

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Экономика и логистика»

РЕВЕРСИВНАЯ ЛОГИСТИКА

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика»,
направления специальности 1-27 02 01-01 «Транспортная логистика
(автомобильный транспорт)»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области экономики и организации производства*

Минск
БНТУ
2022

УДК 658.818.5:005.932 (075.8)
ББК 65.40я7
Р32

С о с т а в и т е л ь
В. В. Павлова

Р е ц е н з е н т ы:
канд. экон. наук, доцент *О. В. Ерчак*;
канд. экон. наук, доцент *О. В. Мясникова*

Реверсивная логистика : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика», направления специальности 1-27 02 01-01 «Транспортная логистика (автомобильный транспорт)» / сост. В. В. Павлова. – Минск: БНТУ, 2022. – 52 с.
ISBN 978-985-583-830-3.

Учебно-методическое пособие содержит теоретические и практические материалы, позволяющие студентам успешно освоить учебную программу по дисциплине «Реверсивная логистика», включающие вопросы, связанные с основными принципами возникновения, организации и управления возвратными потоками на предприятиях различных отраслей народного хозяйства.

УДК 658.818.5:005.932 (075.8)
ББК 65.40я7

ISBN 978-985-583-830-3

© Белорусский национальный
технический университет, 2022

Содержание

1. ОСНОВЫ РЕВЕРСИВНОЙ ЛОГИСТИКИ	4
1.1. Общие вопросы реверсивной логистики	4
1.2. Обратные потоки как основной объект управления в логистике	5
1.3. Зарубежные исследования логистики обратных потоков	6
Практическое занятие № 1. «Анализ обратных потоков в цепи поставок»	11
2. РЕВЕРСИВНАЯ ЛОГИСТИКА КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	17
2.1. Реверсивная логистика в аспекте экологии	17
2.2. Эволюция направлений в решении проблемы роста отходов	20
Практическое занятие № 2. «Проектирование модели движения потоков вторичных ресурсов»	21
3. ЛОГИСТИКА ВОЗВРАТНЫХ ПОТОКОВ	27
3.1. Возвратная логистика как направление реверсивной логистики	27
Практическое занятие № 3. «Управление основными бизнес-процессами обработки возвратов на складе»	28
4. ЛОГИСТИКА РЕЦИКЛИНГА	30
4.1. Рециклинг – понятие, история возникновения	30
4.2. Формирование логистической системы рециклинга вторичных ресурсов	32
Практическое занятие № 4. «Формирование новых бизнес-моделей в области реверсивной логистики»	34
5. ЛОГИСТИКА ОТХОДОВ	36
5.1. Схема управления отходами и их элементы	36
5.2. Логистическая система утилизации вышедших из эксплуатации автомобилей	41
Практическое занятие № 5 «Проектирование схемы управления отходами»	43
6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕВЕРСИВНОЙ ЛОГИСТИКИ	45
6.1. Система экономических показателей реверсивной логистики	45
Практическое занятие № 6. «Оценка экономической и экологической составляющих реверсивной логистики»	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51

1. ОСНОВЫ РЕВЕРСИВНОЙ ЛОГИСТИКИ

1.1. Общие вопросы реверсивной логистики

Реверсивная логистика – это процесс планирования, реализации и контроля рациональных, экономически эффективных потоков материалов, незавершенного производства, готовой продукции и соответствующей информации от точки потребления до точки их происхождения с целью возвращения стоимости продукта или подлежащей утилизации (Совет Логистического менеджмента) [1].

Реверсивная логистика может включать в себя следующие способы управления возвратными потоками:

1. Восстановление (Recovery/Refurbishment).
2. Ремонт (Repair/Remanufacturing).
3. Переработка и утилизация (recycling).

Субъектами реверсивной логистики являются:

- 1) предприятия-изготовители материальных ресурсов и товаров;
- 2) посредники в сфере распределения (оптовые и розничные), осуществляющие доставку от производителя к конечному потребителю;
- 3) ремонтные мастерские, осуществляющие гарантийный ремонт товаров;
- 4) магазины уценённых товаров;
- 5) предприятия, осуществляющие сбор отходов;
- 6) предприятия, осуществляющие переработку и рециклинг отходов;
- 7) потребители.

Объектом управления выступает совокупность материальных и информационных потоков, движущихся в направлении, обратном нормальному прохождению.

Предмет реверсивной логистики – организационно-экономические отношения, возникающие в процессе обратного

движения материальных и информационных потоков между участниками логистической системы [8].

Актуальность реверсивной логистики заключается в ее возможности создавать предприятию конкурентное преимущество, являясь элементом стратегического планирования. В связи с увеличивающимся давлением со стороны поставщиков ресурсов в промышленном производстве, предприятия, компании, фирмы должны искать способы уменьшения зависимости от них путем применения стратегий использования вторичных ресурсов.

Вторичные материальные ресурсы (ВМР) – вещества и изделия, которые после первоначального использования могут применяться повторно в производстве как исходный материал или изделие. Прежде всего, ВМР (вторсырье) является источником дополнительных материально-технических запасов.

Кроме того, использование его снижает себестоимость и удельные капитальные вложения. Также, оно вовлекается повторно в хозяйственно-экономический оборот и ускоряет темп экономического роста. Основными источниками вновь созданных материальных ресурсов являются отходы производства и потребления [9].

Отходы производства – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при выпуске продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства. Остатки потребления – изделия и вещества, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа.

1.2. Обратные потоки как основной объект управления в логистике

Обратные потоки в логистике – это материальные потоки, движение которых направлено в сторону, противоположную прямому потоку [10].

Возвратный поток – это поток материальных ценностей, инициированный возвратами продукции. Возврат чего-либо означает, что одна сторона произведенной сделки по каким-то оговоренной этой сделкой причинам (брак, дефекты, истечение срока годности и др.) или условиям сделки (возврат тары, подвижного состава и др.) возвращает второй стороне предмет сделки, товар.

Обратные потоки следует понимать как потоки товаров, восстановление потребительских свойств которых невозможно, их можно только утилизировать, переработать, изготовить из них вторичное сырье. **Обратный материальный поток** – это совокупность сырья, готовой продукции, товаров, средств упаковки многоразового пользования или отходов, отнесенная к определенному временному интервалу и направленная от конечного потребителя (источника выявления, обнаружения) к источнику потенциального образования (его представителю, посреднику) или местам обращения с отходами (места или объекты сбора, хранения, обработки, утилизации, удаления, обезвреживания или захоронения отходов). Особенностью данных потоков является то, что они могут двигаться по отдельным логистическим каналам, в обход предприятий распределения таких товаров: напрямую от конечного потребителя к местам переработки, уничтожения или захоронения.

Важно отметить, что данное деление на возвратные и обратные потоки присутствует только у некоторых российских авторов, кто-то употребляет их как синонимы. Специфика употребления данных терминов определяется особенностями перевода (reverse flow или returns) В иностранных же источниках не наблюдается четкого деления на возвратные и обратные потоки [3].

1.3. Зарубежные исследования логистики обратных потоков

По некоторым оценкам, затраты на организацию возвратных потоков отражаются в общих логистических издержках.

Общие логистические издержки, по этим оценкам, составляют около 9,9 % ВВП США. Однако значительный объем операций реверсивной логистики выделить достаточно сложно, так как многие компании не учитывают издержки на логистику возвратных потоков. У фирм, участвовавших в эксперименте, издержки на логистику возвратных потоков в среднем оценивались в 4 % общих логистических издержек. Сравнивая эту цифру с величиной ВВП, можно определить, что издержки логистики возвратов, по приблизительным оценкам, составляют 0,5 % ВВП. По оценкам Диланея, общие логистические издержки в экономике США в 1999 г. составили 921 млрд долл. По результатам данного исследования, в 1999 г. издержки реверсивной логистики составили около 37 млрд долл. Масштабы логистики возвратных потоков зависят от отрасли и позиции компании в канале распределения, а также от типа канала распределения. Тем не менее ясно, что общее число операций и видов деятельности в рамках логистики возвратных потоков велико и продолжает расти.

В ряде отраслей реверсивная логистика может играть критическую роль в положении фирмы. Обычно, если объем продукции велик или высока норма возврата, компания затрачивает огромные усилия на усовершенствование процессов возврата. Примером является отрасль автомобильных запчастей. В 1998 г. рынок запчастей, прошедших повторную обработку на производстве, был оценен экспертами APRA (Automotive Parts Rebuilders Association) в 36 млрд долл., при этом около 95 % всех стартеров и генераторов, проданных для замены, прошли повторную обработку и восстановление. Повторную обработку проходит действительно значительный объем ресурсов. Согласно APRA, около 50 % автоматических стартеров – восстановленные. В результате сберегается большое количество масла, стали и других металлов. Большую долю возврата продукции составляют потребительские товары. Основываясь на информации, полученной в результате проведения интервью, возвраты потребителей в объеме продаж товаров

широкого потребления составляют около 6 % (цифра варьирует по отраслям). Во многих отраслях умение организовать поток возвратов действительно является важным, т. к. из-за большого объема возвращаемой продукции издержки на возвраты велики. Наряду с издержками производства и транспортировки фирма может столкнуться с большими издержками на размещение продукции.

Респондентов спрашивали, каким образом изменилось отношение к возвратам в их компании за последний год. Создается впечатление, что политика возврата ужесточается, хотя сами ритейлеры так не считают. В нескольких интервью отмечалось, что время, когда возврат товаров осуществлялся без возражений со стороны компании, подходит к концу. Так, некоторые розничные сети национального масштаба сократили время возможного возвращения товаров, одни требуют чек, другие – «штрафуют» возвраты.

Многие компании видят в грамотно организованном возврате важный стратегический инструмент. Почти две трети респондентов отметили, что конкурентоспособность влияет на отношение к возвратам на их фирме, и это может помочь объяснить, почему так мало компаний стало проводить более консервативную политику в отношении возвратов. Компании хотели бы снизить издержки на возвраты путем ужесточения политики возвратов. Однако большинство ритейлеров отметили, что потребитель рассматривает политику возвратов компании в качестве одного из критериев решения о покупке. Если компания делает политику возврата более строгой, в то время как конкуренты остаются более либеральными, компания лишит себя конкурентного преимущества. Ритейлеры полагают, что в результате такой политики потери в объемах продаж во много раз превысят сбережения на логистике возвратных потоков. Важно снижать транзакционный риск как для покупателя, так и для прочих потребителей продукции в цепи поставок. Либеральная политика возвратов является критическим звеном при снижении этого риска.

