг	
		Серная кислота		8,00E-04	кг	
	Индикаторы качества среды	ХПК		1,90E-05	кг	
Минералы	Гипс (ООГ)			6,42E-02	кг	
Материалы, различные	Алюминиевые слитки			1,00E+00	кг	
Вода	Вода, используемая для охлаждения			1,31E+02	кг	
	Сточные воды			7,43E+00	кг	
СУММА				1,50E+02	кг	

Модуль 2. Выплавка вторичного алюминия

Сценарии 1, 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие переработке	Отходы (Запись в кредит/дебет)	Алюминий	1,12E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Энергия, электрическая			3,60E+02	кДж
	Природный газ			1,20E-01	кг
КЕА	Энергия, ископаемая			4,96E+01	кДж
Минералы	Известь			7,36E-03	кг
	Хлорид натрия			3,50E-02	кг
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефть		1,24E-03	кг
СУММА				4,10E+02	кДж
				1,28E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Использованные пылевые фильтры	7,64E-03	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Скрап алюминия	1,56E-01	кг
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			1,10E-05	кг
	Соединения, неорганические	Аммиак		2,09E-08	кг
		Хлор		1,00E-06	кг
		Хлориды		1,10E-06	кг
		Хлороводород		1,04E-09	кг
		Закись азота		3,50E-07	кг
		Фтороводород		1,00E-07	кг
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	2,98E-01	кг
		Окись углерода		2,71E-04	кг
		Металлы	Мышьяк	2,61E-11	кг
		Кадмий		6,53E-11	кг

			Хром		2,65E-11	кг
			Никель		2,26E-09	кг
		Окислы азота		1,78E-03	кг	
		Частицы		1,73E-06	кг	
		Двуокись серы		3,20E-06	кг	
	VOC	Метан, ископаемый		9,07E-07	кг	
		NMVOC	Бензол		1,02E-07	кг
			NMVOC дизельных топлив		4,27E-06	кг
			NMVOC, галогенные	PCDD, PCDF	6,79E-17	кг
			NMVOC, кислородсодержащие	Формальдегид	3,95E-07	кг
			РАК	Бенз(а)пирен	8,38E-12	кг
		ТОС		4,10E-05	кг	
Материалы, различные	Алюминиевые слитки			1,00E+00	кг	
Вода	Водяной пар			2,27E-01	кг	
СУММА				1,69E+00	кг	

Модуль 3. Вырубка круглого леса Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Двуокись углерода, неспецифицированная	1,01E+00	кг
КЕА	Энергия, ископаемая		1,43E+02	кДж
	Энергия, регенеративная		9,90E+03	кДж
Минералы	Известь		8,47E-04	кг
Земельные ресурсы	Земли класса II (ФРГ)		4,89E-02	м²
	Земли класса III (ФРГ)		4,53E-01	м²
	Земли класса IV (ФРГ)		2,24E-01	м²
	Земли класса V (ФРГ)		5,16E-02	м²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ	3,58E-03	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Пестициды, неспецифицированные	2,71E-06	кг
СУММА			1,00E+04	кДж
			1,01E+00	кг
			7,78E-01	м²

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ					Кол-во	Единица измерения	
Эмиссии в воздушную среду	Пыль				2,51E-06	кг	
	Соединения, неорганические	Аммиак			4,50E-08	кг	
		Хлороводород			2,25E-09	кг	
		Закись азота			7,55E-07	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая		1,08E-02	кг	
		Окись углерода			2,20E-05	кг	
		Металлы	Мышьяк			7,28E-11	кг
			Кадмий			1,83E-10	кг
			Хром			7,80E-11	кг
			Никель			6,56E-09	кг
		Окислы азота			1,08E-04	кг	
		Частицы			3,69E-06	кг	
		Двуокись серы			9,59E-06	кг	
	VOC	Метан, ископаемый			1,88E-06	кг	
		NMVOC	Бензол		2,38E-07	кг	
			NMVOC дизельных топлив			6,29E-06	кг
			NMVOC, галогенные		PCDD, PCDF	1,97E-16	кг
			NMVOC, кислородсодержащие		Формальдегид	5,81E-07	кг
			РАК		Бенз(а)пирен	2,30E-11	кг
		VOC, неспецифицированные			3,96E-06	кг	
Древесина и целлюлоза	Древесина	Стволовая древесина			1,00E+00	кг	
СУММА					1,01E+00	кг	

Модуль 3. Вырубка круглого леса Сценарий 2

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Двуокись углерода, неспецифицированная	1,01E+00	кг
KEA	Энергия, ископаемая		1,43E+02	кДж
	Энергия, регенеративная		9,90E+03	кДж
Минералы	Известь		8,47E-04	кг
Земельные ресурсы	Земли класса I (РФ)		4,70E-02	м ²
	Земли класса II (РФ)		1,17E-01	м ²
	Земли класса III (РФ)		3,51E-01	м ²
	Земли класса IV (РФ)		1,95E-01	м ²
	Земли класса V (РФ)		7,00E-02	м ²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефть	3,58E-03	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Пестициды, неспецифицированные	2,71E-06	кг
СУММА			1,00E+04	кДж
			1,01E+00	кг
			7,78E-01	м ²

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ					Кол-во	Единица измерения		
Эмиссии в воздушную среду	Пыль				2,51E-06	кг		
	Соединения, неорганические	Аммиак				4,50E-08	кг	
		Хлороводород				2,25E-09	кг	
		Закись азота				7,55E-07	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая				1,08E-02	кг
		Окись углерода				2,20E-05	кг	
		Металлы	Мышьяк				7,28E-11	кг
			Кадмий				1,83E-10	кг
			Хром				7,80E-11	кг
			Никель				6,56E-09	кг
		Окислы азота				1,08E-04	кг	
		Частицы				3,69E-06	кг	
		Двуокись серы				9,59E-06	кг	
	VOC	Метан, ископаемый				1,88E-06	кг	
		NMVOC	Бензол				2,38E-07	кг
			NMVOC дизельных топлив				6,29E-06	кг
			NMVOC, галогенные		PCDD, PCDF		1,97E-16	кг
			NMVOC, кислородсодержащие		Формальдегид		5,81E-07	кг
			РАК		Бенз(а)пирен		2,30E-11	кг
		VOC, неспецифицированные				3,96E-06	кг	
Древесина и целлюлоза	Древесина	Стволовая древесина		1,00E+00	кг			
СУММА					1,01E+00	кг		

Модуль 3. Вырубка круглого леса Сценарий 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Двуокись углерода, неспецифицированная	1,01E+00	кг
KEA	Энергия, ископаемая		1,43E+02	кДж
	Энергия, регенеративная		9,90E+03	кДж
Минералы	Известь		8,47E-04	кг
Земельные ресурсы	Земли класса I (РФ)		8,58E-02	м ²
	Земли класса II (РФ)		1,64E-01	м ²
	Земли класса III (РФ)		3,35E-01	м ²
	Земли класса IV (РФ)		1,56E-01	м ²
	Земли класса V (РФ)		3,90E-02	м ²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефть	3,58E-03	кг

Материалы, различные	Производственные материалы	Пестициды, неспецифицированные	2,71E-06	кг
СУММА			1,00E+04	кДж
			1,01E+00	кг
			7,78E-01	м ²

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ					Кол-во	Единица измерения		
Эмиссии в воздушную среду	Пыль				2,51E-06	кг		
	Соединения, неорганические	Аммиак				4,50E-08	кг	
		Хлороводород				2,25E-09	кг	
		Закись азота				7,55E-07	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая				1,08E-02	кг
		Окись углерода				2,20E-05	кг	
		Металлы	Мышьяк				7,28E-11	кг
			Кадмий				1,83E-10	кг
			Хром				7,80E-11	кг
			Никель				6,56E-09	кг
		Окислы азота				1,08E-04	кг	
		Частицы				3,69E-06	кг	
		Двуокись серы				9,59E-06	кг	
	VOC	Метан, ископаемый				1,88E-06	кг	
		NMVOC	Бензол				2,38E-07	кг
			NMVOC дизельных топлив				6,29E-06	кг
			NMVOC, галогенные		PCDD, PCDF		1,97E-16	кг
			NMVOC, кислородсодержащие		Формальдегид		5,81E-07	кг
			ПАК		Бенз(а)пирен		2,30E-11	кг
		VOC, неспецифицированные				3,96E-06	кг	
Древесина и целлюлоза	Древесина	Стволовая древесина		1,00E+00	кг			
СУММА					1,01E+00	кг		

Модуль 4. Производство алюминиевой фольги Сценарии 1, 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Хлор		2,20E-04	кг
КЕА	Энергия, ядерная			2,32E+03	кДж
	Энергия воды			1,60E+03	кДж
	Энергия, ископаемая			9,18E+03	кДж
	Энергия, неспецифицированная			9,70E-07	кДж
Минералы	Известь			2,35E-03	кг
	Хлорид натрия			1,85E-04	кг
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		1,33E-02	кг
		Нефть		3,75E-02	кг
		Уголь	Уголь, бурый	1,70E-05	кг
			Уголь, каменный	6,49E-02	кг
	Неэнергоносители	Минералы	Известняк	1,88E-03	кг
Материалы, различные	Алюминиевые слитки			1,02E+00	кг
	Аргон			3,70E-04	кг
	Тара, неспецифицированная			2,63E-01	кг
	Масло для вальцовки			6,04E-03	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			7,67E+00	кг
	Вода для технических нужд			2,62E-02	кг
СУММА				1,31E+04	кДж
				9,11E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	2,27E-04	кг
			Использованные пылевые фильтры	4,38E-03	кг

	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пыль от шаровых мельниц		5,50E-03	кг	
			Прочий мусор		1,20E-05	кг	
			Отходы, алюминийсодержащие		1,00E-02	кг	
			Пепел и шлаки		2,03E-03	кг	
			Стальной скрап		8,00E-05	кг	
Эмиссии в воздушную среду	Пыль				2,10E-04	кг	
	Соединения, неорганические	Аммиак			1,44E-06	кг	
		Хлороводород			1,26E-05	кг	
		Закись азота			3,61E-04	кг	
		Фтороводород			5,02E-06	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая		5,76E-01	кг	
		Окись углерода			2,02E-04	кг	
		Металлы	Мышьяк		2,83E-09	кг	
			Кадмий		1,04E-09	кг	
			Хром		3,98E-09	кг	
			Никель		9,27E-08	кг	
		Окислы азота			7,39E-04	кг	
		Двуокись серы			9,21E-04	кг	
	VOC	Метан, ископаемый			9,87E-04	кг	
		NMVOC	Бензол		1,01E-07	кг	
			NMVOC, галогенные		PCDD, PCDF	9,90E-15	кг
			NMVOC, неспецифицированные			3,47E-05	кг
			РАК		Бенз(а)пирен	1,38E-11	кг
		VOC (углеводороды)			6,50E-05	кг	
		VOC, неспецифицированные			6,04E-03	кг	
Минералы	Гипс (ООГ)				3,37E-03	кг	
Упаковочные материалы	Алюминиевая фольга				1,00E+00	кг	
Вода	Вода, используемая для охлаждения				6,34E+00	кг	
	Сточные воды				5,02E-03	кг	
СУММА					7,96E+00	кг	

Модуль 5. Производство полиэтилена Сценарии 1, 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
КЕА	Энергия, ядерная			1,67E+03	кДж
	Энергия воды			5,40E+02	кДж
	Энергия, ископаемая			7,97E+04	кДж
	Энергия, неспецифицированная			2,10E+02	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		8,50E-01	кг
		Нефть		8,32E-01	кг
		Уголь	Уголь, бурый	1,10E-01	кг
			Уголь, каменный	1,17E-01	кг
	Неэнергоносители	Металлы	Железо	2,00E-04	кг
		Минералы	Боксит	3,00E-04	кг
			Известняк	1,50E-04	кг
			Хлорид натрия	8,00E-03	кг
	Глина	2,00E-05	кг		
Вода	Вода для технических нужд			2,40E+01	кг
СУММА				8,21E+04	кДж
				2,59E+01	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, подобные бытовым	3,50E-03	кг
			Отходы, неспецифицированные	8,00E-04	кг
			Вскрышные породы	2,60E-02	кг
			Пепел и шлаки	9,00E-03	кг
			Прочий мусор	1,00E-04	кг

Эмиссии в воздушную среду	Пыль			3,00E-03	кг		
		Соединения, неорганические	Хлороводород		7,00E-05	кг	
			Фтороводород		5,00E-06	кг	
			Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	1,25E+00	кг	
			Окись углерода		9,00E-04	кг	
			Металлы	Свинец		1,00E-07	кг
				Кадмий		1,80E-08	кг
				Марганец		3,50E-08	кг
				Металлы, неспецифицированные.		5,00E-06	кг
				Никель		1,00E-06	кг
				Ртуть		3,60E-08	кг
				Цинк		4,00E-07	кг
			Окислы азота		1,20E-02	кг	
			Двуокись серы		9,00E-03	кг	
	VOC	Метан, ископаемый		4,40E-03	кг		
		NMVOC	Бензол		4,00E-06	кг	
			NMVOC (углеводороды)		1,66E-02	кг	
			NMVOC, ароматические, неспецифицированные		9,90E-06	кг	
			NMVOC, галогенные	Галон 1301	8,20E-08	кг	
			NMVOC, галогенные, неспецифицированные		2,80E-10	кг	
			РАК	РАК, неспецифицированные	1,90E-08	кг	

Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		1,30E-04	кг		
		Твердые осадки, растворенные		3,00E-04	кг		
		Твердые осадки, взвешенные		5,00E-04	кг		
		Металлы	Алюминий		1,60E-04	кг	
			Мышьяк		3,40E-07	кг	
			Барий		5,60E-05	кг	
			Свинец		1,00E-06	кг	
			Кадмий		2,80E-08	кг	
			Хром		1,80E-06	кг	
			Железо		2,20E-04	кг	
			Медь		8,30E-07	кг	
			Металлы, неспецифицированные		2,50E-04	кг	
			Никель		8,50E-07	кг	
			Ртуть		2,00E-09	кг	
			Цинк		1,80E-06	кг	
		Фосфаты (как P 205)		5,00E-06	кг		
		Кислоты (как H+)		6,00E-05	кг		
		Соединения азота	Аммоний		5,00E-06	кг	
			Нитраты		5,00E-06	кг	
			Соединения азота, неспецифицированные		1,00E-05	кг	
		Соединения, органические	Синтетические моющие средства, масла		2,00E-04	кг	
			Углеводороды	Углеводороды, ароматические, неспецифицированные		1,50E-05	кг
				РАК неспецифицированные		2,20E-07	кг
				Толуол		2,10E-06	кг
			Фенолы		2,40E-06	кг	
			Соединение, органические, растворенные		2,00E-05	кг	
			Соединения, органические, галогенные	Соединения, органические, хлористые, неспецифицированные		2,30E-08	кг
		Индикаторы качества среды	БПК ₅		2,00E-04	кг	
			ХПК		1,50E-03	кг	

Упаковочные материалы	Полиэтилен (ПЭНП)	1,00E+00	кг
Вода	Сточные воды	2,40E+01	кг
СУММА		2,63E+01	кг

Модуль 6. Производство картона

Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Двуокись углерода, неспецифицированная		3,51E+00	кг
		Гидроксид натрия		4,87E-06	кг
		Соляная кислота		2,07E-02	кг
		Серная кислота		1,94E-08	кг
КЕА	Энергия, ядерная		6,03E+03	кДж	
	Энергия воды		1,96E+03	кДж	
	Энергия, ископаемая		7,39E+03	кДж	
	Энергия, неспецифицированная		6,79E+00	кДж	
	Энергия, регенеративная		3,20E+04	кДж	
Минералы	Известь		2,63E-03	кг	
	Известняк		7,18E-07	кг	
Земельные ресурсы	Земли класса II (Финляндия)		1,82E-02	м ²	
	Земли класса III (Финляндия)		2,05E-01	м ²	
	Земли класса IV (Финляндия)		5,93E-01	м ²	
	Земли класса V (Финляндия)		1,34E-01	м ²	
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		3,35E-02	кг
		Нефть		3,88E-02	кг
		Уголь	Уголь, бурый	3,03E-04	кг
			Уголь, каменный	1,52E-01	кг
	Неэнергоносители	Металлы	Железо	1,84E-05	кг
		Минералы	Известняк	4,71E-03	кг
			Хлорид натрия	6,85E-02	кг
			Песок	7,99E-06	кг
			Сера	4,90E-03	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Пестициды, неспецифицированные		8,43E-06	кг
	Вспомогательные средства, неспецифицированные			2,52E-02	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			1,73E+01	кг
	Вода для технических нужд			7,84E+01	кг
СУММА				4,74E+04	кДж
				9,96E+01	кг
				9,50E-01	м ²

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, подобные бытовым	3,19E-02	кг
			Отходы, неспецифицированные	5,49E-03	кг
			Вскрышные породы	2,20E-03	кг
			Пепел и шлаки	6,96E-03	кг
			Прочий мусор	7,16E-05	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	4,50E-03	кг
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			1,12E-03	кг
	Соединения, неорганические	Аммиак		3,45E-06	кг
		Хлороводород		8,38E-05	кг
		Закись азота		1,15E-04	кг
		Фтороводород		1,17E-06	кг
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	6,12E-01	кг
			Двуокись углерода, регенеративная	1,59E+00	кг
		Окись углерода		1,28E-03	кг
		Металлы	Мышьяк	6,97E-09	кг
			Свинец	1,00E-07	кг
			Кадмий	3,52E-09	кг
			Хром	8,12E-07	кг
			Медь	1,50E-07	кг
			Марганец	8,52E-07	кг
			Металлы, неспецифицированные	7,99E-08	кг

			Никель	3,86E-07	кг	
			Цинк	1,00E-06	кг	
		Окислы азота		2,77E-04	кг	
		Двуокись серы		1,28E-03	кг	
	VOC	Метан, ископаемый		2,21E-03	кг	
		NMVOC	Бензол		4,34E-06	кг
			NMVOC дизельных топлив		1,23E-06	кг
			NMVOC, галогенные	PCDD, PCDF	1,42E-13	кг
			NMVOC, кислородсодержащие	Формальдегид	3,65E-06	кг
			NMVOC, неспецифицированные		1,29E-04	кг
			РАК	Бенз(а)пирен	2,11E-10	кг
				РАК кроме бенз(а)пирена	8,92E-13	кг
		VOC (углеводороды)		2,60E-04	кг	
VOC, неспецифицированные		5,53E-06	кг			
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		1,16E-03	кг	
		Твердые осадки, неспецифицированные		6,66E-03	кг	
		Металлы	Металлы, неспецифицированные		3,59E-06	кг
			Натрий		1,64E-04	кг
		Соединения фосфора (как Р)		2,30E-05	кг	
		Кислоты (как Н+)		1,40E-05	кг	
		Соединения азота	Соединения азота (как N)	3,06E-04	кг	
		Сульфаты		1,56E-04	кг	
	Индикаторы качества среды	АОХ		2,00E-04	кг	
		БПК ₅		2,49E-03	кг	
		ХПК		4,00E-02	кг	
Минералы	Гипс (ООГ)			7,70E-03	кг	
Упаковочные материалы	Картон из комбинированных материалов (неламинированный)			4,17E+00	м²	
	Картон из комбинированных материалов (неламинированный)			1,00E+00	кг	
Вода	Вода, используемая для охлаждения			1,40E+01	кг	
	Сточные воды			6,66E+01	кг	
СУММА				8,39E+01	кг	

Модуль 6. Производство картона Сценарии 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Двуокись углерода, неспецифицированная		3,51E+00	кг
		Гидроксид натрия		4,87E-06	кг
		Соляная кислота		2,07E-02	кг
		Серная кислота		1,94E-08	кг
КЕА	Энергия, ядерная			6,03E+03	кДж
	Энергия воды			1,96E+03	кДж
	Энергия, ископаемая			7,39E+03	кДж
	Энергия, неспецифицированная			6,79E+00	кДж
	Энергия, регенеративная			3,20E+04	кДж
Минералы	Известь			2,63E-03	кг
	Известняк			7,18E-07	кг
Земельные ресурсы	Земли класса I (РФ)			1,90E-01	м ²
	Земли класса II (РФ)			1,90E-01	м ²
	Земли класса III (РФ)			3,80E-01	м ²
	Земли класса IV (РФ)			1,43E-01	м ²
	Земли класса V (РФ)			4,75E-02	м ²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		3,35E-02	кг
		Нефть		3,88E-02	кг
		Уголь	Уголь, бурый	3,03E-04	кг
			Уголь, каменный	1,52E-01	кг

	Неэнергоносители	Металлы	Железо	1,84E-05	кг
		Минералы	Известняк	4,71E-03	кг
			Хлорид натрия	6,85E-02	кг
			Песок	7,99E-06	кг
			Сера	4,90E-03	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Пестициды, неспецифицированные		8,43E-06	кг
	Вспомогательные средства, неспецифицированные				кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			5,12E+01	кг
	Вода для технических нужд			2,32E+02	кг
СУММА				4,74E+04	кДж
				2,87E+02	кг
				9,50E-01	м ²

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения	
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, подобные бытовым	3,19E-02	кг	
			Отходы, неспецифицированные	5,49E-03	кг	
			Вскрышные породы	2,20E-03	кг	
			Пепел и шлаки	6,96E-03	кг	
			Прочий мусор	7,16E-05	кг	
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	4,50E-03	кг	
Эмиссии в воздушную среду	Пыль		1,12E-03	кг		
	Соединения, неорганические	Аммиак		3,45E-06	кг	
		Хлороводород		8,38E-05	кг	
		Закись азота		1,15E-04	кг	
		Фтороводород		1,17E-06	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая		6,12E-01	кг
			Двуокись углерода, регенеративная		1,59E+00	кг
		Окись углерода		1,28E-03	кг	
		Металлы	Мышьяк	6,97E-09	кг	
			Свинец	1,00E-07	кг	
			Кадмий	3,52E-09	кг	
			Хром	8,12E-07	кг	
			Медь	1,50E-07	кг	
			Марганец	8,52E-07	кг	
			Металлы, неспецифицированные	7,99E-08	кг	
			Никель	3,86E-07	кг	
		Цинк	1,00E-06	кг		
		Окислы азота		2,77E-04	кг	
		Двуокись серы		1,28E-03	кг	
		VOC	Метан, ископаемый		2,21E-03	кг
	NMVOC		Бензол	4,34E-06	кг	
			NMVOC дизельных топлив		1,23E-06	кг
			NMVOC, галогенные	PCDD, PCDF	1,42E-13	кг
			NMVOC, кислородсодержащие	Формальдегид	3,65E-06	кг
			NMVOC, неспецифицированные		1,29E-04	кг
			РАК	Бенз(а)пирен	2,11E-10	кг
				РАК кроме бенз(а)пирена	8,92E-13	кг
	VOC (углеводороды)		2,60E-04	кг		
	VOC, неспецифицированные		5,53E-06	кг		
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		1,16E-03	кг	
		Твердые осадки, неспецифицированные		6,03E-03	кг	
		Металлы	Металлы, неспецифицированные	3,59E-06	кг	
			Натрий	1,64E-04	кг	
		Соединения фосфора (как P)		4,35E-05	кг	

		Кислоты (как Н+)		1,40E-05	кг
		Соединения азота	Соединения азота (как N)	1,62E-04	кг
		Сульфаты		1,56E-04	кг
	Индикаторы качества среды	АОХ		1,70E-03	кг
		БПК ₅		2,49E-03	кг
		ХПК		6,55E-02	кг
Минералы	Гипс (ООГ)			7,70E-03	кг
Упаковочные материалы	Картон из комбинированных материалов (неламинированный)			4,17E+00	м ²
	Картон из комбинированных материалов (неламинированный)			1,00E+00	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			4,14E+01	кг
	Сточные воды			1,97E+02	кг
СУММА				2,42E+02	кг

Модуль 7. Производство упаковочного картона Сценарии 1, 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие переработке	Отходы (Запись в кредит/дебет)	Бумага, картон	3,81E-02	кг
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Гидроксид натрия		5,28E-05	кг
КЕА	Энергия, ядерная			1,17E+03	кДж
	Энергия воды			6,60E+01	кДж
	Энергия, ископаемая			3,68E+03	кДж
	Энергия, неспецифицированная			1,09E-03	кДж
Минералы	Известь			2,77E-05	кг
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		1,85E-02	кг
		Нефть		1,92E-02	кг
		Уголь	Уголь, бурый	1,17E-01	кг
			Уголь, каменный	4,01E-02	кг
	Неэнергоносители	Минералы	Известняк	1,58E-03	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Пестициды, неспецифицированные		8,34E-06	кг
	Печатная краска			4,51E-03	кг
	Удобрения, калийные			2,23E-05	кг
	Удобрения, азотные			4,47E-05	кг
	Удобрения, фосфорные			2,22E-05	кг
	Вспомогательные средства, неспецифицированные			7,46E-05	кг
	Черенки картофеля			2,08E-04	кг
	Растворитель			9,56E-03	кг
	Тара, неспецифицированная			3,95E-03	кг
	Удобрения из вторичного сырья			1,04E-02	кг
Упаковочные материалы	Алюминиевая фольга			5,92E-02	кг
	Полиэтилен (ПЭНП)			2,68E-01	кг
	Картон			7,69E-01	кг
	Картон			3,09E+00	м²
Вода	Вода, используемая для охлаждения			7,51E+00	кг
	Вода для технических нужд			2,74E-01	кг
СУММА				4,92E+03	кДж
				9,14E+00	кг
				3,09E+00	м²