Возвраты также играют важную роль в обновлении запасов. Если ритейлер хранит устаревшие или медленно продающиеся товары, то в интересах производителя удалить этот продукт со склада ритейлера и заменить более современным, в котором заинтересован рынок. Подобная очистка каналов распределения была названа третьей респондентов в качестве одного из направлений использования возможности реверсивной логистики. Законодательные ограничения на хранение и размещение продукции, сырья и материалов рассматривались как важные факторы, влияющие на отношение к возвратам. Однако эти ограничения упомянули менее 30 % респондентов. Немногим более четверти респондентов отметили, что возвраты позволяют восстановить стоимость продукции или активов.

Важнейшей частью исследования было изучение централизованной обработки возвратов. Центральный пункт обработки возвратов (CRC, central returns center) – распределительный центр или подразделение такого центра, где возвраты из многих точек собираются в одном месте. Почти 70 % респондентов указали, что пользовались услугами CRC для обработки возвратов.

Для большинства компаний обработка возвратов – не самая важная операция. Новый продукт приносит прибыль, так что все внимание менеджмента сфокусировано на отгрузке этого продукта. В большинстве компаний возвраты не приносят значительной прибыли, так что мало кто торопится обслужить возврат. Для многих возврат ассоциируется с неудачей, а менеджеры не желают уделять внимание неудачам. Дополнительные затраты ресурсов на обслуживание возвратов могут расцениваться как пустая трата средств.

Устаревание также «уносит» значительную статью затрат. В электронике и компьютерной технике стремительное развитие технологий означает низкую ценность возвращенных изделий как только на рынок выходят новые более совершенные модели по той же цене. Товары, связанные с модой, со временем стремительно теряют стоимость, то же самое проис-

ходит и с сезонными товарами (включая одежду). Как заметил один из менеджеров, «возвращенный товар не похож на вино: он не становится лучше с течением времени». Компании отмечают необходимость быстро перерабатывать возврат и включать эту задачу в список приоритетов.

Респондентам был задан вопрос о времени на размещение возвращенной продукции. Более 15 % респондентов затрачивают на обработку возвратов меньше 2 дней и более 40 % – меньше недели. Вместе с тем более 15 % компаний размещают возвраты дольше 1 месяца.

Многие участники исследования отметили серьезные трудности при организации логистики возвратных потоков. Почти 40 % респондентов указали, что логистика возвратных потоков в их компании не относится к приоритетной области. Многие компании считают неоправданным вкладывать значительные средства в улучшение систем реверсивной логистики и ее мощностей. Но эта точка зрения постепенно меняется.

Недостаток информационных систем в реверсивной логистике – еще одна серьезная проблема для 35 % респондентов. Исследование не обнаружило качественных систем логистики возвратных потоков.

Многие процессы возврата сопровождаются оформлением большого числа документов, кроме того, автоматизация логистики возвратных потоков затрудняется большим числом исключительных случаев. Логистика возвратных потоков – процесс взаимодействия различных компаний или бизнес-единиц внутри одной компании. Необходимость создать систему, работающую между компаниями или отделами, добавляет сложности проблеме. Успешная работа логистики возвратных потоков требует гибкой информационной системы.

Финансовые проблемы и проблемы с персоналом назвали проблемой 19 % респондентов. Эта цифра ниже ожидаемой, хотя ее нельзя считать незначительной. Для большинства компаний невнимание менеджмента и политика компании – более

существенные проблемы, чем недостаток финансовых и человеческих ресурсов.

Наконец, заключительное открытие в ходе интервью – факт того, что размещение возвращенной продукции затрудняют конфликты интересов между ритейлерами и производителями. Ритейлеры естественно стремятся вернуть производителю больше товара, чем он хотел бы получить. Это связано с разногласиями по поводу того, что может быть возвращено, в каком количестве, в каком состоянии и через какое время после покупки, и т. д. Такие конфликты – препятствие эффективному функционированию логистики возвратных потоков.

Практическое занятие № 1. «Анализ обратных потоков в цепи поставок»

Методические рекомендации.

Товарно-материальный поток, пройдя стадии производства, распределения, обращения и потребления, не заканчивает свой жизненный цикл. Как справедливо отмечают Б. Габош и К. Рихтер, «поток материалов, как правило, не заканчивается у потребителя и часто не направлен только в одну сторону». И далее: «В то время, когда производство и распределение товара протекают фактически лишь в направлении от поставщика через производителя к потребителю (первичный поток), существует и обратный поток материалов. Планирование этого потока, его организация и управление им и является задачей логистики обратных потоков».

К. Лайсонс и М. Джиллингем считают, что обратная логистика «включает потоки сырья, запасов незавершенного производства, готовой продукции и связанной с ними информации, перемещающихся из точки потребления до точки их происхождения в целях восстановления ценности и правильной утилизации». О. Н. Зуева, соглашаясь, что целью является восстановление ценности и правильная утилизация, включает в потоки, возвращающиеся из сферы обращения и потребления

в результате обратного распределения готовой продукции, опасные, поврежденные, просроченные и использованные товары, а также тару с целью восстановления ценности и правильной утилизации. Правда, говорится в данном случае о реверсивной логистике, но цели, как можно видеть, совпадают.

Что касается обратных потоков, то их движение направлено в сторону противоположную прямому потоку и в данном случае содержательная сторона понятия «обратная логистика» не вызывает вопросов. Вопросы появляются, когда рассматриваешь структуру возвратных потоков, представленную в работах ряда авторов.

Так, П. А. Терентьев полагает, что возвратная логистика характеризует потоки «сырья, незавершенного производства, упаковки и готовой продукции, идущие от точек производства, распределения и конечного использования обратно по цепи потоков с целью возврата им потребительских свойств или уничтожения».

Несколько иное определение дается С. В. Потаповой и С. А. Шахназаряном, которые считают, что возвратная логистика «включает в себя не только возврат товаров, но и движение следующих товарно-материальных ценностей: паллеты, контейнерные тележки, и другая тара для упаковки единичных изделий и товаров, требующих соблюдения температурных режимов (например, термочехлы); использованная упаковка, возвращаемая для повторного использования, переработки или утилизации, запасные части, товары, отправленные в ремонт, и товары, возвращаемые из ремонта, перемещение торгового и офисного оборудования, вторичные ресурсы и отходы. Это процесс возвращения из сферы потребления в сферу производства товарно-материальных ценностей, которые могут быть подвергнуты повторному использованию и ремонту».

Происходит, на наш взгляд, толкование понятий «обратные» и «возвратные» потоки как синонимов, так как структура потоков в том и в другом случаях во многом повторяется.

Что касается обратных потоков, то известно, что они направлены в сторону противоположную прямому потоку, но в чей адрес – неизвестно. Эта тонкость порождает ряд неточностей, встречающихся в приведенных перечнях товаров обратных и возвратных потоков. Так, у К. Лайсона и М. Джиллингема читаем, что обратные потоки могут включать «сырье, запасы незавершенного производства», т. е. различные исходные продукты, закупленные или произведенные для производственного или личного потребления, которые направляются в точку их происхождения для восстановления ценности или правильной утилизации.

П. А. Терентьев, ведя речь о возвратной логистике, однозначно говорит о возврате сырья и запасов незавершенного производства для возвращения им потребительских свойств или уничтожения.

Получается, что в ряде случаев в адрес изготовителя может быть сформирован поток сырья (товары, продукты естественного, природного происхождения). Предположим, что это сырье сельскохозяйственного производства (мясо, молоко, овощи, зерно и т. д.), испортившееся в процессе транспортировки до точки потребления или не принятое заказчиком из-за каких-то нарушений договорных отношений. Ценность такого сырья или потребительные свойства, о которых говорят авторы, уже не восстановить, а «уничтожением» или «правильной утилизацией» такого товара производитель (поставщик) не занимается. Если говорится о сырье для нужд производственного потребления (руда, уголь и т. д.), то о каком восстановлении их ценности может идти речь? Что касается запасов незавершенного производства, то они образуются в ходе производственной деятельности и восстановлением их ценности занимается само предприятие (если это брак) или соответствующие предприятия по переработке отходов производства (если эти запасы списываются и утилизируются), но опять же не изготовитель или посредник, от которого были получены исходные материалы для их изготовления. Более строгий

подход к перечню возвратных потоков предложен в работе О. Н. Зуевой и С. С. Вдовина, где говорится о «товаре» как собирательном понятии (например, товары ненадлежащего качества). В работах Б. Габоша и К. Рихтера, С. В. Потаповой и С. А. Шахназаряна в структуре потоков говорится о таре и упаковке. При этом если первые авторы раскрывают структуру обратного потока, то ими как бы исключаются тара и упаковка, возвращаемые для повторного использования. Что касается второй группы авторов, рассматривающих возвратные потоки, то упоминание использованной упаковки, направляемой отправителю товара для переработки или утилизации, никак не соответствует реальности. Отправитель функции переработки и утилизации не выполняет. В том и другом случае авторами допускается неточность, отсутствие строгого разграничения возврата отправителю и потока, движущегося от потребителя в обратную сторону.

Об отходах пишут обе группы авторов, называя их «отслужившие свой срок товары» или «вторичные ресурсы и отходы». Определяя отходы как отслужившие свой срок товары, авторы снова допускают определенную неточность. Товар это продукт труда человека, предназначенный для обмена путем купли-продажи, но рассматриваемые авторами товары в их состоянии, скорее всего, являются отходами производства или быта.

Отходы могут образовывать возвратные потоки, если используются на том же предприятии, возвращаясь в новый цикл его производства; могут образовывать прямые потоки, если это отходы одного производства, используемые как исходный продукт другим предприятием комбината. Наконец, отходы как вторичные ресурсы, направляемые на переработку или утилизацию, образуют обратные потоки. Отходы производства – это не товар или продукт труда, а его результат, они не предназначены для обмена путем купли-продажи. За часть отходов производства предприятие может получить деньги, но не в качестве оплаты товара, а за сдаваемые вторичные ресурсы для последующего их вовлечения в хозяйственный оборот.

Поток бытовых отходов всегда носит характер обратных. Кроме случаев захоронения, отходы вступают в новый цикл переработки в качестве сырья для производства товаров на специализированных предприятиях. В отношении гарантийного обслуживания товаров, включенных в структуру обратных потоков Б. Габошем и К. Рихтером, также следует внести некоторые уточнения, так как возможны три вида деятельности, связанной с гарантиями: гарантийный ремонт, гарантийное обслуживание, возврат товаров, находящихся на гарантии и не подлежащих ремонту в случае появления неисправности. Гарантийный ремонт не носит массового характера, т. е. в этом случае не образуется товарный поток, который мы рассматриваем как упорядоченное, направленное движение однородных элементов (людской, транспортный, товарно-материальный и т. д.) из какой-то одной точки. То же самое можно сказать о товарах, отправляемых в ремонт, и о товарах, возвращаемых из ремонта, о которых пишут С. В. Потапова, С. А. Шахназарян. Гарантийный ремонт – это услуга специализированных мастерских, работающих, как правило, по договорам с изготовителями, которые обеспечивают их запасными частями. Что касается гарантийного обслуживания, то оно вообще не предполагает ремонтных работ. В случае если обслуживается стационарное оборудование или приборы, находящиеся на гарантии, происходит движение работников гарантийных мастерских к этим приборам или оборудованию. Если это транспортные средства, то они сдаются на обслуживание, не образуя упорядоченного движения – потока, поскольку обслуживание носит индивидуальный характер. Не подлежащие ремонту изделия, находящиеся на гарантии, возвращаются изготовителю. Решение о невозможности ремонта обосновывается и принимается гарантийной мастерской в отношении проданных и вышедших из строя товаров. В этом случае может образоваться возвратный поток, если непоправимые дефекты носят массовый характер.

Более строгий подход к рассмотрению перечня потоков как элементов реверсивной логистики отмечается у О. Н. Зуевой и С. С. Вдовина через возвратные материальные потоки из сфер государственного регулирования, производства, обращения, потребления (от домашних хозяйств). Авторами не ставится задача рассмотреть перечень обратных потоков, но потоки из сферы потребления (от домашних хозяйств) в определенной их части можно считать обратными, так как они не заканчивают свой путь у изготовителя. Анализ публикаций отечественных и зарубежных авторов свидетельствует, что вопросам сущности и содержанию разнонаправленных потоков в последнее время уделяется значительное внимание, которое можно охарактеризовать как дальнейшее развитие логистики – науки об управлении потоками. Отсутствие единства взглядов на толкование понятий «логистика обратных потоков» и «логистика возвратных потоков» объясняется недостаточно четким разграничением товарно-материальных обратных и возвратных потоков по их видовым характеристикам, причинам образования и, как следствие, их адресности. Это, в свою очередь, затрудняет определение обратности и возвратности потоков транспорта, людей, денег, информации, товаров и т. д. [5].

Контрольные вопросы.

1. Какие зарубежные и отечественные авторы в своих научных трудах поднимали вопрос об определении обратных потоков в реверсивной логистике?
2. Как определяется возвратная логистика?
3. Что такое отходы производства и могут ли они формировать возвратные и обратные потоки?
4. Как определяются бытовые отходы?

Тематика рефератов.

1. Параметры обратных потоков.
2. Логистический подход к управлению обратными потоками.

3. Основные причины возникновения обратных потоков.
4. Управление возвратными потоками в интернет-ритейле.
5. Законодательство в сфере обратных и возвратных потоков в Республике Беларусь

2. РЕВЕРСИВНАЯ ЛОГИСТИКА КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1. Реверсивная логистика в аспекте экологии

Причины возникновения экологических проблем в большей степени связаны с техногенным влиянием человека на окружающую природную среду. Необходима разработка стратегии по предотвращению образования и переработке отходов, целью которой – снижение негативного воздействия на окружающую среду, связанного с утилизацией бытовых отходов.

Основным трендом по проблеме управления отходами должно стать смещение внимания мирового сообщества в отношении муниципальных отходов с методов удаления на предотвращение и рециркуляцию.

Основные современные тенденции в управлении отходами рассмотрим в контексте различных стран и регионов.

Европа.

В Европе уже много лет реализуется экологическая политика по работе с ТКО:

1. Увеличение темпов переработки муниципальных отходов (компостирование и переработка биоотходов).
2. Сокращение доли захоронения.
3. Внедрение методов рециркуляции и предотвращения отходов:
 - предпочтение отремонтировать продукт, не выбрасывать;
 - повторное использование вместо выбрасывания;
 - пропаганда экологического дизайна как способа снижения воздействия на окружающую среду;

– использование рыночных стимулов для предотвращения отходов;

– использование одноразовых сумок и упаковки.

США.

Ежегодный объем ТКО в США составляет около 260 млн тонн в год (1-е место в мире). В целом США пока перерабатывают около трети общего объема ТКО, 13 % сжигается на электростанциях, работающих на этих отходах, а больше половины отправляется на разные захоронения. Основные усилия властей страны в этой области направлены на сокращение первичных объемов ТКО.

1. Сортировка отходов (отсортированные отходы либо перерабатываются на месте, либо экспортируются в третьи страны).

Для примера, в соответствии с городским законом в Нью-Йорке жители обязаны сортировать отходы по трем категориям: бумага/картон, пластик/стекло/металл и отходы, непригодные для переработки для захоронения на полигонах или сжигания на электростанциях, работающих на отходах. Стеклотара повторно используется при производстве напитков. Принятая властями в 2015 году программа предусматривает к 2030 году полный отказ Нью-Йорка от каких-либо захоронений городских отходов, как за счет сокращения первичных объемов, так и за счет расширения масштабов переработки.

Япония.

1. Развитая инфраструктура по сжиганию ТКО (МСЗ обладают совершенными технологиями с системами фильтрации).

Япония пошла по пути развития инфраструктуры по сжиганию ТКО. Это обусловлено тем, что выделение территорий по новые полигоны ТКО невозможно: численность населения сопоставима с Россией, а площадь страны в 45 раз меньше. В Японии захоронению подлежат всего 5 % бытового мусора, остальное отправляется на переработку или сжигание (до 70 % от всего объема ТКО). Так как значительная часть мусоросжигательных заводов располагается в черте городов, применяемые технологии, обеспечивающие горение с температурой

более 1200 °С, и самая совершенная система фильтрации позволяют свести вредные выбросы практически к нулю. Поэтому Япония – «передовик» в мире по количеству МСЗ – их более 1900. Бесперебойная работа МСЗ обеспечивается в том числе очень строгой дисциплиной среди населения по предварительной сортировке мусора. В домах установлены до 40 контейнеров для разных видов ТКО (для различных видов бумаги, пластика, металлов, стекла и т. п.). Даже пластиковые стаканчики из-под йогурта японец обязан вымыть перед тем, как выбросит. При этом наиболее токсичные отходы в Японии не утилизируют, а вывозят к соседям на Филиппины.

2. Строительство «мусорных островов». Около 250 км² в Токійском заливе стали сушей за счет переработанной бумаги и оставшегося после сжигания отходов пепла. Такие территории используются под элитное жилье, парки, металлургические заводы и аэропорты.

Китай.

1. Отказ от импорта мировых пластиковых отходов (в 2016 г. на долю Китая пришлось 56 % общемирового импорта пластиковых отходов на сумму 3,7 млрд долларов). В январе 2018 года Китай ввел ограничения на импорт мусора для дальнейшей переработки, вследствие экологических причин).

До 2018 года Китай был крупнейшим импортером мусора в мире. С 1992 года Китай импортировал до 45 % мировых пластиковых отходов, главным образом из развитых стран: 95 % перерабатываемого пластика из ЕС и 70 % из США отправлялось на пустых контейнеровозах обратно в КНР для вторичного использования. Причины – экологические. Частные предприятия по переработке мусора, помимо того, что привозят отходы из других стран, часто не соблюдают экологические требования по утилизации. Нередко то, что не поддается переработке, оказывается на несанкционированных свалках. К концу 2019 года Китай планирует полностью отказаться от такого импорта. Рост потребления местным населением и, как следствие, увеличение количества ТКО, привело к необходимости

принять меры по утилизации уже внутренних отходов. Основная ставка делается на мусоросжигательные заводы. К 2020 г. доля сжигаемого мусора составила до 50 %.

2. Развитие инфраструктуры сжигания ТКО, МСЗ (мусоро-сжигающих заводов).

Таким образом, развитые страны используют на сегодняшний день различные способы для снижения доли захоронения ТКО. Наиболее распространенные – это мусоропереработка и мусоросжигание. При этом, несмотря на то, что с экологической точки зрения мусоропереработка считается более предпочтительным способом утилизации ТКО, строительство МСЗ для многих стран является приоритетом.

2.2. Эволюция направлений в решении проблемы роста отходов

Проблемы отходов достаточно остро стоит в Республике Беларусь. В стране продолжается процесс интенсивного накопления отходов производства и потребления. Темпы роста использования многотоннажных отходов значительно ниже темпов их образования.

Актуальной остается проблема сбора и переработки коммунальных отходов. Организация их раздельного сбора в жилищно-коммунальном секторе недостаточно эффективна. Доля извлечения вторичных материальных ресурсов из коммунальных отходов не превышает 17 %.

За утилизацию **отходов частных домохозяйств (ТБО)** отвечает Министерство жилищно-коммунального хозяйства. Твердые бытовые отходы утилизируются в Республике Беларусь через две параллельные системы: государственную и частную. Система финансируется через два разных источника. Производители и импортеры товаров, таких как шины, упаковка, моторные масла, электрическое и электронное оборудование и аккумуляторы в соответствии с принципом расширенной ответственности производителя платят за услуги оператора –

государственного учреждения по обращению с вторичными материальными ресурсами. Таким образом возникает годовой бюджет в размере до 35 млн евро, который в соответствии с принципом расширенной ответственности производителя финансирует инфраструктуру раздельного сбора, например, установку контейнеров, строительство сортировочных установок и утилизацию опасных отходов, таких как ртутные лампы, батареи и аккумуляторы.