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, подобные бытовым	2,83E-03	кг
			Отходы, неспецифицированные	5,54E-03	кг
			Пепел и шлаки	7,84E-03	кг
			Остатки краски	6,85E-04	кг
			Шламы очистных сооружений	1,19E-06	кг
			Остатки растворителя	1,43E-04	кг
			Прочий мусор	1,02E-05	кг

	Отходы, подлежащие переработке	Отходы (Запись в кредит/дебет)	Алюминий	6,20E-04	кг	
			Картон из комбинированных материалов	6,24E-02	кг	
		Отходы, прочие	Отходы, неспецифицированные	1,88E-03	кг	
			Пепел и шлаки	4,47E-03	кг	
	Отходы, неспецифицированные			2,03E-05	кг	
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			1,60E-04	кг	
	Соединения, неорганические	Аммиак		6,94E-06	кг	
		Хлороводород		3,65E-05	кг	
		Закись азота		7,46E-06	кг	
		Фтороводород		5,04E-06	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	3,08E-01	кг	
		Окись углерода		1,36E-04	кг	
		Металлы	Мышьяк	6,78E-10	кг	
			Кадмий	1,62E-09	кг	
			Хром	7,81E-10	кг	
			Никель	7,90E-08	кг	
		Окислы азота		8,10E-04	кг	
		Двуокись серы		1,03E-03	кг	
		Сероводород		1,22E-06	кг	
		VOC	Метан, ископаемый		6,92E-04	кг
	NMVOC		Бензол	1,02E-06	кг	
			NMVOC дизельных топлив	3,96E-05	кг	
			NMVOC, галогенные	PCDD, PCDF	1,06E-14	кг
			NMVOC, кислородсодержащие	Этанол	9,54E-04	кг
				Формальдегид	3,70E-06	кг
			NMVOC, неспецифицированные	9,13E-06	кг	
			NMVOC транспортных эмиссий, неспецифицированные	4,61E-07	кг	
			РАК	Бенз(а)пирен	1,16E-10	кг
				РАК кроме бенз(а)пирена	1,93E-09	кг
	РАК, неспецифицированные			1,05E-10	кг	
	ТОС			1,69E-05	кг	
	VOC, неспецифицированные			6,18E-07	кг	
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид	7,99E-06	кг		
		Твердые осадки, нерастворенные	5,53E-06	кг		
		Углерод, органический	5,87E-07	кг		
		Фосфат	1,32E-09	кг		
		Соединения фосфора (как Р)	5,77E-08	кг		
		Соли, неорганические	1,49E-11	кг		
		Соединения азота	Нитраты	5,36E-05	кг	
			Соединения азота (как N)	1,84E-07	кг	
		Сульфаты	1,51E-05	кг		
	Индикаторы качества среды	АОХ	2,97E-15	кг		
		БПК ₅	5,47E-06	кг		
		ХПК	3,28E-05	кг		
	Минералы	Гипс (ООГ)		2,86E-03	кг	
	Материалы, различные	Белок		6,92E-05	кг	
	Упаковочные материалы	Картон из комбинированных материалов		1,00E+00	кг	
Флютинг			2,93E-02	кг		
Вода	Вода, используемая для охлаждения		7,18E+00	кг		
	Сточные воды		2,06E-01	кг		
	Водяной пар		4,85E-04	кг		
СУММА				8,82E+00	кг	

Модуль 8. Производство ящиков из гофрокартона

Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие переработке	Отходы (Запись в кредит/дебет)	Бумага, картон	1,30E+00	кг
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Гидроксид натрия		1,80E-03	кг
КЕА	Энергия, ядерная			1,57E+03	кДж
	Энергия воды			9,35E+01	кДж
	Энергия, ископаемая			1,01E+04	кДж
	Энергия, неспецифицированная			1,42E-02	кДж
Минералы	Известь			9,43E-04	кг
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		1,40E-01	кг
		Нефть		3,93E-02	кг
		Уголь	Уголь, бурый	1,53E-01	кг
			Уголь, каменный	5,26E-02	кг
	Неэнергоносители	Минералы	Известняк	2,09E-03	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Пестициды, неспецифицированные		2,84E-04	кг
	Вспомогательные средства, неспецифицированные			2,54E-03	кг
	Черенки картофеля			7,08E-03	кг
	Удобрения из вторичного сырья			3,54E-01	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			9,86E+00	кг
	Вода для технических нужд			8,82E+00	кг
СУММА				1,18E+04	КДЖ
				2,07E+01	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения	
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, подобные бытовым	9,66E-02	кг	
			Отходы, неспецифицированные	1,89E-01	кг	
			Пепел и шлаки	1,02E-02	кг	
			Шламы очистных сооружений	1,54E-06	кг	
			Прочий мусор	1,56E-05	кг	
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Отходы, неспецифицированные	6,41E-02	кг	
			Пепел и шлаки	6,01E-03	кг	
Отходы, неспецифицированные			2,62E-05	кг		
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			2,23E-04	кг	
	Соединения, неорганические	Аммиак		1,87E-04	кг	
		Хлороводород		4,74E-05	кг	
		Закись азота		3,52E-05	кг	
		Фтороводород		6,52E-06	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая		7,03E-01	кг
		Окись углерода		3,16E-04	кг	
		Металлы	Мышьяк	1,05E-08	кг	
			Кадмий	2,34E-08	кг	
			Хром	1,36E-08	кг	
			Никель	8,55E-07	кг	
		Окислы азота		1,11E-03	кг	
		Двуокись серы		1,64E-03	кг	
		Сероводород		4,18E-05	кг	
		VOC	Метан, ископаемый		1,58E-03	кг
	NMVOC		Бензол		1,22E-06	кг
			NMVOC дизельных топлив		1,23E-05	кг
			NMVOC, галогенные	PCDD, PCDF	1,40E-14	кг
			NMVOC, кислородсодержащие	Формальдегид	2,59E-06	кг
			NMVOC, неспецифицированные		4,81E-05	кг
			NMVOC транспортных эмиссий, неспецифицированные		1,57E-05	кг
			ПАК	Бенз(а)пирен	1,21E-10	кг
				ПАК кроме бенз(а)пирена		2,49E-09

Эмиссии в водную среду	Эмиссии			РАК, неспецифицированные	1,36E-10	кг
		VOC, неспецифицированные			2,10E-05	кг
		Хлорид			2,72E-05	кг
		Твердые осадки, нерастворенные			1,88E-04	кг
		Углерод, органический			2,00E-05	кг
		Фосфат			4,50E-08	кг
		Соединения фосфора (как P)			1,97E-06	кг
		Соли, неорганические			1,92E-11	кг
		Соединения азота	Нитраты		1,83E-03	кг
			Соединения азота (как N)			6,26E-06
	Сульфаты			5,15E-04	кг	
	Индикаторы качества среды	АОХ			3,85E-15	кг
БПК ₅			1,86E-04	кг		
ХПК			1,12E-03	кг		
Минералы	Гипс (ООГ)				3,78E-03	кг
Материалы, различные	Белок				2,36E-03	кг
Упаковочные материалы	Ящики из гофрокартона				1,00E+00	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения				9,39E+00	кг
	Сточные воды				6,92E+00	кг
СУММА					1,84E+01	кг

Модуль 8. Производство ящиков из гофрокартона Сценарии 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие переработке	Отходы (Запись в кредит/дебет)	Бумага, картон	2,60E-01	кг
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Гидроксид натрия		3,60E-03	кг
КЕА	Энергия, неспецифицированная			1,74E+04	кДж
Минералы	Известь			1,41E-03	кг
Земельные ресурсы	Земли класса I (РФ)			2,19E-01	м²
	Земли класса II (РФ)			2,88E-01	м²
	Земли класса III (РФ)			5,75E-01	м²
	Земли класса IV (РФ)			2,19E-01	м²
	Земли класса V (РФ)			6,85E-02	м²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты		4,35E-01	кг
	Неэнергоносители	Минералы	Известняк	4,18E-03	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Пестициды, неспецифицированные		5,68E-04	кг
	Вспомогательные средства, неспецифицированные			5,08E-03	кг
	Черенки картофеля			1,42E-02	кг
	Удобрения из вторичного сырья			7,08E-01	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			1,32E+01	кг
	Вода для технических нужд			1,18E+01	кг
СУММА				1,74E+04	кДж
				2,65E+01	кг
				1,37E+00	м²

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, подобные бытовым	1,93E-01	кг
			Отходы, неспецифицированные	3,78E-01	кг
			Пепел и шлаки	1,53E-02	кг
			Шламы очистных сооружений	2,31E-06	кг
			Прочий мусор	3,12E-05	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Отходы, неспецифицированные	1,28E-01	кг
			Пепел и шлаки	9,02E-03	кг
	Отходы, неспецифицированные			5,24E-05	кг
Эмиссии	Пыль			4,46E-04	кг

в воздушную среду	Соединения, неорганические	Аммиак		3,74E-04	кг	
		Хлороводород		9,48E-05	кг	
		Закись азота		7,04E-05	кг	
		Фтороводород		1,30E-05	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	1,41E+00	кг	
		Окись углерода		6,32E-04	кг	
		Металлы	Мышьяк	2,10E-08	кг	
			Кадмий	4,68E-08	кг	
			Хром	2,72E-08	кг	
			Никель	1,71E-06	кг	
		Окислы азота		2,22E-03	кг	
		Двуокись серы		3,28E-03	кг	
		Сероводород		8,36E-05	кг	
	VOC	Метан, ископаемый		3,16E-03	кг	
		NMVOC	Бензол	2,44E-06	кг	
			NMVOC дизельных топлив		2,46E-05	кг
			NMVOC, галогенные	PCDD, PCDF	2,80E-14	кг
			NMVOC, кислородсодержащие	Формальдегид	5,18E-06	кг
			NMVOC, неспецифицированные		9,62E-05	кг
			NMVOC транспортных эмиссий, неспецифицированные		3,14E-05	кг
			РАК	Бенз(а)пирен	2,42E-10	кг
				РАК кроме бенз(а)пирена	4,98E-09	кг
				РАК, неспецифицированные	2,72E-10	кг
		VOC, неспецифицированные		4,20E-05	кг	
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		3,48E-05	кг	
		Твердые осадки, нерастворенные		2,41E-04	кг	
		Углерод, органический		2,56E-05	кг	
		Фосфат		5,76E-08	кг	
		Соединения фосфора (как P)		2,52E-06	кг	
		Соли, неорганические		2,46E-11	кг	
		Соединения азота	Нитраты	2,34E-03	кг	
			Соединения азота (как N)	8,01E-06	кг	
		Сульфаты		6,59E-04	кг	
	Индикаторы качества среды	АОХ		4,93E-15	кг	
		БПК ₅		2,38E-04	кг	
		ХПК		1,43E-03	кг	
	Минералы	Гипс (ООГ)			5,67E-03	кг
Материалы, различные	Белок			3,54E-03	кг	
Упаковочные материалы	Ящики из гофрокартона			1,00E+00	кг	
Вода	Вода, используемая для охлаждения			1,26E+01	кг	
	Сточные воды			9,27E+00	кг	
СУММА				2,50E+01	кг	

Модуль 9. Производство паллет Сценарии 1, 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Древесина и целлюлоза	Древесина	Стволовая древесина хвойных пород		1,00E+00	кг
КЕА	Энергия, ядерная			1,32E+02	кДж
	Энергия воды			7,44E+00	кДж
	Энергия, ископаемая			6,29E+02	кДж
	Энергия, неспецифицированная			7,93E-05	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		7,44E-04	кг
		Нефть		8,86E-03	кг
		Уголь	Уголь, бурый	1,33E-02	кг
			Уголь, каменный	4,53E-03	кг
	Неэнергоносители	Минералы	Известняк	1,79E-04	кг