С другой стороны, граждане платят единую плату за вывоз мусора, независимо от количества образующихся отходов. Данный сбор финансирует, во-первых, транспортировку и, во-вторых, захоронение отходов. Как правило, средства направляются непосредственно операторам полигонов ТБО. В то же время, в частной системе утилизации отходов функционируют специализированные пункты сбора, где граждане также могут сдавать вторсырьевые отходы, такие как стекло, бумага, картон и пластмассы, и получать за это деньги. Все операторы полигонов для захоронения отходов должны иметь лицензию Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Практическое занятие № 2. **«Проектирование модели движения потоков** **вторичных ресурсов»**

Методические рекомендации.

На рис. 2.1 представлена модель замкнутого цикла использования вторичных ресурсов в процессе производства и потребления на основе принципа иерархии использования вторичных ресурсов.

В процессе производственной деятельности предприятия являются основными потребителями всех видов ресурсов (сырье, материалы, ископаемые, энергия и прочие). Для более экономного и рационального использования ресурсов необходимо в первую очередь сокращать количество отходов в процессе производственного цикла (1), он является первым шагом

иерархии замкнутого цикла. С целью сокращения количества отходов производственным предприятиям необходимо стремиться внедрять технологии со стопроцентной переработкой ресурсов. Внедрение эффективных технологий не только обеспечивает конкурентоспособность предприятий на рынке, но и значительно сокращает производственные издержки за счет снижения себестоимости продукции. Актуальность инвестиций в НИОКР признается всеми ведущими компаниями мира.

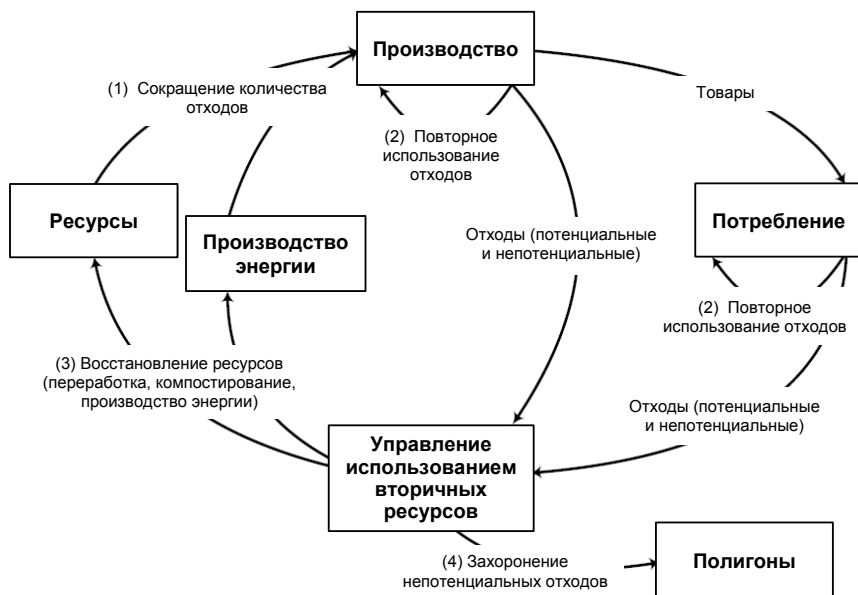


Рис. 2.1. Модель замкнутого цикла использования вторичных ресурсов в процессе производства и потребления

Основной целью работы предприятий является производство товаров для потребления. Отходы, образующиеся в конце производственного цикла, в приоритете должны быть подвергнуты повторному использованию (2). В процессе потребления также образуются отходы, которые по возможности должны быть использованы повторно (2-й этап цикла).

Повторное использование отходов является вторым шагом иерархии цикла, а также выступает серьезным ресурсосберегающим фактором, позволяющим сокращать издержки производственных и потребительских субъектов за счет экономии на приобретении ресурсов/потребительских товаров.

Таким образом, в данном направлении производственные предприятия и потребители:

- эффективно используют ресурсы и товары с целью сокращения количества образующихся отходов;
- повторно используют отходы в своей текущей деятельности (в приоритете).

Безусловно, даже после реализации вышеуказанного остаются отходы, которые требуют дальнейшего использования. Для эффективного процесса повторного использования вторичных ресурсов возникает необходимость в едином централизованном органе управления использованием вторичных ресурсов. Функциями данного органа управления являются:

- утверждение норм образующихся отходов для производственных структур;
- взимание штрафных санкций за образование отходов выше установленных норм;
- заключение договоров на вывоз потенциальных и непотенциальных отходов;
- управление переработкой вторичных ресурсов (выдача разрешений на строительство мусоросортировочных, мусороперерабатывающих заводов);
- управление использованием полигонов для безопасного захоронения «непотенциальных» отходов (выдача лицензий, контроль целевого использования);
- контроль за образованием и обращением отходов.

Восстановление ресурсов происходит в процессе переработки вторичных ресурсов, получаемых после сортировки «потенциальных» отходов на различные фракции, а также в процессе сжигания отходов для производства энергии, (на схеме данный этап обозначен цифрой 3, он же является третьим шагом иерар-

хии цикла). Восстановленные из отходов вторичные ресурсы и преобразованная энергия являются собственно исходными ресурсами производственной деятельности, которые необходимы для осуществления производственного процесса.

Однако остаются «непотенциальные» отходы, дальнейшее использование которых невозможно либо экономически нецелесообразно. Такие отходы подлежат захоронению (4-й этап цикла и низший уровень иерархии использования вторичных ресурсов). Необходимо стремиться, чтобы запас «непотенциальных» отходов стремился к нулю (нулевой баланс отходов).

Таким образом, рассмотренный процесс обращения ресурсов представляет собой замкнутый цикл, направленный на наиболее эффективное использование производственных и энергетических ресурсов за счет соблюдения иерархии современных методов использования вторичных ресурсов. Данный цикл является принципиальной теоретической схемой обращения вторичных ресурсов в экономической деятельности со строго обозначенной приоритетной иерархией их использования. Каждый этап иерархии требует определенных методов и инструментов управления, а также имеет свои субъекты (агенты) и свои объекты (рынки) управления.

Для создания долгосрочной, жизнеспособной системы использования твердых вторичных ресурсов с социальным контекстом необходимо, чтобы все элементы в иерархии использования их были связаны комплексно. Система будет рыночно ориентируемой, иметь экономию за счет эффекта масштаба и являться социально приемлемой. В рамках такой системы будет происходить взаимное замещение производительности, поскольку некоторые составляющие будут приносить прибыль, а некоторые – убыток, и систему нужно будет рассматривать целостным способом. Она включает использование всех фракций отходов (а не только тех, которые выгодно использовать) и из всех источников их образования (домашние хозяйства, коммерческие фирмы, индустриальный сектор, медицинские учреждения, строительные площадки, сельское хозяйство и дру-

гие). ИСИВР – это не только решение проблемы сбора и переработки вторичных ресурсов. В некоторых развитых странах под понятием ИСИВР понимают не отдельные компоненты, составляющие схему использования вторичных ресурсов, а всю схему в целом. Технические и экономические аспекты – только две грани системы. Чтобы достигнуть социальной приемлемости, в ней необходимо участие общества. Таким образом, постоянное информирование населения является жизненно важной составляющей общественного участия в системе. Особенно эффективна целевая (нацеленная на определенные группы людей) коммуникация с использованием схем, картинок, учитывающих особенности национального менталитета того или иного сообщества [6].

Типовые задачи по теме занятия.

Задача 2.1. Определить прибыль от альтернативных процессов управления возвратными потоками с применением модели организации подсистемы управления возвратными потоками Терентьева. Данные для решения задачи представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Исходные данные для решения задачи

Показатель	Альтернативный процесс			
	Возврат поставщику	Ремонт и дальнейшая реализация	Утилизация	Уценка
1	2	3	4	5
Выручка от реализации некондиционного товара, тыс. руб.	90	150	–	100
Закупочная стоимость, включая логистические издержки до момента обнаружения некондиционного товара, тыс. руб.	95	95	95	95

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4	5
Затраты на транспортировку товара в торговый центр, тыс. руб.	5	5	5	5
Стоимость ремонта некондиционного товара, тыс. руб.	–	20	–	–
Стоимость предпродажной подготовки товара, тыс. руб.	–	10	–	–
Стоимость утилизации, тыс. руб.			5	

Тематика рефератов.

1. Реверсивная логистика в аспекте экологии.
2. Модель материального баланса в системе «экономика – экология»
3. Современные тенденции в сфере управления отходами.
4. Практика раздельного сбора отходов.
5. Факторы роста объема образования отходов.
6. Возвраты в цепи поставок. Возвраты некачественной продукции.
7. Возвраты в цепи поставок. Возвраты на гарантийное обслуживание и ремонт.
8. Основные способы работы с возвратами.
9. Препятствия для эффективной организации логистики возвратных потоков.
10. Построение интегрированной модели управления использованием вторичных ресурсов на основе концепции устойчивого развития территорий.

3. ЛОГИСТИКА ВОЗВРАТНЫХ ПОТОКОВ

3.1. Возвратная логистика как направление реверсивной логистики

Возвратная логистика – процесс (вид деятельности) перемещения продукта из точки его потребления через звенья цепи поставок к точке происхождения (продажи, производства), с целью восстановления его ценности или обеспечения правильной утилизации продукта [11].

Объемы возвратной логистики в общемировом масштабе огромны. Затраты на возвратную логистику составляют 4–6 % общих логистических издержек. Конечно же, большую часть возврата продукции инициируют потребители. Если проанализировать данные из различных мировых источников, то можно вывести средний процент возврата потребителями своих покупок, который составляет 7 %.

Главными объектами управления в системе возвратной логистики выступают категории некондиционного товара (не соответствующего паспортным нормам качества, а также обладающего незначительными недостатками и имеющего повреждения при сохранении его функциональности), а также неликвидного товара (не востребованного потребителем из-за некондиционности или утраты ценности).

Необходимость управления возвратными потоками вызвана следующими причинами:

- отзыв товара из распределительной сети при выявлении серьезных недостатков продукции, ставящих под угрозу жизнь и здоровье конечного потребителя;

- невостребованность товара конечными потребителями, в связи с чем оптовые продавцы принимают его для возврата поставщику от розничных продавцов из-за отсутствия у последних складских площадей; причинами невостребованности товара могут быть истекший срок годности, неприемлемый товарный вид и др.;

– реализация часто возвращаемого товара, в результате чего розничные продавцы вынуждены принимать возвратные товаропотоки от потребителя;

– вывод из распределительной сети некондиционного и неликвидного товара;

– возврат оборотной тары.

Возвратные потоки от производителей составляют все материалы, сырье и компоненты, пригодные к вторичному использованию на стадии производства. Этому способствует несколько факторов. Во-первых, сырье и материалы могут представлять остатки, которые возможно использовать вновь в производственном процессе. Во-вторых, компоненты и готовая продукция могут быть забракованы контролем качества и отправлены на доработку.

К **возвратам сети распределения** относятся все возвратные потоки, возникающие на стадии распределения готовой продукции. Причина таких возвратов – отзыв продукции из распределительной сети, перераспределение запасов в распределительной сети и возврат товароносителей, имеющих функциональный характер (например, паллеты и контейнеры, которые можно использовать несколько раз).

Практическое занятие № 3.

«Управление основными бизнес-процессами обработки возвратов на складе»

Методические рекомендации.

Технология «нулевых возвратов» подразумевает получение розничной сетью скидок от производителя в размере стоимости возвращаемых товаров в определенной квоте и передачу права распоряжения возвратным материальным потоком розничной сети. При этом производитель снимает с себя все обязательства по приему возвращаемых товаров [3].

Общие затраты на работы с возвращаемой продукцией зависят от объема такой продукции и методов ее обработки.

Компании могут значительно снизить издержки, связанные с возвращаемой продукцией, воспользовавшись рядом способов, могут изменить организацию управления возвратами, процесс переработки такой продукции, воспользоваться современными технологиями для более эффективной обработки, не допустить возврата или организовать работу всей цепи поставок в обратном направлении полностью в режиме аутсорсинга.

Четырьмя основными этапами процесса возврата продукции являются локальный скрининг, сбор, сортировка и утилизация [7].

Схема технологии нулевых возвратов изображена на рис. 3.1.

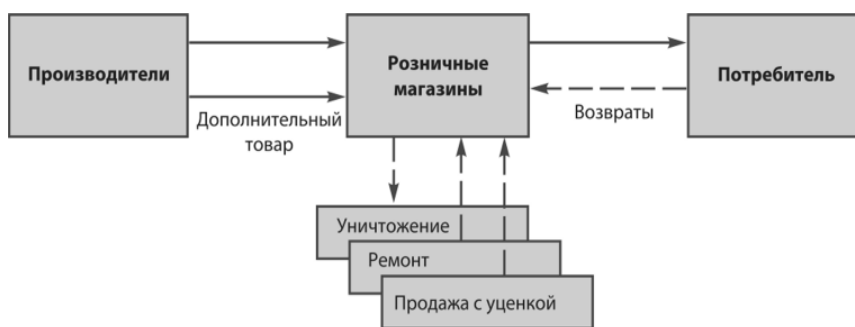


Рис. 3.1. Схема технологии «нулевых» возвратов

Тематика рефератов.

1. Управление возвратными потоками оптовых организаций и их классификация.
2. Оптимизация обработки возвратных потоков.
3. Анализ причин возвратов на склад.
4. Организация обработки возвратных потоков на крупных складах.
5. Квалифицированный складской персонал – важная составляющая процесса обработки возвращенных товаров.

4. ЛОГИСТИКА РЕЦИКЛИНГА

4.1. Рециклинг – понятие, история возникновения

Разделение, сортировка, переработка, все это современное управление отходами. Современное управление отходами началось около 30 лет назад. До того как политика и экономика распознала в отходах возможную выгоду, главной целью управления отходами являлось устранение и утилизация мусора.

Раньше было проще: все, что больше не использовалось, было выброшено из окна. Именно так остатки пищи, человеческие экскременты и другие отходы попадали в то время на еще не укрепленные улицы и смывались после дождя. Этот способ устранения мусора являлся не только потенциальной опасностью для прохожих, но и был не гигиеничным, что в результате способствовало развитию различных болезней.

После вымещения улиц, городскими жителями было принято решение обзавестись свиньями, чтобы мусор не скапливался на улицах. Но они также производили очень много мусора и беспорядка. После чего люди стали выкидывать мусор в выкопанные ямы, которые находились за домами. После того как ямы заполнялись, мусор вывозили за город и складывали на свалках.

Именно в это время было положено начало первым правовым основам на немецкой территории. В нескольких городах изучали взаимную связь между гигиеническими условиями и вспышками эпидемий. Например, в городе Любек (Lübeck) известный врач Jochim Emil Cordes после повторных вспышек холеры предложил улучшения в водоотведении и водоснабжении питьевой воды. Данные улучшения способствовали подавлению холеры.

Из-за того, что в первой половине 19 века немецкое Унитарное государство не являлось одним целым, регулирование оставалось изолированным на местном или региональном уровне.

Несмотря на это происходило усовершенствование методов по утилизации мусора: Гамбург – первый немецкий город, который в 1892 году установил мусоросжигательную печь. В 1895 году в Берлине была изобретена первая урна для мусора и постановлено всем жителям: «мусор, пепел, шлаки, пищевые и мясные отходы, кости, тряпки и другие различные отходы разрешается утилизировать и перевозить только в полностью не проницающих и закрытых контейнерах», так звучало официальное постановление.

Чтобы достичь единого общенационального регулирования понадобилось почти одно столетие. Впервые в 1972 году был издан закон об утилизации отходов. До этого момента количество отходов только увеличивалось, не только в домашнем хозяйстве, но и в промышленности количество отходов и мусора росло. Новый закон регулировал утилизацию отходов на свалках и тем самым помог уменьшить опасность для окружающей среды.

Старые мусорные свалки из прошлого десятилетия были закрыты, в Германии насчитывается около 80 000 таких свалок. Некоторые из этих безобидных холмов и на сегодняшний день содержат опасные загрязненные участки. Закон, который вступил в силу в 1999 году, предусматривал изучение подозрительных закрытых свалок, что в некоторых случаях приводило к необходимости повторного открытия этих свалок и их очищения.

С новым экологическим сознанием в 80-х годах начались изменения в парадигме. Вместо того чтобы просто выкидывать мусор, впредь полезные составляющие отходов должны лучше перерабатываться. Данная идея стала реальностью с введением двойной системы в начале 1990-х годов. К муниципальной уборке, которая по-прежнему отвечает за утилизацию бытовых отходов, присоединилась частная утилизация отходов упаковки. Реализация идеи заняла определенное время – также и в мышлении граждан. На данный момент таким образом перерабатывается более половины бытовых отходов.

Учитывая большие масштабы преимуществ для окружающей среды и экономики, а также растущее давление с целью ограничения добычи нового сырья и растущие затраты на разработку существующих на Земле месторождений, рециклинг кажется решением, от которого невозможно отказаться.

4.2. Формирование логистической системы рециклинга вторичных ресурсов

Важнейшей частью замкнутого хозяйственного цикла, обеспечивающей вовлечение отходов в повторный хозяйственный оборот, выступает рециклинг, представляющий собой совокупность взаимосвязанных процессов сбора и переработки вторичных ресурсов для последующего использования в производстве продукции. В соответствии с системным подходом рециклинг можно рассматривать как совокупность отдельных подсистем, объединенных общей целью максимального вовлечения вторичных ресурсов в повторный хозяйственный цикл.

Отдельные аспекты логистического управления процесса рециклинга исследованы А. У. Альбековым, О. А. Митько, А. Кизим. Однако к настоящему моменту проблемы логистики рециклинга не получили должного комплексного изучения в научных кругах, несмотря на их высокую актуальность. На рис. 4.1 представлена логико-аналитическая модель формирования логистической системы рециклинга, разработанная нами в соответствии с логистическим подходом к управлению экономическими системами.

В соответствии с рисунком процесс формирования логистической системы рециклинга вторичных ресурсов можно рассматривать как последовательное выполнение трех этапов. На I этапе проводится разработка стратегии логистической системы рециклинга на основе логистического целеполагания и результатов оценки логистических возможностей субъектов хозяйствования, вовлеченных в бизнес-процессы рециклинга, и уровня их использования.

На II этапе осуществляется формирование функциональных и обеспечивающих подсистем логистической системы рециклинга.