Вода	Вода, используемая для охлаждения	8,48E-01	кг
	Вода для технических нужд	1,83E-03	кг
СУММА		7,68E+02	КДЖ
		1,88E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения		
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	8,86E-04	кг		
			Шламы очистных сооружений	1,34E-07	кг		
			Прочий мусор	1,15E-06	кг		
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	5,05E-04	кг		
	Отходы, неспецифицированные			2,29E-06	кг		
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			2,87E-05	кг		
	Соединения, неорганические	Аммиак		2,69E-07	кг		
		Хлороводород		4,13E-06	кг		
		Закись азота		2,39E-06	кг		
		Фтороводород		5,69E-07	кг		
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	5,14E-02	кг		
		Окись углерода		6,40E-05	кг		
		Металлы	Мышьяк	3,03E-10	кг		
			Кадмий	5,00E-10	кг		
			Хром	3,98E-10	кг		
			Никель	1,85E-08	кг		
		Окислы азота		2,48E-04	кг		
		Двуокись серы		1,34E-04	кг		
	VOC	Метан, ископаемый		7,53E-05	кг		
		NMVOC	Бензол	5,17E-07	кг		
			NMVOC дизельных топлив		2,03E-05	кг	
			NMVOC, галогенные		PCDD, PCDF	1,54E-15	кг
			NMVOC, кислородсодержащие		Формальдегид	1,88E-06	кг
			NMVOC, неспецифицированные		1,52E-06	кг	
			РАК	Бенз(а)пирен	5,39E-11	кг	
				РАК кроме бенз(а)пирена		2,18E-10	кг
				РАК, неспецифицированные		1,19E-11	кг
		VOC, неспецифицированные		3,98E-11	кг		
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Соли, неорганические		1,68E-12	кг		
		Соединения азота	Соединения азота (как N)	3,03E-13	кг		
	Индикаторы качества среды	АОХ		3,36E-16	кг		
		БПК ₅		6,72E-15	кг		
		ХПК		2,22E-13	кг		
Минералы	Гипс (ООГ)			3,23E-04	кг		
Упаковочные материалы	Деревянные паллеты			1,00E+00	кг		
Вода	Вода, используемая для охлаждения			8,11E-01	кг		
	Сточные воды			4,09E-04	кг		
СУММА				1,87E+00	кг		

Модуль 10. Разлив напитков Сценарии 1, 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Энергия и энергоносители, вторичные	Сжатый воздух (6-8 бар)		1,08E+02	м ³
	Энергия, электрическая		3,41E+05	кДж
	Энергия, термическая (насыщенный пар)		1,25E-02	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты	8,52E+00	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Перекись водорода	4,30E+00	кг
		Смазочные средства для конвейеров	2,26E+00	кг
		Смазочное средство NLGi 2	4,71E-02	кг

Упаковочные материалы	Картон из комбинированных материалов, свежееизготовленный	2,93E+01	кг
	Деревянные паллеты, свежееизготовленные	5,09E-01	кг
	Деревянные паллеты, возвратные	2,55E+01	кг
	Ящики из гофрокартона, свежееизготовленные	6,48E+00	кг
Вода	Вода для технических нужд	1,25E+03	кг
СУММА		1,33E+03	кг
		3,41E+05	кДж

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы упаковки	Деревянные паллеты	3,00E-02	кг
		Отходы, прочие	Прочий мусор	1,70E+00	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы упаковки	Деревянные паллеты	4,80E-01	кг
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Перекись водорода		4,30E+00	кг
		Смазочное средство NLGi 2		4,71E-02	кг
		Соединения, органические	Смазочные средства для конвейеров	2,26E+00	кг
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная			6,12E+01	кг
Вода	Сточные воды			1,25E+03	кг
СУММА				1,32E+03	кг

Модуль 12. Сортировка отходов упаковки Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие переработке	Отходы упаковки	1,00E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Энергия, неспецифицированная		9,56E+01	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты	2,39E-03	кг
СУММА			9,56E+00	кДж
			1,00E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы упаковки	Алюминий	3,50E-01	кг
			Полиэтилен	3,00E-01	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы (Запись в кредит/дебет)	Алюминий	3,50E-01	кг
	Отходы, неспецифицированные			2,22E-06	кг
СУММА				1,00E+00	кг

Модуль 13. Сортировка макулатуры Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие переработке	Отходы (Запись в кредит/дебет)	Бумага, картон	1,00E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Энергия, электрическая			1,65E+01	кДж
	Энергия, механическая			1,21E+01	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты		7,15E-04	кг
СУММА				2,86E+01	кДж
				1,00E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, неспецифицированные	1,45E-01	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы упаковки	Макулатура, отсортированная	8,55E-01	кг
СУММА				1,00E+00	кг

Модуль 14. Сбор макулатуры Сценарий 2

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие переработке	Отходы (Запись в кредит/дебет)	Бумага, картон	1,00E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Энергия, неспецифицированная			7,50E+00	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты		1,88E-04	кг
СУММА				7,50E+00	кДж
				1,00E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие переработке	Отходы упаковки	Макулатура, отсортированная	1,00E+00	кг
СУММА				1,00E+00	кг

Модуль 15. Полигон бытовых отходов Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения	
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию		Отходы упаковки	1,00E+00	кг	
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические		Серная кислота	7,13E-07	кг	
Энергия и энергоносители, вторичные	Кокс (для плавильных печей)			2,08E-10	кг	
KEA	Энергия, ядерная		9,06E+01	кДж		
	Энергия воды		5,09E+00	кДж		
	Энергия, ископаемая		2,30E+02	кДж		
	Энергия, неспецифицированная		5,43E-05	кДж		
Минералы	Гидроксид кальция			1,13E-09	кг	
Земельные ресурсы	Земли класса VII (ФРГ)			5,00E-05	м²	
Полезные ископаемые	Энергоносители		Природный газ		4,67E-04	кг
			Нефть		1,09E-03	кг
			Уголь	Уголь, бурый	9,08E-03	кг
				Уголь, каменный	3,10E-03	кг
	Неэнергоносители		Минералы	Известняк	1,23E-04	кг
Материалы, различные	Активированный зернистый уголь			1,16E-06	кг	
	Гидроокись алюминия			8,30E-11	кг	
	Донор углерода			1,01E-05	кг	
	Хлорид железа			1,45E-06	кг	
	Средства для осаждения			9,34E-12	кг	
	Вспомогательные средства, неспецифицированные			3,41E-05	кг	
	Известковое молоко			1,16E-05	кг	
	Каустик			2,15E-05	кг	
	Донор фосфора			4,34E-07	кг	
	Химикаты для очистки			5,63E-06	кг	
Вода	Вода, используемая для охлаждения			5,81E-01	кг	
	Вода для технических нужд			1,25E-03	кг	
СУММА				3,26E+02	кДж	
				1,60E+00	кг	

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы ООГ	2,94E-10	кг
			Пепел и шлаки	6,07E-04	кг
			Шламы очистных сооружений	9,21E-08	кг
			Прочий мусор	7,88E-07	кг
			Отходы, подлежащие захоронению в подземных выработках	1,43E-04	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	3,46E-04	кг

	Отходы, неспецифицированные			1,57E-06	кг	
Объем отходов на полигоне				1,00E-03	м³	
Эмиссии в воздушную среду	Свалочный газ, диффузный			9,38E-02	м³	
	Пыль			3,29E-08	кг	
	Соединения, неорганические	Аммиак		1,77E-07	кг	
		Хлороводород		2,87E-07	кг	
		Закись азота		2,74E-07	кг	
		Фтороводород		5,33E-08	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, регенеративная	1,37E-01	кг	
		Окись углерода		1,94E-05	кг	
		Окислы азота		1,48E-05	кг	
		Двуокись серы		4,29E-06	кг	
		Сероводород		6,39E-07	кг	
	VOC	Метан, регенеративный		6,08E-02	кг	
		NMVOC	Бензол		2,71E-07	кг
			NMVOC, галогенные	Хлорбензолы	9,38E-09	кг
				PCB	1,50E-07	кг
				PCDD, PCDF	7,54E-13	кг
		РАК	Бенз(а)пирен	5,63E-14	кг	
	ТОС			1,12E-05	кг	
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		1,91E-04	кг	
		Соли фтористоводородной кислоты		1,07E-07	кг	
		Металлы	Мышьяк	5,81E-09	кг	
			Свинец	8,51E-09	кг	
			Кадмий	2,70E-10	кг	
			Кальций	1,76E-05	кг	
			Хром	1,03E-08	кг	
			Железо	2,12E-07	кг	
			Калий	4,95E-05	кг	
			Медь	1,15E-08	кг	
			Магний	3,96E-05	кг	
			Натрий	1,18E-04	кг	
			Никель	2,24E-08	кг	
			Ртуть	2,70E-10	кг	
			Цинк	8,74E-09	кг	
			Олово	8,10E-08	кг	
		Соединения фосфора (как P)		1,40E-06	кг	
		Соединения азота	Аммоний	5,59E-05	кг	
			Нитраты	7,93E-07	кг	
			Соединения азота (как N)	2,97E-04	кг	
		Сульфаты		3,85E-05	кг	
		Сульфиты		5,40E-07	кг	
		Соединения, органические	Бензол	2,70E-10	кг	
			Углеводороды	Бенз(а)пирен	5,40E-13	кг
	Индикаторы качества среды	АОХ		2,81E-07	кг	
		БПК₅		1,66E-05	кг	
		ХПК		1,50E-04	кг	
		Свалочный фильтрат, диффузный		6,48E-02	л	
	Свалочный фильтрат, собранный		6,21E-03	л		
	Энергия, вторичная	Энергия, электрическая		5,74E+02	кДж	
Энергия, термическая		1,73E+02	кДж			
Минералы	Гипс (ООГ)		2,22E-04	кг		
Вода	Вода, используемая для охлаждения		5,56E-01	кг		
	Сточные воды		8,66E-03	кг		
	Водяной пар		3,61E-07	кг		
СУММА				7,47E+02	кДж	
				7,65E-01	кг	

Модуль 15. Полигон бытовых отходов

Сценарий 2

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы упаковки	1,00E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Дизельное топливо		4,90E-04	кг
	Энергия, электрическая		8,42E+00	кДж
	Энергия, термическая		1,58E+01	кДж
Земельные ресурсы	Земли класса VII (РФ)		1,10E-04	м ²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты	6,05E-04	кг
Материалы, различные	Вспомогательные средства, неспецифицированные		1,80E-05	кг
СУММА			2,42E+01	кДж
			1,00E+00	к

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ						Кол-во	Единица измерения	
Объем отходов на полигоне						1,00E-03	м³	
Эмиссии в воздушную среду	Свалочный газ, диффузный					1,77E-01	м³	
	Соединения, неорганические	Аммиак				3,19E-07	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, регенеративная			1,56E-01	кг	
		Сероводород				1,15E-06	кг	
	VOC	Метан, регенеративный				6,99E-02	кг	
		NMVOC	Бензол			4,87E-07	кг	
			NMVOC, галогенные	Хлорбензолы	1,77E-08	кг		
		PCB			2,83E-07	кг		
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид				5,52E-04	кг	
		Соли фтористоводородной кислоты				1,49E-07	кг	
		Металлы	Мышьяк			8,13E-09	кг	
			Свинец			1,19E-08	кг	
			Кадмий			3,78E-10	кг	
			Кальций			5,78E-05	кг	
			Хром			1,44E-08	кг	
			Железо			1,10E-06	кг	
			Калий			8,73E-05	кг	
			Медь			1,89E-08	кг	
			Магний			6,80E-05	кг	
			Натрий			1,79E-04	кг	
			Никель			3,16E-08	кг	
			Ртуть			3,78E-10	кг	
			Цинк			4,08E-08	кг	
			Олово			1,13E-07	кг	
		Соединения фосфора (как P)				1,97E-06	кг	
		Соединения азота	Аммоний			1,91E-04	кг	
			Нитраты			1,13E-06	кг	
			Соединения азота (как N)			4,16E-04	кг	
		Сульфаты				5,41E-05	кг	
		Сульфиты				7,56E-07	кг	
		Соединения, органические	Бензол			3,78E-10	кг	
			Углеводороды	Бенз(а)пирен		7,56E-13	кг	
		Индикаторы качества среды	АОХ				7,56E-07	кг
			БПК₅				7,75E-05	кг
			ХПК				7,03E-04	кг
		Свалочный фильтрат, диффузный						3,78E-01
СУММА						2,28E-01	кг	

Модуль 15. Полигон бытовых отходов Сценарий 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы упаковки	1,00E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Дизельное топливо		4,90E-04	кг
	Энергия, электрическая		8,42E+00	кДж
	Энергия, термическая		1,58E+01	кДж
Земельные ресурсы	Земли класса VII (РФ)		1,80E-04	м ²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты	6,05E-04	кг
Материалы, различные	Вспомогательные средства, неспецифицированные		1,80E-05	кг
СУММА			2,42E+01	кДж
			1,00E+00	к