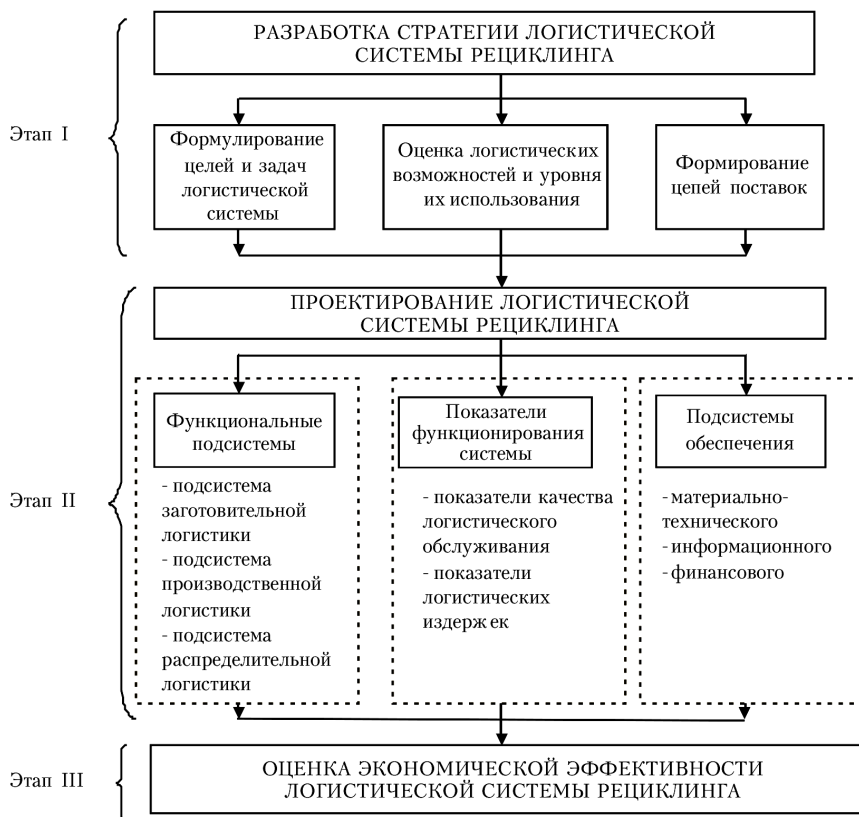


Рис. 4.1. Логико-аналитическая модель формирования логистической системы рециклинга вторичных ресурсов

Оценка эффективности функционирования логистической системы на III этапе предполагает определение качества функционирования логистической системы рециклинга вторичных ресурсов при заданном уровне общих логистических издержек. Ее оценку следует проводить на основе двух блоков

показателей, перечисленных выше. В заключение следует отметить, что логистический подход открывает широкие перспективы для развития и совершенствования системы рециклинга вторичных ресурсов. Сформированная логистическая система рециклинга обеспечит сопряжение целей ее отдельных подсистем с целями системы в целом, что позволит минимизировать совокупные логистические издержки в цепях поставок вторичных ресурсов и обеспечить высокий уровень обслуживания потребителей продукции переработки вторсырья [4].

Практическое занятие № 4. «Формирование новых бизнес-моделей в области реверсивной логистики»

Методические рекомендации.

В мировой практике гибкость производственной утилизационной системы обеспечивают мелкие предприятия – субъекты *экологического предпринимательства*, специализирующиеся на переработке отдельных видов отходов.

При обсуждении проблем экологического предпринимательства, наряду с распознаванием самой возможности его осуществления, важно понимать, что в рыночной экономике экологические предприниматели не смогут добиться стабильного успеха, если не будут применять комплексный механизм создания ценности и получения дохода, четко и эффективно планировать свою деятельность. При всем многообразии форм предпринимательства имеются ключевые положения его осуществления для всех областей коммерческой деятельности различных фирм, которые необходимы для того, чтобы своевременно подготовиться и обойти потенциальные трудности и опасности, тем самым уменьшив риск в достижении поставленных целей. К таким положениям относится целесообразность построения *бизнес-моделей*. Предлагаются к использованию различные шаблоны бизнес-моделей, призванные облегчить предпринимателю

процесс разработки эффективной бизнес-модели. Из них наиболее популярен шаблон Остервальдера и Пенье.

Под *бизнес-моделью Остервальдер и Пенье* понимают то, что отличает компанию от других, – это ее уникальность, выраженная через взаимосвязи между самыми критичными факторами успеха. Бизнес-модель подобна стратегическому плану, который претворяется в жизнь через организационные структуры, процессы и системы. В соответствии с их концепцией бизнес-модель включает девять блоков, которые отражают логику действий компаний, направленных на получение прибыли: потребительские сегменты, ценностное предложение, каналы сбыта, взаимоотношения с клиентами, потоки поступления доходов, ключевые ресурсы, ключевые виды деятельности, ключевые партнеры, структура издержек. Эти девять блоков охватывают четыре основные сферы бизнеса: взаимодействие с потребителем, ценностное предложение, инфраструктуру, финансовую эффективность компании [8].

В российских и белорусских публикациях практически отсутствуют описание и анализ опыта построения бизнеса по переработке отходов, а термин «бизнес-модель» в немногочисленных источниках и вовсе не упоминается. Это связано с тем, что в наших странах отрасль переработки отходов, за исключением нескольких регионов, находится в зачаточном состоянии. Тем не менее некоторые характерные черты бизнес-моделей российских и белорусских предприятий по переработке отходов, раскрывающие особенности экологического предпринимательства, можно наблюдать уже сегодня.

Тематика рефератов.

1. Соотношение понятий «утилизация», «переработка отходов», «рециклинг», «жизненный цикл».
2. Иерархия управления отходами и место рециклинга.
3. Социальные аспекты рециклинга.
4. Концепция «Ноль отходов» или «Zero Waste».
5. История возникновения понятия «Лестница Лансилка».

6. Международные стандарты оценки жизненного цикла (перечень и взаимосвязи стандартов, использование стандартизованных подходов в системном подходе к решению прикладных задач рециклинга на основе анализа жизненного цикла материальных объектов).

7. Классификационные признаки и виды технологий рециклинга. Базисные, сателлитные, автономные, гибридные, ассимиляционные технологии рециклинга (определения и примеры).

8. Обоснование состава комплексов рециклинга. Ресурсно-экологические аспекты создания комплексов.

5. ЛОГИСТИКА ОТХОДОВ

5.1. Схема управления отходами и их элементы

Политика управления отходами строится от общего (глобального) направления к частному (локальному) как необходимость следования общественным стандартам безопасности. По результатам анализа ряда национальных и глобальных программ развития ООН, можно перечислить и описать ряд уровней управления:

1. Наднациональный уровень (глобальные системы и сети) – универсальные модели, не учитывающие особенности целей каждого конкретного государства, но руководствующиеся универсальными экологическими ценностями при принятии решения для всего человечества. Наднациональный уровень управления может включать правовые, экономические, социальные и технические аспекты, принимающие во внимание политическое влияние потенциальных загрязнителей друг на друга. Для правового регулирования на наднациональном уровне составляются и создаются протоколы, формирующие в результате коалиции стран, связанных экологическими обязательствами. Из них наиболее известны Киотский протокол, Монреальский протокол, Роттердамский протокол, Стокгольмская конвенция, Конвенция Марпол, Лондонская конвенция. В экономическом

регулировании действует торговля квотами на выбросы, система штрафных санкций, ряд мер поддержки для зеленого бизнеса. Экономическое регулирование основано на принципе «загрязнитель платит», вследствие чего страдает его престиж, тем самым понижается приоритет загрязнителей и формируется политический статус государства на иерархии следования принципам социальной безопасности. Сферу технологий поддерживает система НДТ (наилучших доступных технологий), т. е. справочников, где сосредоточены наиболее экономически, экологически и **технологически** доступные средства утилизации и очистки, ресурсоэффективные технологии, в дальнейшем вытесняющие иные технологии.

2. Континентальный и национальный уровень (государственная система и сеть) – модели управления отходами, учитывающие цели развития и экологические приоритеты конкретного государства. На данный момент происходит интеграция национальных систем управления отходами, поскольку обычно в ряде соседних стран наблюдаются схожие проблемы касательно отходов и схем управления, поэтому можно говорить о тенденции к континентализации. Выделились следующие социокультурные единицы по управлению отходами: США, Латинская Америка (все страны) Африка (все страны), Западная Европа (страны Скандинавии, Великобритания, Италия, Франция, Испания) Восточная Европа (Чехия, Словакия, Сербия), Страны Азии (за исключения Тайваня и Кореи), Япония, Австралия. По уровню обращения с отходами Россия приближается к уровню Восточной Европы. Здесь мы не будем подробно давать сравнительную характеристику и нюансов данных подходов, а используем подход Всемирного банка по управлению отходами в зависимости доходов на душу населения.

3. Региональный, федеральный уровень – модели управления, решающие конкретные цели на региональном уровне.

4. Локальный (местный) уровень – модели управления, работающие в рамках самоуправления только для определенной социокультурной единицы.

Управленческая модель зависит от ресурсов, которыми обладает инфраструктура и нематериальные компоненты (социальные, культурные) компоненты, находящиеся в конкретной (локальной) окружающей среде, характеризующейся определенным временем восстановления и возможностями принятия (естественно переработать без ущерба для биосферы и геосферы) определенное количество отходов жизнедеятельности.

Цели устойчивого развития до 2035 года – важная концептуальная основа для построения конкретной модели управления. Она включает в себя несколько отраслевых основных задач, основанных на системном подходе:

1. Сделать города устойчивыми, безопасными, инклюзивно-ориентированными, что означает создать сервис по сбору и переработке отходов, доступный для всего населения и безопасный для окружающей среды, к 2020 году увеличить количество городов с ресурсоэффективной структурой и устойчивостью к бедствиям, к 2030 году снизить количество выбросов и негативного воздействия на окружающую среду, обеспечить доступ к ресурсам города и снизить количество трущоб, которые вносят наибольший вклад в загрязнения в развивающихся странах.

2. Обеспечить безопасную и здоровую продолжительную жизнь для всех возрастных категорий. К 2030 году существенно сократить количество смертей и болезней, зависящих от воздействия опасных химических веществ воздуха, воды и почвы. Для этого необходимо изучить риски разных агентов и групп, включенных в процесс.

3. Обеспечить устойчивое и ответственное потребление. К 2020 году добиться экологически безопасного управления химическими веществами, руководствуясь принципами «зеленой химии» в производстве товаров и услуг, сократить влияние человеческого фактора, изменить и привить ответственные паттерны экологических практик, которые изучаются посредством социальных наук. Необходимо создать научно-техническую базу для развивающихся стран в сфере управления отходами.

4. Сократить количество пищевых отходов, создать сельскохозяйственную и продовольственную структуру, которая могла бы обеспечить пищевые ресурсы для всего населения. К 2030 году необходимо перераспределить продовольственные потоки таким образом, чтобы сократить вдвое мировой уровень пищевых отходов на душу населения в розничной торговле и снизить потери пищевых продуктов в процессе производства в цепочке поставок, включая потери после уборки урожая, обеспечить безопасное продовольствие для здоровья людей.

5. Переориентировать промышленный сектор и рабочие места с учетом решения проблемы с отходами. Обеспечить зеленый рост, сформировать экологически и социально ориентированную экономику. Создать «зеленые» рабочие места, обеспечить рост микро-, малых и средних предприятий за счет создания мест для социальных эксклюзивных групп – мигрантов, матерей-одиночек, нуждающихся. Сократить и искоренить уровень нелегально практикующегося теневого рынка переработки отходов, уровень использования детского труда на мусорных полигонах. Для этого необходимы более подробные социальные исследования теневого рынка и его практик.

6. Сократить количество используемых водных ресурсов, число загрязняемых акваторий к 2030 году. Разработать решение для проблемы пластикового мусора в мировом океане.

7. Существенно снизить и к 2030 году искоренить неконтролируемое загрязнение (свалки) и небезопасное сжигание отходов. Так как химические и бытовые отходы задействуют ряд необратимых изменений экосистем, способствуют деградации биоресурсов и биоразнообразия, необходимо рассматривать проблемы локальных загрязнений территорий. Наиболее часто используемая модель свелась к так называемой лестнице Лансинка, где рассмотрены основные меры по управлению отходами в соответствии со степенью их предпочтительности. «Наиболее предпочтительный» метод здесь означает

больший управленческий контроль и включает большее количество элементов решений на этапе планирования (рис. 5.1).

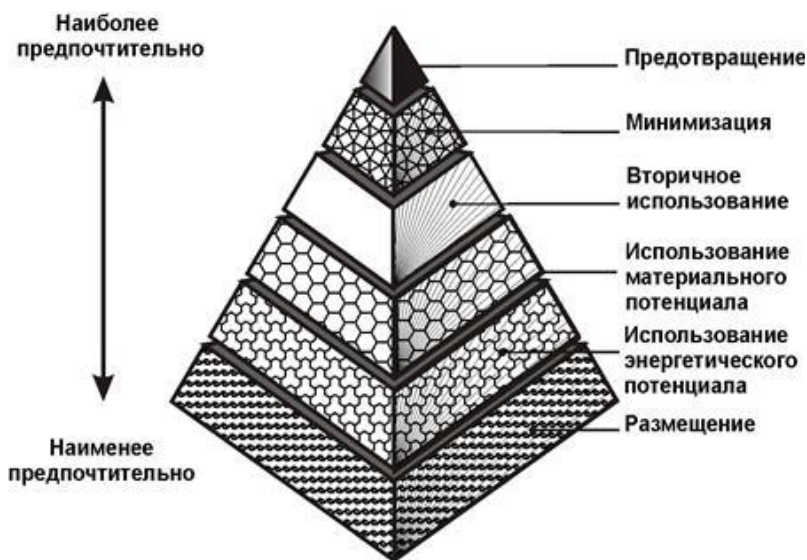


Рис. 5.1. Лестница Лансинка по управлению отходами

Вторичный анализ глобальной и национальных программ на основе социально-экономических показателей отражает то, как уровень жизни влияет на количество образуемых отходов (чем он выше, тем больше образуется мусорных масс), и здесь целесообразно разделение по практикам управления в соответствии с разным уровнем жизнеобеспечения. Было выделено, что для стран с высоким, средним и низким уровнем доходов фракции образования отходов различны, так как чем ниже уровень жизни, тем меньше труднодоступных для переработки отходов образуется. Если для стран с высоким уровнем жизни основная проблема – это количество образования отходов, то для стран со средним уровнем – это проблемы организации схемы управления при достаточном объеме мусорных масс, пригодных для переработки. Страны с низким уровнем

жизни испытывают недостаточность мощностей производства, утилизации и организации отходов как внутри государств, так же и являясь мишенью нелегального импорта отходов более обеспеченных стран. Тренды управления задают страны с развитой схемой управления. Мировая система распределяет не только региональные роли, но и строит систему экономической и экологической стратификации, что создает коалиции и сети коммуникаций, с одной стороны стремясь к экологической стандартизации в области охраны окружающей среды, с другой стороны – распределяя неравномерно социальные и экологические риски [5].

5.2. Логистическая система утилизации вышедших из эксплуатации автомобилей

Эксплуатация морально и физически устаревших транспортных средств снижает безопасность и эффективность перевозок, оказывает негативное влияние на окружающую среду, и, следовательно, на здоровье человека, способствует повышению ресурсо- и энергопотребления, поэтому обновление парка подвижного состава является важной задачей, стоящей перед отраслью. Решение такой задачи должно быть комплексным и состоять не только во введении в эксплуатацию новых транспортных единиц, но и выведении устаревших, то есть их утилизации. Утилизация, являясь завершающим этапом жизненного цикла транспортного средства, определяет возможность рециклинга, оказывает значительное влияние на показатели ресурсосбережения и экологичности. Алгоритм утилизации транспортных средств схематически представлен на рис. 5.2.

На рис. 5.3 изображена схема, отражающая взаимосвязи основных задач системы утилизации автотранспорта, создаваемых общественных благ и индикаторов результативности системы [6].



Рис. 5.2. Логистическая схема утилизации вышедших из эксплуатации автомобилей



Рис. 5.3. Схема формирования интегрального показателя результативности системы утилизации

Практическое занятие № 5. **«Проектирование схемы управления отходами»**

Методические рекомендации.

В 2019 г. в Республике Беларусь образовалось свыше 62,26 млн т отходов производства. Из общего объема наиболее значительный объем образования крупнотоннажных отходов: галитовых отходов и шламов галитовых глинисто-солевых – около 39,12 млн т; фосфогипса – 1600 тыс. т. По сравнению с 2018 годом увеличение объема образования отходов составило 2,5 %. Среди крупнотоннажных отходов следует отметить также увеличение по сравнению с 2018 г. объема образования фосфогипса с 787,64 тыс. т до 1600,59 тыс. т или на 203 %.

Образование отходов производства на территории Беларуси неравномерно: без учета галитовых отходов, глинисто-солевых шламов и фосфогипса 21,26 % отходов образуется на предприятиях, расположенных в Минской области; 18,69 % – в Могилевской; 14,11 % – в г. Минске; 13,99 % – в Гомельской; 18,43 % – в Гродненской; 9 % – в Брестской; 4,52 % – в Витебской.

Объем использования отходов производства без учета крупнотоннажных отходов в 2019 году составил 1827,98 тыс. т, уровень использования – порядка 85 %. Объем накопленных отходов на объектах хранения предприятий увеличился за 2019 г. на 5,1 % и составил на конец года свыше 1270,4 млн т.

Необходимо отметить, что в 2019 году предприятиями республики проведено более 1751 мероприятий, направленных на сокращение объемов образования и (или) накопления отходов производства (на 8 % больше, чем в 2018 году).

Система управления обращения с отходами в Республике Беларусь отражена на рис. 5.4.

Стратегия вывоза ТБО на свалки предусматривает их уничтожение путем захоронения с последующим получением биогаза, вырабатываемого в процессе гниения мусора. Стра-

тегия переработки отходов предусматривает в большинстве случаев последовательность операций по сбору, сортировке и конечной переработке ТБО во вторичное сырье. Компостирование – биохимический процесс разложения органической части ТБО микроорганизмами. В результате взаимодействия органических веществ, кислорода и бактерий выделяются углекислый газ, вода и тепло. Продуктом компостирования является органическое удобрение – компост или биотопливо (сырой компост).

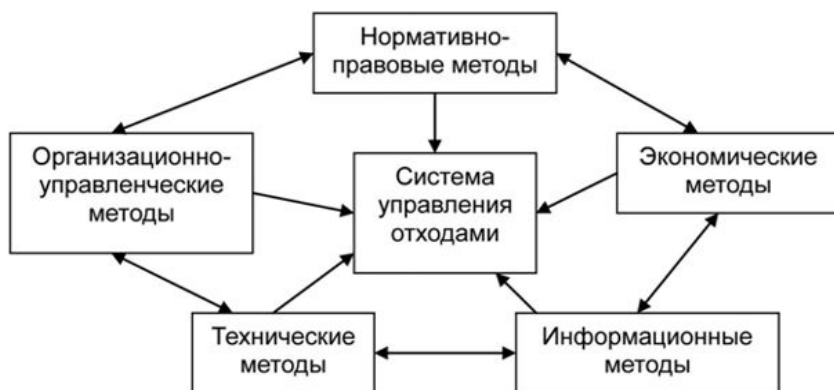


Рис. 5.4. Общая схема управления отходами

Типовые задачи по теме занятия.

Задача 5.1. Определить количество отходов деревообрабатывающего участка. В течение года расходуется 200 м^3 пиломатериалов. При обработке пиломатериалом на деревообрабатывающих станках образуются следующие отходы: обрезки пиломатериалов, стружки и опилки древесные чистые. Норматив образования отходов – 40 %, в том числе обрезки – 24 %, опилки и стружки – 16 %. Станки снабжены аспирацией. В качестве газоочистной установки (ГОУ) используется циклон с эффективностью 92 %. Плотность древесины – $0,6 \text{ г/м}^3$.

Задача 5.2. На сварочном участке расходуется 300 кг/год сварочных электродов. Рассчитать количество образующихся отходов. Норматив образования для огарков – 15 %, для сварочного шлака – 25 %.

Задача 5.3. Определить норматив образования отработанных люминесцентных ламп на хлебозаводе. Освещаемая площадь – 1200 м². Средний норматив освещенности – 200 лк. Для освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ-40 мощностью 40 Вт. Светоотдача ламп – 40 лм/Вт. Срок службы одной лампы – 12 000 ч. Масса одной лампы составляет 0,21 кг. Коэффициент использования ламп – 0,7.

Задача 5.4. Определить объем образования отходов ремонтно-механического цеха: ветошь х/б замасленная, лом абразивных кругов, растворители органические отработанные (керосин). Количество работающих основных и вспомогательных производств – 150 чел. Удельный норматив ветоши на одного работающего – 1 кг/год. Годовой расход для абразивных кругов толщиной 20 мм – 100 шт./год, толщиной 40 мм – 20 шт./год. Объем ванны при промывке деталей (750×750×300) – 0,167 м³. Процент заполнения – 70 %. Частота смены растворителя в ванне – 4 раза в год. Плотность керосина составляет 800 кг/м³.