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ						Кол-во	Единица измерения	
Объем отходов на полигоне						1,00E-03	м³	
Эмиссии в воздушную среду	Свалочный газ, диффузный					1,77E-01	м³	
	Соединения, неорганические	Аммиак				3,19E-07	кг	
		Двуокись углерода		Двуокись углерода, регенеративная		1,56E-01	кг	
		Сероводород				1,15E-06	кг	
	VOC	Метан, регенеративный				6,99E-02	кг	
		NMVOC	Бензол		4,87E-07		кг	
			NMVOC, галогенные	Хлорбензолы		1,77E-08	кг	
				PCB		2,83E-07	кг	
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид				5,69E-04	кг	
		Соли фтористоводородной кислоты				1,54E-07	кг	
		Металлы	Мышьяк		8,39E-09		кг	
			Свинец		1,23E-08		кг	
			Кадмий		3,90E-10		кг	
			Кальций		5,97E-05		кг	
			Хром		1,48E-08		кг	
			Железо		1,13E-06		кг	
			Калий		9,01E-05		кг	
			Медь		1,95E-08		кг	
			Магний		7,02E-05		кг	
			Натрий		1,84E-04		кг	
			Никель		3,26E-08		кг	
			Ртуть		3,90E-10		кг	
			Цинк		4,21E-08		кг	
			Олово		1,17E-07		кг	
		Соединения фосфора (как P)				2,03E-06	кг	
		Соединения азота	Аммоний		1,97E-04		кг	
			Нитраты		1,17E-06		кг	
			Соединения азота (как N)		4,29E-04		кг	
		Сульфаты				5,58E-05	кг	
		Сульфиты				7,80E-07	кг	
		Соединения, органические	Бензол		3,90E-10		кг	
			Углеводороды	Бенз(а)пирен		7,80E-13	кг	
		Индикаторы качества среды	АОХ				7,80E-07	кг
			БПК₅				8,00E-05	кг
			ХПК				7,25E-04	кг
		Свалочный фильтрат, диффузный						3,90E-01
СУММА						2,28E-01	кг	

Модуль 16. Полигон для захоронения шлаков

Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения	
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Пепел и шлаки		1,00E+00	кг	
КЕА	Энергия, ядерная			7,79E+00	кДж	
	Энергия воды			4,38E-01	кДж	
	Энергия, ископаемая			4,40E+01	кДж	
	Энергия, неспецифицированная			4,68E-06	кДж	
Земельные ресурсы	Земли класса VII (ФРГ)			3,33E-05	м²	
Полезные ископаемые	Энергоносители		Природный газ		4,02E-05	кг
			Нефть		7,00E-04	кг
			Уголь	Уголь, бурый	7,81E-04	кг
		Уголь, каменный		2,67E-04	кг	
		Неэнергоносители	Минералы	Известняк	1,05E-05	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			5,00E-02	кг	
	Вода для технических нужд			1,08E-04	кг	
СУММА				5,22E+01	кДж	
				1,05E+00	к	

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ					Кол-во	Единица измерения		
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Пепел и шлаки		5,22E-05	кг		
			Шламы очистных сооружений		7,93E-09	кг		
			Прочий мусор		6,78E-08	кг		
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки		2,98E-05	кг		
	Отходы, неспецифицированные				1,35E-07	кг		
Объем отходов на полигоне					6,67E-04	м³		
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		5,06E-06		кг		
		Соли фтористоводородной кислоты		2,64E-08		кг		
		Металлы	Мышьяк		2,00E-10		кг	
			Свинец		8,01E-09		кг	
			Кадмий		1,60E-10		кг	
			Кальций		1,84E-05		кг	
			Хром		1,28E-09		кг	
			Железо		4,36E-10		кг	
			Калий		6,88E-04		кг	
			Медь		4,10E-09		кг	
			Магний		1,41E-06		кг	
			Натрий		5,42E-04		кг	
			Никель		1,44E-10		кг	
			Ртуть		8,00E-11		кг	
			Цинк		6,62E-09		кг	
			Олово		2,24E-09		кг	
			Соединения азота	Аммоний		1,60E-08		кг
				Нитраты		3,60E-08		кг
		Нитриты		8,00E-09		кг		
		Сульфаты		1,39E-05		кг		
		Соединения, органические	Углеводороды		Бенз(а)пирен	1,60E-11	кг	
			Фенолы		2,00E-07		кг	
			ТОС		1,39E-06		кг	
			Соединения, органические, галогенные		PCDD, PCDF	2,89E-13	кг	
		Индикаторы качества среды		АОХ		8,52E-10	кг	
				ХПК		2,85E-07	кг	
		Свалочный фильтрат, диффузный				8,00E-03	л	
		Свалочный фильтрат, собранный				7,20E-02	л	
		Минералы	Гипс (ООГ)				1,91E-05	кг

Вода	Вода, используемая для охлаждения	4,78E-02	кг
	Сточные воды	2,41E-05	кг
СУММА		4,92E-02	кг

Модуль 16. Полигон для захоронения шлаков Сценарий 2

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Пепел и шлаки	1,00E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Дизельное топливо		4,90E-04	кг
	Энергия, электрическая		8,42E+00	кДж
	Энергия, термическая		1,58E+01	кДж
Земельные ресурсы	Земли класса VII (РФ)		1,00E-04	м²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты	6,05E-04	кг
Материалы, различные	Вспомогательные средства, неспецифицированные		1,80E-05	кг
СУММА			2,42E+01	кДж
			1,00E+00	к

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения		
Объем отходов на полигоне				6,67E-04	м³		
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		3,14E-05	кг		
		Соли фтористоводородной кислоты		6,07E-08	кг		
		Металлы	Мышьяк	4,60E-10	кг		
			Свинец	1,86E-08	кг		
			Кадмий	3,68E-10	кг		
			Кальций	1,42E-04	кг		
			Хром	2,94E-09	кг		
			Железо	9,19E-09	кг		
			Калий	2,11E-03	кг		
			Медь	1,14E-08	кг		
			Магний	4,19E-06	кг		
			Натрий	1,37E-03	кг		
			Никель	1,65E-09	кг		
			Ртуть	1,84E-10	кг		
			Цинк	2,30E-08	кг		
			Олово	5,15E-09	кг		
			Соединения азота	Аммоний	1,31E-07	кг	
				Нитраты	8,27E-08	кг	
		Нитриты		1,84E-08	кг		
		Сульфаты		3,20E-05	кг		
		Соединения, органические	Углеводороды	Бенз(а)пирен	3,68E-11	кг	
			Фенолы		4,60E-07	кг	
			ТОС		3,19E-06	кг	
			Соединения, органические, галогенные	PCDD, PCDF	3,31E-14	кг	
		Индикаторы качества среды	АОХ		4,69E-09	кг	
			ХПК		4,52E-06	кг	
		Свалочный фильтрат, диффузный				1,84E-01	л
		СУММА				3,70E-03	кг

Модуль 16. Полигон для захоронения шлаков Сценарий 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Пепел и шлаки	1,00E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Дизельное топливо		4,90E-04	кг
	Энергия, электрическая		8,42E+00	кДж

	Энергия, термическая		1,58E+01	кДж
Земельные ресурсы	Земли класса VII (РФ)		1,00E-04	м ²
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты	6,05E-04	кг
Материалы, различные	Вспомогательные средства, неспецифицированные		1,80E-05	кг
СУММА			2,42E+01	кДж
			1,00E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения	
Объем отходов на полигоне				6,67E-04	м³	
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Хлорид		2,35E-05	кг	
		Соли фтористоводородной кислоты		4,54E-08	кг	
		Металлы	Мышьяк	3,44E-10	кг	
			Свинец	1,39E-08	кг	
			Кадмий	2,75E-10	кг	
			Кальций	1,07E-04	кг	
			Хром	2,20E-09	кг	
			Железо	6,88E-09	кг	
			Калий	1,58E-03	кг	
			Медь	8,53E-09	кг	
			Магний	3,14E-06	кг	
			Натрий	1,03E-03	кг	
			Никель	1,24E-09	кг	
			Ртуть	1,38E-10	кг	
			Цинк	1,72E-08	кг	
			Олово	3,85E-09	кг	
			Соединения азота	Аммоний	9,84E-08	кг
				Нитраты	6,19E-08	кг
		Нитриты		1,38E-08	кг	
		Сульфаты		2,39E-05	кг	
		Соединения, органические	Углеводороды	Бенз(а)пирен	2,75E-11	кг
			Фенолы		3,44E-07	кг
			ТОС		2,39E-06	кг
			Соединения, органические, галогенные	PCDD, PCDF	2,48E-14	кг
		Индикаторы качества среды		АОХ	3,51E-09	кг
				ХПК	3,38E-06	кг
Свалочный фильтрат, диффузный				1,38E-01	л	
СУММА				2,77E-03	кг	

Модуль 17. Мусоросжигательный завод Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы упаковки	1,00E+00	кг
Энергия и энергоносители, вторичные	Кокс (для плавильных печей)		2,24E-03	кг
КЕА	Энергия, ископаемая		9,29E+01	кДж
Минералы	Гидроксид кальция		1,65E-02	кг
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефть	2,32E-03	кг
Материалы, различные	Производственные материалы	Гидроокись аммония	8,97E-04	кг
Вода	Вода для технических нужд		1,40E+00	кг
СУММА			9,29E+01	кДж
			2,42E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы ООГ	1,63E-02	кг
			Пепел и шлаки	1,80E-02	кг
	Отходы, подлежащие	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	2,82E-01	кг

	переработке		Стальной скрап		3,00E-02	кг
Эмиссии в воздушную среду	Соединения, неорганические	Аммиак			1,12E-05	кг
		Хлороводород			1,14E-05	кг
		Фтороводород			5,00E-07	кг
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, регенеративная		3,95E-01	кг
		Окись углерода			8,40E-05	кг
		Металлы	Мышьяк		6,80E-09	кг
			Свинец		9,00E-08	кг
			Кадмий		1,00E-08	кг
			Хром		6,80E-09	кг
			Медь		1,00E-08	кг
			Никель		8,50E-09	кг
			Ртуть		5,70E-08	кг
			Цинк		2,50E-07	кг
		Окислы азота			4,14E-04	кг
		Частицы			1,32E-05	кг
	Сероводород			7,22E-05	кг	
	VOC	NMVOC	NMVOC, галогенные	Хлорбензолы	1,00E-09	кг
				Хлорфенолы	5,00E-09	кг
				PCB	5,00E-10	кг
				PCDD, PCDF	4,52E-11	кг
				РАК	РАК, неспецифицированные	5,00E-10
		ТОС			8,00E-06	кг
		Энергия, вторичная	Энергия, электрическая			1,62E+03
Энергия, термическая			9,00E+02	кДж		
Минералы	Гипс (ООГ)			1,04E-02	кг	
Вода	Сточные воды			9,80E-01	кг	
	Водяной пар			7,13E-01	кг	
СУММА					2,52E+03	кДж
					2,45E+00	кг

Модуль 17. Мусоросжигательный завод Сценарий 2

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы упаковки	1,00E+00	кг
КЕА	Энергия, ископаемая		9,29E+01	кДж
Минералы	Гидроксид кальция		1,65E-02	кг
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефть	2,32E-03	кг
Вода	Вода для технических нужд		1,30E+00	кг
СУММА			9,29E+01	кДж
			2,32E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы ООГ	1,32E-02	кг
			Пепел и шлаки	1,80E-02	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	2,82E-01	кг
			Стальной скрап	3,00E-02	кг
Эмиссии в воздушную среду	Соединения, неорганические	Аммиак		2,33E-03	кг
		Хлороводород		4,10E-03	кг
		Фтороводород		4,00E-05	кг
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, регенеративная	3,95E-01	кг
		Окись углерода		2,00E-03	кг
		Металлы	Мышьяк	3,57E-06	кг
			Свинец	1,10E-05	кг
			Кадмий	3,00E-07	кг
			Хром	5,36E-06	кг

			Медь		6,00E-07	кг	
			Никель		3,57E-06	кг	
			Ртуть		2,55E-06	кг	
			Цинк		4,50E-05	кг	
		Окислы азота				1,30E-03	кг
		Частицы				4,00E-04	кг
		Сероводород				3,30E-03	кг
	VOC	NMVOC	NMVOC, галогенные	Хлорбензолы	2,08E-07	кг	
				Хлорфенолы	1,04E-06	кг	
				PCB	1,04E-07	кг	
				PCDD, PCDF	1,53E-07	кг	
				РАК	РАК, неспецифицированные	1,04E-07	кг
		ТОС				1,67E-03	кг
Энергия, вторичная		Энергия, электрическая				1,62E+03	кДж
	Энергия, термическая				9,00E+02	кДж	
Минералы	Гипс (ООГ)				1,04E-02	кг	
Вода	Сточные воды				8,80E-01	кг	
	Водяной пар				7,13E-01	кг	
СУММА					2,52E+03	кДж	
					2,36E+00	кг	

Модуль 18. Очистные сооружения Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
КЕА	Энергия, ядерная			1,37E+00	кДж
	Энергия воды			7,83E-02	кДж
	Энергия, ископаемая			2,70E+00	кДж
	Энергия, неспецифицированная			5,19E-02	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Природный газ		8,45E-06	кг
		Нефть		7,12E-06	кг
		Уголь	Уголь, бурый	1,08E-04	кг
			Уголь, каменный	3,63E-06	кг
			Уголь, неспецифицированный	3,67E-05	кг
	Неэнергоносители	Минералы	Известняк	1,16E-04	кг
			Хлорид натрия	1,82E-05	кг
			Песок	3,00E-09	кг
Вода	Сточные воды			1,00E+00	кг
	Вода, используемая для охлаждения			6,63E-03	кг
	Вода для технических нужд			1,51E-04	кг
СУММА				4,20E+00	кДж
				1,01E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, подобные бытовым	1,50E-08	кг
			Вскрышные породы	1,53E-05	кг
			Пепел и шлаки	5,73E-06	кг
			Прочий мусор	1,03E-08	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	1,59E-05	кг
	Отходы, неспецифицированные			1,95E-07	кг
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			9,47E-06	кг
	Соединения, неорганические	Аммиак		1,20E-09	кг
		Хлороводород		1,21E-08	кг
		Закись азота		2,31E-08	кг
		Фтороводород		3,51E-10	кг
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	2,53E-04	кг
			Двуокись углерода, регенеративная	2,76E-04	кг
		Окись углерода		7,06E-08	кг
		Металлы	Металлы, неспецифицированные	3,00E-11	кг

	VOC	Окислы азота		5,14E-07	кг
		Двуокись серы		9,09E-07	кг
		Метан, ископаемый		5,41E-07	кг
		NMVOС	NMVOС, неспецифицированные	1,00E-08	кг
		VOC (углеводороды)		9,00E-08	кг
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Твердые осадки, неспецифицированные		3,08E-08	кг
		Соединения фосфора (как Р)		6,60E-07	кг
		Соединения азота	Аммоний	2,88E-06	кг
			Соединения азота (как N)	8,75E-06	кг
	Индикаторы качества среды	БПК ₅		4,50E-11	кг
		ХПК		3,93E-05	кг
Минералы	Гипс (ООГ)			4,45E-06	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			6,46E-03	кг
	Очищенная вода			1,00E+00	кг
	Водяной пар			2,90E-04	кг
СУММА				1,01E+00	кг

Модуль 18. Очистные сооружения Сценарий 2

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Хлор		1,30E-05	кг
КЕА	Энергия, неспецифицированная			6,32E+00	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефтяные эквиваленты		1,58E-04	кг
	Неэнергоносители	Минералы	Сульфат алюминия	1,69E-04	кг
			Известняк	6,70E-05	кг
			Песок	3,00E-09	кг
Вода	Сточные воды			1,00E+00	кг
	Вода, используемая для охлаждения			6,63E-03	кг
	Вода для технических нужд			1,51E-04	кг
СУММА				6,32E+00	кДж
				1,01E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, неспецифицированные	4,10E-05	кг
			Пепел и шлаки	1,50E-05	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	2,85E-04	кг
Эмиссии в воздушную среду	Биогаз, диффузный			1,30E-04	м³
	Соединения, неорганические VOC	Двуокись углерода	Двуокись углерода, регенеративная	1,02E-04	кг
		Метан, регенеративный		5,62E-05	кг
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Твердые осадки, неспецифицированные		3,00E-05	кг
		Соединения фосфора (как P)		5,60E-06	кг
		Соединения азота	Аммоний	1,24E-05	кг
			Соединения азота (как N)	2,48E-05	кг
	Индикаторы качества среды	БПК ₅		3,24E-05	кг
		ХПК		1,09E-04	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			6,46E-03	кг
	Очищенная вода			1,00E+00	кг
	Водяной пар			2,90E-04	кг
СУММА				1,01E+00	кг

Модуль 18. Очистные сооружения Сценарий 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Основные химические материалы	Основные химические материалы, неорганические	Хлор		1,20E-05	кг

КЕА	Энергия, неспецифицированная			6,32E+00	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители		Нефтяные эквиваленты	1,58E-04	кг
	Неэнергоносители	Минералы	Сульфат алюминия	1,48E-04	кг
			Известняк	6,00E-05	кг
			Песок	3,00E-09	кг
Вода	Сточные воды			1,00E+00	кг
	Вода, используемая для охлаждения			6,63E-03	кг
	Вода для технических нужд			1,51E-04	кг
СУММА				6,32E+00	кДж
				1,01E+00	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения
Отходы	Отходы, подлежащие обезвреживанию	Отходы, прочие	Отходы, неспецифицированные	4,10E-05	кг
			Пепел и шлаки	1,50E-05	кг
	Отходы, подлежащие переработке	Отходы, прочие	Пепел и шлаки	2,85E-04	кг
Эмиссии в воздушную среду	Биогаз, диффузный			1,30E-04	м³
	Соединения, неорганические	Двуокись углерода	Двуокись углерода, регенеративная	1,02E-04	кг
	VOC	Метан, регенеративный		5,62E-05	кг
Эмиссии в водную среду	Эмиссии	Твердые осадки, неспецифицированные		5,21E-05	кг
		Соединения фосфора (как P)		6,51E-06	кг
		Соединения азота	Аммоний	1,47E-05	кг
			Соединения азота (как N)	2,94E-05	кг
	Индикаторы качества среды	БПК ₅		5,37E-05	кг
		ХПК		1,54E-04	кг
Вода	Вода, используемая для охлаждения			6,46E-03	кг
	Очищенная вода			1,00E+00	кг
	Водяной пар			2,90E-04	кг
СУММА				1,01E+00	кг

Модуль 19. Транспортировка грузов Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
КЕА	Энергия, ископаемая		1,40Е+06	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефть	3,50Е+01	кг
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная		1,00Е+03	кг
СУММА			1,40Е+06	кДж
			1,04Е+03	кг

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения	
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			5,90E-02	кг	
	Соединения, неорганические	Захись азота		1,26E-04	кг	
		Двуохись углерода	Двуохись углерода, ископаемая	1,04E+02	кг	
				2,37E-01	кг	
		Охись углерода		2,37E-01	кг	
		Металлы	Мышьяк	7,38E-07	кг	
			Кадмий	1,85E-06	кг	
			Хром	9,20E-07	кг	
			Никель	7,51E-05	кг	
		Охислы азота		1,22E+00	кг	
	Двуохись серы		1,52E-01	кг		
	VOC	Метан, ископаемый		2,24E-02	кг	
		NMVOC	Бензол	3,02E-04	кг	
			NMVOC, галогенные	PCDD	2,81E-12	кг
			NMVOC, неспецифицированные		2,45E-02	кг
			PAK	Бенз(а)пирен	1,57E-07	кг
VOC, неспецифицированные		1,22E-01	кг			
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная			1,00E+03	кг	
СУММА				1,11E+03	кг	

Модуль 19. Транспортировка грузов Сценарии 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
КЕА	Энергия, ископаемая		1,46E+06	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефть	3,65E+01	кг
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная		1,00E+03	кг
СУММА			1,40E+06	1,46E+06
			1,04E+03	1,04E+03

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения	
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			1,61E-01	кг	
	Соединения, неорганические	Захись азота			3,43E-04	кг
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая		2,83E+02	кг
		Окись углерода			6,65E-01	кг
		Металлы	Мышьяк		2,01E-06	кг
			Кадмий		5,04E-06	кг
			Хром		2,51E-06	кг
			Никель		2,05E-04	кг
		Окислы азота			2,62E+00	кг
		Двуокись серы			4,14E-01	кг
	VOC	Метан, ископаемый			5,00E-02	кг
		NMVOC	Бензол		6,73E-04	кг
			NMVOC, галогенные	PCDD	6,27E-12	кг
			NMVOC, неспецифицированные		5,46E-02	кг
			PAK	Бенз(а)пирен	3,50E-07	кг
		VOC, неспецифицированные			2,72E-01	кг
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная			1,00E+03	кг	
СУММА				1,29E+03	кг	

Модуль 20. Транспортировка отходов Сценарий 1

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
КЕА	Энергия, ископаемая		3,51E+06	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Энергоносители	8,77E+01	кг
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная		1,00E+03	кг
СУММА			1,40E+06	1,59E+07
			1,04E+03	1,09E+03

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ					Кол-во	Единица измерения	
Эмиссии в воздушную среду	Пыль				2,14E-01	кг	
		Соединения, неорганические	Захись азота			3,16E-04	кг
			Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая		2,60E+02	кг
			Окись углерода			1,24E+00	кг
			Металлы	Мышьяк		1,85E-06	кг
				Кадмий		4,63E-06	кг
				Хром		2,30E-06	кг
				Никель		1,88E-04	кг
			Окислы азота			2,18E+00	кг
	Двуокись серы			3,82E-01	кг		
	VOC	Метан, ископаемый			5,60E-02	кг	
		NMVOC	Бензол		7,56E-04	кг	
			NMVOC, галогенные	PCDD	0,00E+00	кг	
			NMVOC, неспецифицированные		6,13E-02	кг	
			PAK	Бенз(а)пирен	3,93E-07	кг	

	VOC, неспецифицированные	7,40E-01	кг
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная	1,00E+03	кг
СУММА		1,26E+03	кг

Модуль 20. Транспортировка отходов Сценарии 2 и 3

ВХОДНЫЕ ПОТОКИ			Кол-во	Единица измерения
КЕА	Энергия, ископаемая		3,68E+06	кДж
Полезные ископаемые	Энергоносители	Нефть	9,21E+01	кг
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная		1,00E+03	кг
СУММА			1,40E+06	3,68E+06
			1,04E+03	1,09E+03

ВЫХОДНЫЕ ПОТОКИ				Кол-во	Единица измерения	
Эмиссии в воздушную среду	Пыль			5,83E-01	кг	
	Соединения, неорганические	Закись азота		8,61E-04	кг	
		Двуокись углерода	Двуокись углерода, ископаемая	7,09E+02	кг	
		Окись углерода		3,48E+00	кг	
		Металлы	Мышьяк	5,04E-06	кг	
			Кадмий	1,26E-05	кг	
			Хром	6,27E-06	кг	
			Никель	5,12E-04	кг	
		Окислы азота		4,68E+00	кг	
	Двуокись серы		1,04E+00	кг		
	VOC	Метан, ископаемый		1,25E-01	кг	
		NMVOC	Бензол	1,69E-03	кг	
			NMVOC, галогенные	PCDD	0,00E+00	
			NMVOC, неспецифицированные		1,37E-01	кг
РАК			Бенз(а)пирен	8,76E-07	кг	
VOC, неспецифицированные		1,65E+00	кг			
Упаковочные материалы	Упаковка напитков, неспецифицированная			1,00E+03	кг	
СУММА				1,72E+03	кг	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Категория воздействия „Парниковый эффект“

Глобальный потенциал потепления в кг CO ₂ -эквивалентов на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	12,4	12,4	12,4
2	0,4	0,4	0,4
3	0,3	0,3	0,3
4	1,2	1,2	1,2
5	10,5	10,5	10,5
6	15,6	15,6	15,6
7	9,5	9,5	9,5
8	9,7	9,7	4,8
9	1,4	1,4	1,4
15	46,1	45,1	11,8
18	8,7	8,7	1,0
19 (кроме 19е)	23,0	3,4	0,9
19е	26,3	12,3	3,2
20	0,4	0,8	0,3
Сумма	165,48	131,33	73,40

Категория воздействия „Выбросы фотооксидантов“

Фотохимический потенциал образования озона в кг этилен-эквивалентов на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	0,00089	0,00089	0,00089
2	0,00003	0,00003	0,00003
3	0,00016	0,00016	0,00016
4	0,00403	0,00403	0,00403
5	0,05454	0,05454	0,05454
6	0,00398	0,00398	0,00398
7	0,01299	0,01299	0,01299
8	0,00073	0,00073	0,00037
9	0,00043	0,00043	0,00043
15	0,01538	0,01507	0,00397
17	0,00000	0,00044	0,00002
18	0,00289	0,00289	0,00016
19 (кроме 19е)	0,01023	0,00153	0,00048
19е	0,01169	0,00546	0,00175
20	0,00040	0,00076	0,00040
Сумма	0,118	0,104	0,084

Категория воздействия „Евтрофикация почв“

Потенциал нитрификации в кг фосфат-эквивалентов на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	0,0020	0,0020	0,0020
2	0,0003	0,0003	0,0003
3	0,0004	0,0004	0,0004
4	0,0002	0,0002	0,0002
5	0,0122	0,0122	0,0122
6	0,0008	0,0008	0,0008
7	0,0032	0,0032	0,0032
8	0,0027	0,0027	0,0013
9	0,0008	0,0008	0,0008
15	0,0000	0,0000	0,0000
17	0,0000	0,0006	0,0003
18	0,0000	0,0000	0,0003
19 (кроме 19е)	0,0275	0,0041	0,0014
19е	0,0315	0,0147	0,0049
20	0,0004	0,0007	0,0004
Сумма	0,082	0,043	0,028

Категория воздействия „Евтрофикация водоемов“

Потенциал нитрификации в кг фосфат-эквивалентов на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0004	0,0004	0,0004
6	0,0355	0,0355	0,0214
7	0,0002	0,0002	0,0002
8	0,0022	0,0022	0,0017
9	0,0000	0,0000	0,0000
15	0,0027	0,0026	0,0002
16	0,0000	0,0000	0,0000
18	0,2068	0,1733	0,0146
Сумма	0,248	0,214	0,039