6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕВЕРСИВНОЙ ЛОГИСТИКИ

6.1. Система экономических показателей реверсивной логистики

Ужесточение экологических норм, постоянное стремление к снижению затрат, растущие требования к качеству, конкурентная борьба – все это инструменты поиска оптимальных решений для предприятия, ставящего в центр своих интересов логистику. Рост объемов перемещаемых товаров по логистической цепи связан с ростом требований клиентов (обслуживание, возврат, гарантия) и вопросов, связанных с охраной

окружающей среды. Отсюда все больший интерес к постоянно развивающейся возвратной логистике, которая также называется «реверсивной логистикой». Однако упомянутые термины не всегда точно отражают ее сущность.

В литературе термин «возвратная логистика» встречается не так часто, поскольку данное направление в логистике появилось только в конце прошлого века. Одной из первых публикаций на эту тему была публикация Ламберта и Стока (1981), которые описали так называемое негативное понятие обратной логистики, как противоположность материальному потоку в логистических цепях, являющуюся неудобным процессом потока продуктов между компаниями. В 1989 г. Мерфи и Пойст определили возвратную логистику как поток продуктов в цепи поставок от потребителя к производителю. В последующие годы появились различные определения возвратной логистики, однако они отличались друг от друга. Э. М. Букринская, основываясь на обзоре различных определений обратной логистики, обозначает ее как «общие процессы управления потоками отходов (в том числе испорченных продуктов) и информации (связанной с этими потоками), от места их возникновения (появления) до места их назначения, с целью восстановления стоимости (путем ремонта, переработки или обработки) или надлежащей их утилизации и долгосрочного хранения таким образом, чтобы эти потоки были экономически эффективными и минимизировали негативное воздействие отходов природной среды человека».

Понятие эффективности, несмотря на предпринятые попытки в специализированной мировой литературе, в этом плане все-таки недостаточно точно и однозначно определяются и интерпретируются. По словам М. Н. Григорьева, «эффективность определяет соотношение затрат и достигаемых результатов, адекватных целям, установленным в программе действий. Здесь речь идет о рассмотрении вопроса о том, насколько далеко вложенные усилия гарантируют достижение желаемых

в будущем результатов и эффективности действий». В своем всеобщем представлении эффективность – это категория, которая отражает соответствующее отношение между целями, затратами и ожидаемыми эффектами в структурном и динамическом выражении. Эффективность можно рассматривать как системный и комплексный подход к стратегической оценке формирования и регулирования условий и способов деятельности в отношении структуры целей, затрат и ценностей для клиента и предприятия в их управленческой и предпринимательской деятельности [7].

Практическое занятие № 6.

«Оценка экономической и экологической составляющих реверсивной логистики»

Методические рекомендации.

В целях определения оптимального управления и логистики на предприятии необходимо производить оценку издержек, связанных с логистикой и приводящих к замораживанию продукции. Данный вопрос также лежит в области реверсивной логистики, и от того, насколько грамотно построена данная система, будет зависеть то, насколько быстро запасы смогут быть реализованы или использованы в производстве и в каком объеме могут быть использованы забракованные или неликвидные части продукции, материалов.

В практической методологии интерес представляет работа А. В. Селиванова, посвященная изучению показателей реверсивной логистики промышленных предприятий, а именно, следующие коэффициенты.

1. Коэффициент использования возвратных материальных ресурсов.
2. Коэффициент включения возвратных материалов.
3. Коэффициент обмена возвратных ресурсов.
4. Трудоемкость доставки возвратных ресурсов на рабочее место.

5. Коэффициент срока хранения возвратных материальных ресурсов.

Данные коэффициенты характеризуют масштабы и эффективность задействования возвратных материальных потоков в производственной деятельности предприятия.

Последним, но не менее важным вопросом, на который необходимо обратить внимание при изучении предприятия, является вопрос о получении первоначальных данных, позволяющих принять решение о создании структуры реверсивной логистики.

Первое, что имеет наибольшее влияние на занимаемое место реверсивной логистики в структуре предприятия, – это объемы возвратных потоков, их структура и управляемость (исключение составляют ситуации, когда по законодательным причинам предприятию необходимо иметь сложные системы управления возвратными потоками вне зависимости от их объемов и характеристик, например, в случаях особой утилизации опасных отходов).

Здесь и далее необходимо придерживаться важной оговорки – принятие решения о внедрении систем реверсивной логистики может лежать за пределами средних характерных значений. Иначе говоря, несмотря на целесообразность управления возвратными потоками, в том случае, когда такой менеджер будет приносить существенные доходы, руководитель предприятия может принять соответствующее решение, даже если мероприятия, направленные на восстановление материальных ценностей, не принесут прибыли. Либо из соображений экологической ответственности, либо следуя тенденциям повышения деловой репутации и конкурентоспособности при занятии сегмента рынка. Однако в большинстве случаев эффективность работы реверсивной логистики и постоянный положительный экономический эффект будут определяющими в вопросе создания соответствующей логистической структуры на предприятии. Среди наиболее важных показателей, поз-

воляющих определить необходимость и перспективы внедрения реверсивной логистики, следующие.

1. Соотношение объема производства/продажи и объема образующихся неликвидов/возвратов. В свою очередь, прямое выявление самих объемов возвратных потоков уже позволяет сделать предположение о возможных доходах (сокращении убытков) от их переработки и реализации. Сам же показатель характеризует современную систему хозяйствования и технологий продаж.

2. Соотношение доходов от реализации прямых и возвратных потоков на предприятии. Данный показатель является финансовым эквивалентом предыдущего и раскрывает картину масштабов возвратных потоков в денежном выражении.

3. Соотношение объемов поставляемых первичных материалов и объемов отгружаемых на утилизацию возвратных потоков. Благодаря данному элементарному показателю можно точно определить емкость реверсивной логистики в общей логистике предприятия и поставить вопрос о выделении данного подразделения на самостоятельной основе. Последний показатель представляет наибольший интерес с точки зрения прогнозирования объемов возвратных потоков и, как следствие, отражается на эффективности проводимой политики развития реверсивной логистики на предприятии[9].

Типовые задачи по теме занятия.

Задача 6.1. Рассчитать показатели эффективности обратной логистики: долю возвратных товарных потоков в общем объеме продаж предприятия; долю вторичных материальных ресурсов в общем объеме потребления материалов; долю переработанных материальных ресурсов в отходах; долю затрат на обратную логистику в выручке от реализации; рентабельность затрат на обратную логистику; удельную материалоемкость; эффективность затрат на обратную логистику. Оценить эффект от внедрения обратной логистики по показателям, представленным в табл. 6.1

Таблица 6.1

Исходные данные для решения задачи

Показатель	Прош- лый год	Отчет- ный год	Отклоне- ние (+, -)
Объем продаж товаров предприятия, млн руб.	120	150	
Объем производства продукции предприя- тия, млн руб.	130	150	
Потребление материальных ресурсов пред- приятием, млн руб.	90	105	
В том числе использованных вторичных материальных ресурсов: в стоимостном выражении, млн руб. в натуральном выражении, т	4,5 3	10,5 6	
Объем собранных материальных ресурсов (отходов), т	5	10	
Затраты предприятия на обратную логистику, млн руб.	5	4	
Объем возвратных потоков, млн руб.	13	10	
Чистая прибыль предприятия за отчетный период, млн руб.	12	22,5	

Тематика рефератов.

1. Индекс эффективности рециклинга.
2. Реверсивная логистика как основа экономической безопас-
ности предприятия.
3. Экономическая оценка и эффективность реверсивной
логистики.
4. Сбалансированная подсистема показателей возвратной
логистики промышленного предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ивуть, Р. Б. Логистика : учебное пособие / Р. Б. Ивуть. – Минск : БНТУ, 2020. – 495 с.
2. Ивуть, Р. Б. Транспортно-логистическая система Республики Беларусь : теория, методология, практика : монография / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2015. – 192 с.
3. Логистика: модели и методы : учебное пособие / П. В. Попов [и др.] ; под общ. и науч. ред. П. В. Попова, И. Ю. Мирецкого. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 272 с.
4. Дирко, С. В. Формирование логистической системы рециклинга вторичных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/74540/1/Dirko_S.V._18_24.pdf. – Дата доступа : 09.07.2021.
5. Ермолаева, Ю. В. Глобальные схемы управления отходами: глобализация vs централизованная континентализация [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://kpfu.ru/portal/docs/F_642986656/Download.pdf. – Дата доступа : 09.08.2021.
6. Акулова, А. А. Организация процесса утилизации автомобилей в Уральском районе : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. А. Акулова. – Екатеринбург, 2017. – 20 с.
7. Марченко, А. В. Эффективность логистики возвратных потоков / А. В. Марченко, Г. Б. Медведева [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/250798/1/157-161.pdf>. – Дата доступа : 09.08.2021.
8. Зуева, О. Н. Интеграционные процессы в реверсивной логистике вторичных ресурсов : монография / О. Н. Зуева, С. А. Шахназарян; М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал, гос. экон. ун-та, 2017. – 238 с.
9. Букринская, Э. М. Реверсивная логистика : учебное пособие / Э. М. Букринская. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 79 с.

10. Реверсивная логистика : учебно-методическое пособие / В. Л. Пилюшенко [и др.]. – Донецк : ВИКДонГУУ, 2009. – 217 с.

11. Ветрова, М. А. Возвратная логистика в управлении зелеными цепочками поставок продовольствия / М. А. Ветрова // Глобальные вызовы в экономике и развитие промышленности (INDUSTRY-2016) : материалы науч.-практ. конф. с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 21–23 марта 2016 г. ; под ред. А. В. Бабкина. – СПб., 2016. – С. 26–34.

Учебное издание

РЕВЕРСИВНАЯ ЛОГИСТИКА

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика»,
направления специальности 1-27 02 01-01 «Транспортная логистика
(автомобильный транспорт)»

Составитель

ПАВЛОВА Вероника Владимировна

Редактор *П. П. Горбач*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 14.12.2022. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,17. Тираж 100. Заказ 616.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.