Категория воздействия „Закисление среды“

Потенциал образования кислот в кг SO ₂ -эквивалентов на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	0,0655	0,0655	0,0655
2	0,0016	0,0016	0,0016
3	0,0022	0,0022	0,0022
4	0,0025	0,0025	0,0025
5	0,1372	0,1372	0,1372
6	0,0351	0,0351	0,0351
7	0,0484	0,0484	0,0484
8	0,0376	0,0376	0,0188
9	0,0080	0,0080	0,0080
15	0,0001	0,0001	0,0002
17	0,0000	0,0077	0,0020
18	0,0000	0,0000	0,0049
19 (кроме 19е)	0,1818	0,0271	0,0086
19е	0,2079	0,0970	0,0310
20	0,0025	0,0048	0,0025
Сумма	0,730	0,475	0,368

Категория воздействия „Потребление энергетических ресурсов“

Потребление энергии в кг нефтяных эквивалентов на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	2,336	2,336	2,336
2	0,084	0,084	0,092
3	0,091	0,091	0,091
4	0,098	0,098	0,098
5	10,216	10,216	10,216
6	1,897	1,897	1,897
7	1,201	1,201	1,201
8	2,540	2,540	0,831
9	0,271	0,271	0,271
10	7,668	7,668	7,668
12	0,002	0,002	0,002
13	0,000	0,000	0,001
14	0,000	0,000	0,000
15	0,017	0,017	0,021
16	0,000	0,000	0,001
17	0,000	0,001	0,014
18	1,046	1,046	0,084
19 (кроме 19е)	2,952	0,441	0,299
19е	3,375	1,575	1,079
20	0,054	0,103	0,114
Сумма	33,85	29,59	26,32

Категория воздействия „Потребление сырья и материалов“

Потребление материалов в кг на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	5,0317	5,0317	5,0317
2	0,0543	0,0543	0,0543
3	25,7410	25,7410	25,7410
4	0,0077	0,0077	0,0077
5	0,0679	0,0679	0,0679
6	81,3673	81,3673	81,3673
7	0,0572	0,0572	0,3619
8	4,7783	4,7783	2,3907
9	0,0046	0,0046	0,0046
15	0,0006	0,0006	0,0015
16	0,0000	0,0000	0,0000
17	0,0000	0,0104	0,0902
18	0,4412	0,4927	0,5122
Сумма	117,55	117,61	115,63

Категория воздействия „Потребление воды“

Потребление воды в кг на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	203,9	203,9	203,9
4	13,3	13,3	13,3
5	188,5	188,5	188,5
6	6381,3	6381,3	2156,4
7	228,1	228,1	228,1
8	162,3	162,3	121,1
9	21,6	21,6	21,6
10	1250,0	1250,0	1250,0
15	0,0	0,0	5,4
16	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,8	7,3
18	49,9	49,9	25,9
Сумма	8498,7	8499,6	4221,4

Категория воздействия „Потребление лесных земель“

Потребление лесных земель в м ² на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
3	19,862	19,862	19,799
6	21,406	21,406	21,411
8	8,882	8,882	0,000
Сумма	50,15	50,15	41,21

Категория воздействия „Потребление земельных ресурсов под полигоны отходов“

Потребление земельных ресурсов под полигоны отходов в м ² на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
15	0,00565	0,00338	0,00046
17	0,00007	0,00007	0,00003
Сумма	0,0057	0,0035	0,0005

Категория воздействия „Токсическое воздействие на человека“

Выбросы загрязнителей в кг на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	0,1608	0,1608	0,1608
2	0,0004	0,0004	0,0004
3	0,0010	0,0010	0,0010
4	0,0023	0,0023	0,0023
5	0,1014	0,1014	0,1014
6	0,0830	0,0830	0,0830
7	0,0389	0,0389	0,0389
8	0,0283	0,0283	0,0141
9	0,0058	0,0058	0,0058
15	0,0000	0,0000	0,0002
16	0,0000	0,0000	0,0000
17	0,0000	0,0036	0,0009
18	0,0000	0,0000	0,0399
19 (кроме 19е)	0,1004	0,0150	0,0038
19е	0,1148	0,0536	0,0138
20	0,0030	0,0057	0,0024
Сумма	0,640	0,500	0,469

Категория воздействия „Токсическое воздействие на организмы и экосистемы“

Выбросы загрязнителей в кг на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	0,0731	0,0731	0,0731
2	0,0023	0,0023	0,0023
3	0,0030	0,0030	0,0030
4	0,0029	0,0029	0,0029
5	0,1661	0,1661	0,1661
6	0,0995	0,0995	0,0658
7	0,0545	0,0545	0,0545
8	0,0389	0,0389	0,0195
9	0,0097	0,0097	0,0097
15	0,0241	0,0229	0,0025
16	0,0000	0,0000	0,0000
17	0,0000	0,0044	0,0026
18	0,1082	0,0911	0,0164
19 (кроме 19е)	0,2454	0,0366	0,0117
19е	0,2805	0,1309	0,0423
20	0,0034	0,0064	0,0033
Сумма	1,112	0,742	0,476

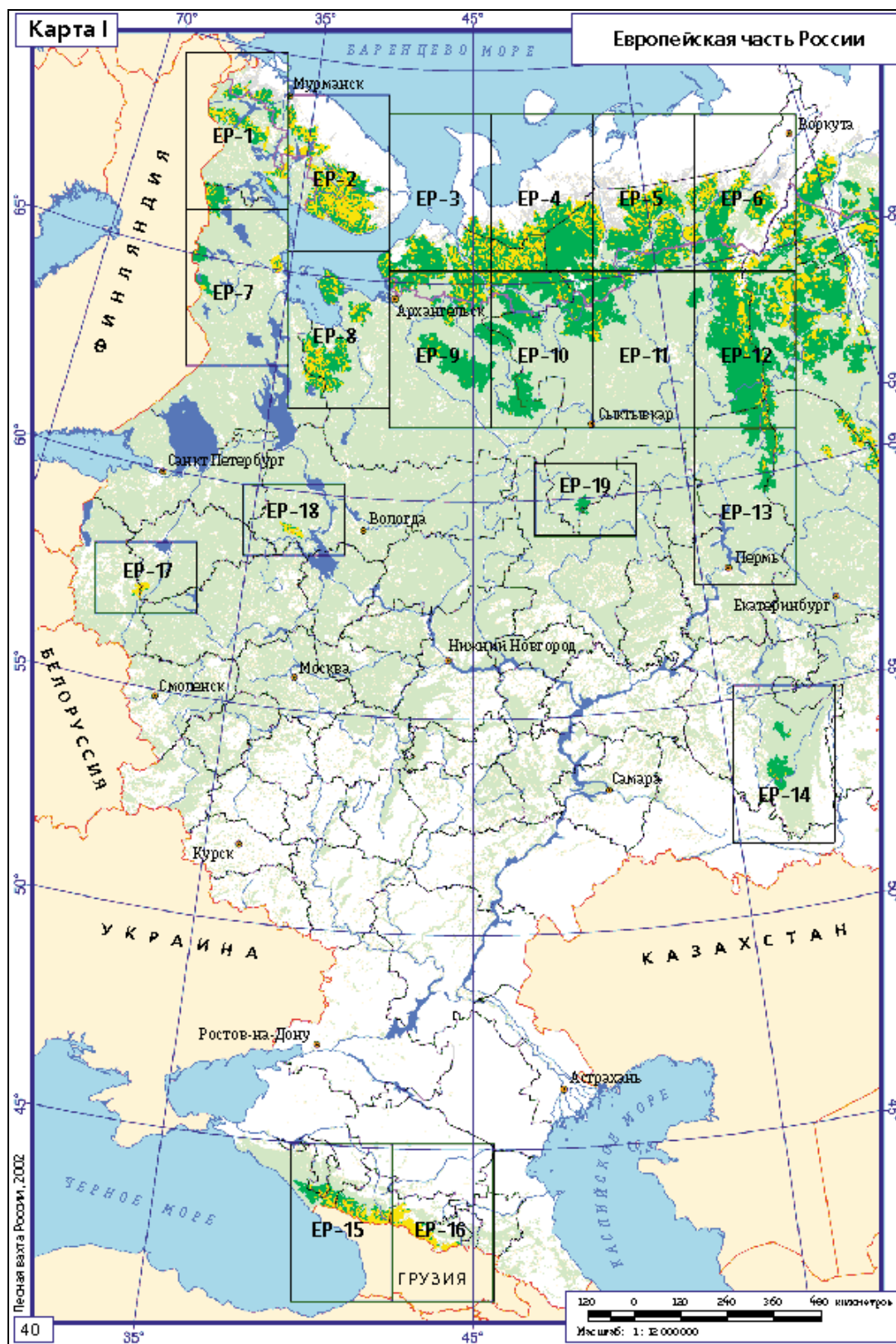
Категория воздействия „Образование отходов“

Количество отходов в кг на 1000 упаковок			
Модули	Сцен. 3	Сцен. 2	Сцен. 1
1	1,5183	1,5183	1,5183
2	0,0098	0,0098	0,0098
4	0,0176	0,0176	0,0176
5	0,3094	0,3094	0,3094
6	1,0505	1,0505	1,0505
7	0,4995	0,4995	0,4995
8	3,8027	3,8027	1,9179
9	0,0226	0,0226	0,0226
10	1,7042	1,7042	1,7042
13	0,0000	0,0000	1,4294
15	0,0000	0,0000	0,0069
16	0,0000	0,0000	0,0000
17	0,0196	0,0000	0,1779
18	0,4118	0,2668	0,0804
Сумма	9,37	9,20	8,74

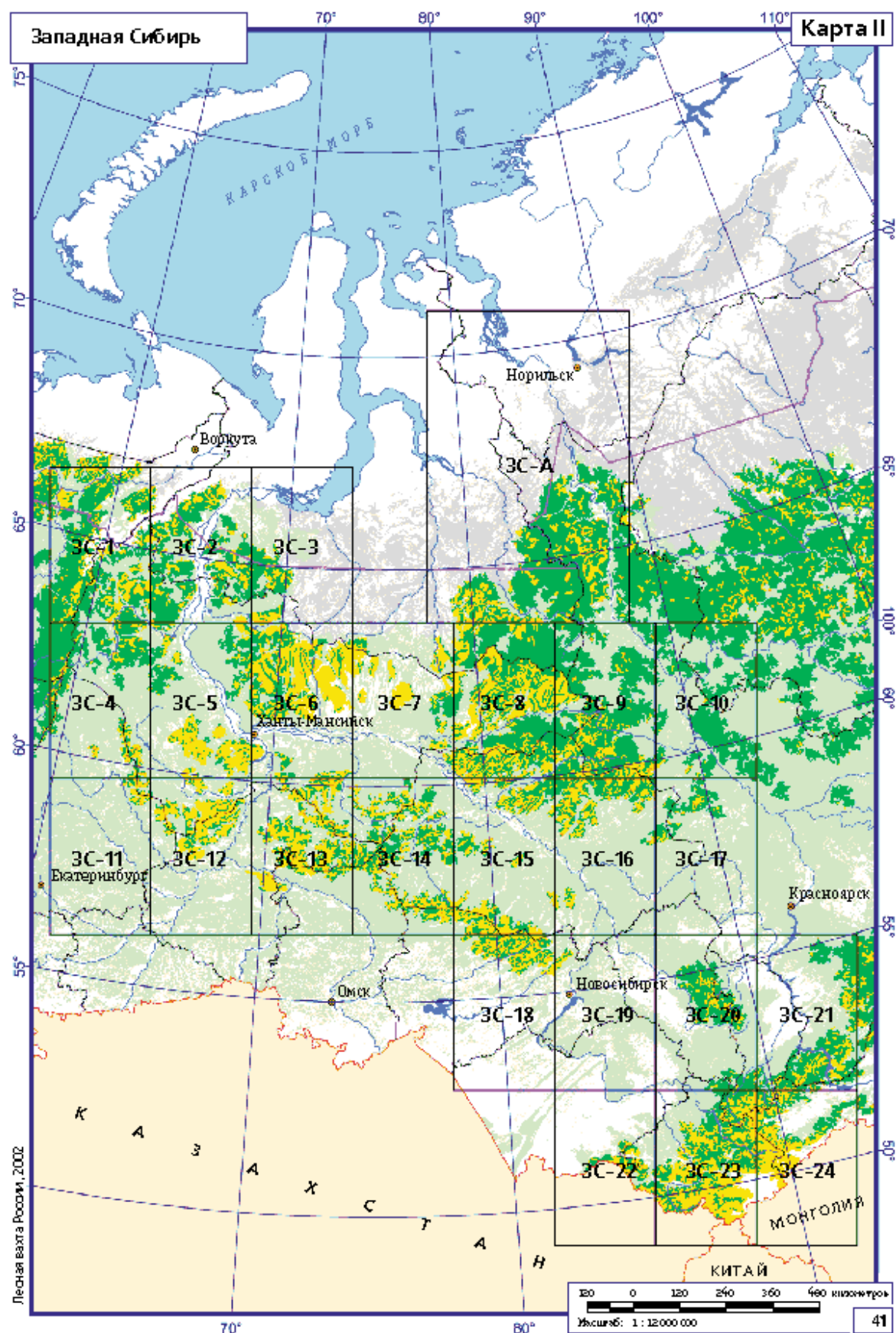
ПРИЛОЖЕНИЕ 5

КАРТА МАЛОНАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

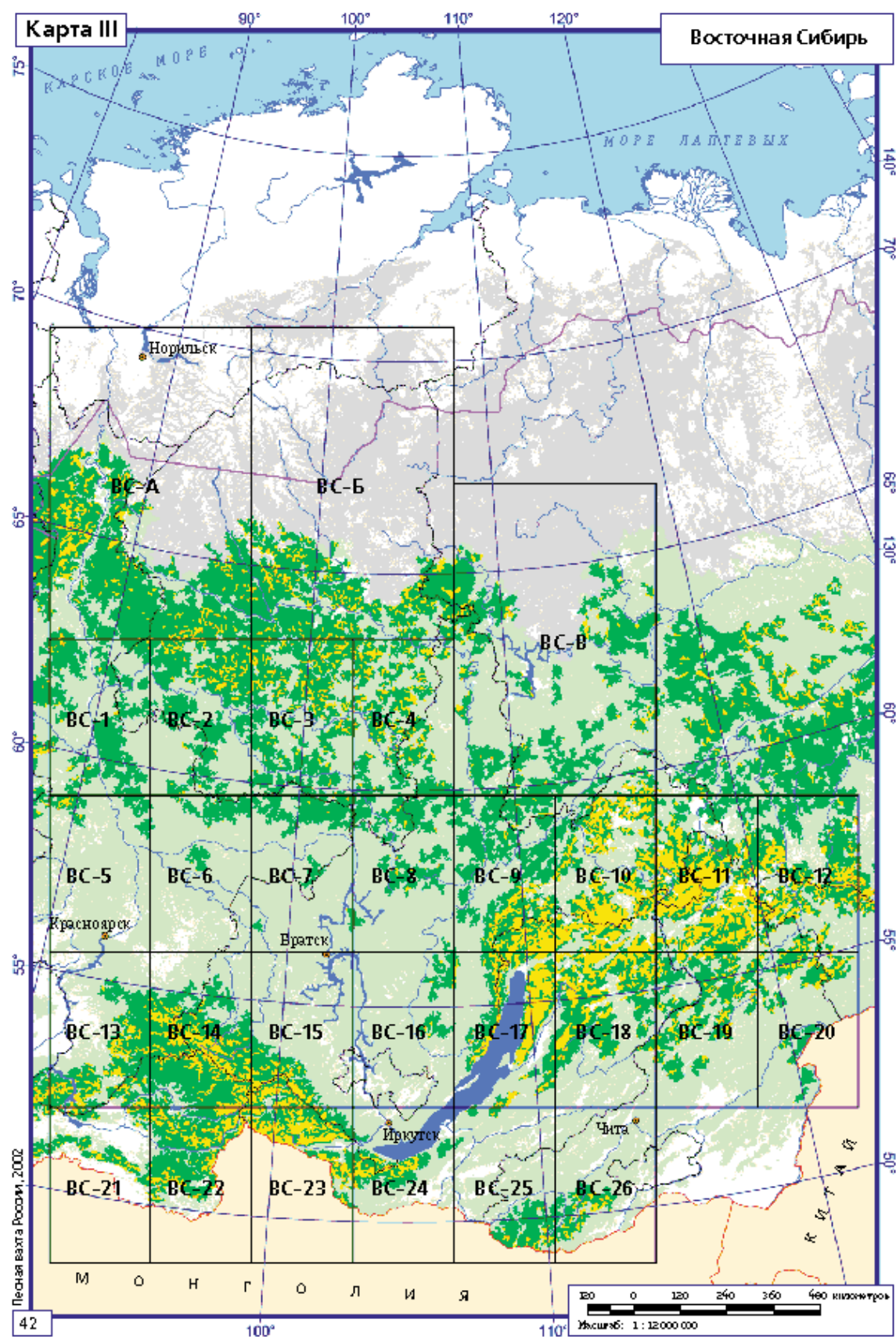
Обзорная карта Европейской части России и Урала



Обзорная карта Западной Сибири



Обзорная карта Восточной Сибири



Легенда к карте малонарушенных лесных территорий Российской Федерации**Малонарушенные территории**

Лесные экосистемы



Нелесные экосистемы



Границы малонарушенных лесных территорий

Прочие территории

Леса, не являющиеся малонарушенными в пределах зоны исследования



Леса за пределами зоны исследования



Территории, не покрытые лесом

УКАЗАТЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

AOX	Абсорбированные органические галогены (от английского: Adsorbable Organic Halogens)
AP	Потенциал образования кислот (от английского: Acidification Potential)
APME	Ассоциации изготовителей пластмасс в Европе (от английского: Association of Plastics Manufacturers in Europe)
ARL	Академия исследования космического пространства и государственного планирования (от немецкого: Akademie für Raumforschung und Landesplanung)
BDI	Федеральный союз германской промышленности (от немецкого: Bundesverband der Deutschen Industrie)
BMI	Голландское Бюро информатики среды (от голландского: Bureau voor Mileu en Informatics)
BMU	Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов (от немецкого: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
BUS	Швейцарская Федеральная служба по охране окружающей среды (от немецкого: Bundesamt für Umweltschutz)
BUWAL	Швейцарская Федеральная служба окружающей среды, леса и ландшафтов (от немецкого: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft)
BWG	Научно-исследовательское общество Брауншвейга (от немецкого: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft)
CCME	Канадский совет министров по окружающей среде (от английского: Canadian Council of Ministers of the Environmental)
CML	Голландский Центр исследования окружающей среды Университета Лейден (от голландского: Centrum for Milieukunde)
DIN	Немецкий институт стандартизации (от немецкого: Deutsches Institut für Normung)
DSD	Немецкая дуальная система (сбора отходов) (от немецкого: Duales System Deutschland)
e.V.	зарегистрированное общество (от немецкого: eingetragener Verein)
E.V.A.	Австрийское Агентство использования энергии (от немецкого: Energieverwertungsagentur)
EAA	Европейская Алюминиевая Ассоциация (от английского: European Aluminium Association)
EEA	Европейское Агентство окружающей среды (от английского: European Environmental Agency)
EMPA	Швейцарское Учреждение Швейцарской Конфедерации по проверке материалов и исследованиям (от немецкого: Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt)
EN ISO	Европейская норма Международной организации по стандартизации (от

	английского: European Norm of the International Organization for Standardization)
EPA	Американское Агентство охраны окружающей среды (от английского: Environmental Protection Agency)
EPS	Стратегии приоритета окружающей среды (от английского: Environmental Priority Strategies)
ESU	Группа Энергия-материалы-окружающая среда ETH Цюрих (от немецкого: Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt der ETH Zürich)
et al.	и другие (авторы)) (от латинского: et alii)
ETH	Высшее техническое учебное заведение Швейцарской Конфедерации (от немецкого: Eidgenössische Technische Hochschule)
f.	и следующая (страница) (от английского: following (page))
ff.	и следующие (страницы) (от английского: following (pages))
GDA	Союз немецких производителей алюминия (от немецкого: Gesamtverband der deutschen Aluminiumindustrie e.V.)
GEMIS	Полная модель эмиссий интегрированных систем (от немецкого: Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme)
GQM	Общество по менеджменту качества (от немецкого: Gesellschaft für Qualitätsmanagement)
GVM	Общество исследования упаковочного рынка (от немецкого: Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung)
GWP	Глобальный потенциал потепления (от английского: Global Warming Potential)
ifeu	Немецкий Институт исследования энергии и окружающей среды (от немецкого: Institut für Energie- und Umweltforschung)
ifu	Немецкий Институт информатики окружающей среды (от немецкого: Institut für Umweltinformatik)
IKP	Институт проверки и изучения синтетических веществ (от немецкого: Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde)
IÖW	Немецкий Институт эколого-экономических исследований (от немецкого: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung)
ISO	Международная организация по стандартизации (от английского: International Organization for Standardization)
KEA	Суммарный расход энергии (от немецкого: kumulierter Energieaufwand)
KQR	Концепция соотношений целей качества (от немецкого: Konzept der Qualitätsziel-Relationen)
LCA	Оценка/анализ жизненного цикла (от английского: Life Cycle Assessment/Analyse)
МАК	Предельно допустимая концентрация загрязнителей на рабочем месте (от немецкого: Maximale Arbeitsplatzkonzentration)
МИК	Предельно допустимая концентрация иммиссий (от немецкого: Maximale Immissionskonzentration)

MIPS	Материалоемкость на производственную единицу (от немецкого: Materialintensität pro Serviceeinheit)
NCPOCP	Скорректированный на азот фотохимический потенциал образования озона (от английского: Nitrogen Corrected Photochemical Ozone Creation Potential)
NLÖ	Земельное ведомство по экологии Нижней Саксонии (от немецкого: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie)
NMHC	Неметановые органические соединения (от английского: Non-Methane Hydrocarbons)
NMVOC	Неметановые летучие органические соединения (от английского: Non-Methane Volatile Organic Compounds)
NP	Потенциал нитрификации (от английского: Nitrification Potential)
Ö.B.U.	Швейцарское Объединение Эколого-сознательного Управления Предприятием (от немецкого: Vereinigung für umweltbewusste Unternehmensführung)
OECD	Организация экономического сотрудничества и развития (от английского: Organization for Economic Cooperation and Development)
PAH	Полициклические ароматические углеводороды (от английского: Polycyclic aromatic hydrocarbons)
PCB	Полихлорированные дифенилы (от немецкого: Polychlorierte Biphenyle)
PCDD	Полихлорированные dibензодиоксины (от немецкого: Polychlorierte Dibenzodioxine)
PCDF	Полихлорированные dibензофураны (от немецкого: Polychlorierte Dibenzofurane)
POCP	Фотохимический потенциал образования озона (от английского: Photochemical Ozone Creation Potential)
PWA	Фабрики бумажной промышленности «Waldhof-Aschaffenburg» (от немецкого: Papierwerke Waldhof-Aschaffenburg)
PWMI	Европейский Центр Пластмасс и Институт управления отходами пластмасс (от английского: European Center for Plastics and the Plastics Waste Management Institute)
SERO	Сбор вторичного сырья (от немецкого: Sekundär-Rohstofffassung)
SETAC	Общество токсикологии и химии окружающей среды (от английского: Society of Environmental Toxicology and Chemistry)
SRU	Немецкий Экспертный совет по вопросам окружающей среды (от немецкого: Rat von Sachverständigen in Umweltfragen)
TOC	Суммарное содержание органических углеродных соединений (от английского: Total Organic Carbon)
TR	Технический отчет (от английского: Technical Report)
TS	Техническое описание (от английского: Technical Specification)
UBA	Немецкая Федеральная служба окружающей среды (от немецкого: Umweltbundesamt)
UNCED	Конференция ООН по окружающей среде и развитию (от английского: United Nations Conference on Environment and Development)

	UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung)
VDI	Союз немецких инженеров (от немецкого: Verein Deutscher Ingenieure)
VNCI	Нидерландский союз химической индустрии (от немецкого: Verband der niederländischen chemischen Industrie)
VOC	Летучие органические соединения (от английского: Volatile organic compounds)
WRI	Институт мировых ресурсов (от английского: World Resource Institute)
БПК	Биохимическое потребление кислорода
ВНИИЛМ	Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства
ГА	Грузовой автомобиль
ГДР	Германская демократическая республика
ГИБДД	Государственная инспекция безопасности дорожного движения
ГОСТ	Государственный комитет Российской Федерации по стандартам и метрологии
ГУВД	Главное управление внутренних дел
ЛПК	Лесопромышленный комплекс
МСЗ	Мусоросжигательный завод
н.г.	нет года (не указан год выпуска литературного источника)
НИИ	Научно-исследовательский институт
НЭкв	Нефтяной эквивалент
ОВОС	Оценка воздействия на окружающую среду
ООГ	Очистка отходящих газов
ПЭ	Полиэтилен
ПЭВП	Полиэтилен высокой плотности
ПЭНП	Полиэтилен низкой плотности
РТ	Расход топлива
РФ	Российская Федерация
РЭФИА	Российское экологическое федеральное информационное агентство
СМИ	Средства массовой информации
СоЭС	Социально-экологический союз
ТБО	Твердые бытовые отходы
ФРГ	Федеративная Республика Германия
ХПК	Химическое потребление кислорода
ЦБК	Целлюлозно-бумажный комбинат
ЦКК	Целлюлозно-картонный комбинат
ЮНЕП	Программа ООН по окружающей среде (от английского: United Nations Environment Programme)