УДК 656.6
DOI: 10.37890/jwt.vi88.725

Моделирование транспортно-логистических процессов с использованными поддонами в экономике замкнутого цикла

В.В. Цверов
ORCID: 0000-0003-0835-4615
Е.В. Разина
Волжский государственный университет водного транспорта», г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. На грузовых терминалах, перерабатывающих тарно-штучные грузы, образуются большие объемы не пригодных к использованию деревянных поддонов. В настоящее время на грузовых терминалах (морских и речных портах, железнодорожных станциях) основным вариантом обращения с ними является отправка на свалку. Но этот вариант в условиях старта с 2025 г. федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» в составе нацпроекта «Экологическое благополучие», в котором ставится задача максимально использовать материальные ресурсы и после прихода их в негодность по основному назначению, нельзя считать рациональным во всех случаях. В работе формируются модели транспортно-логистического процесса обращения с использованными деревянными поддонами, включающими: отправку их на свалку в не переработанном и переработанном в щепу виде; ремонт и вторичное использование в транспортно-логистическом процессе; переработку в мульчу и пеллеты с последующей продажей на рынке в качестве вторичных материальных ресурсов. Для разработанных моделей обращения с деревянными поддонами получены аналитические зависимости для оценки эффективности их использования, что позволяет принимать решение об целесообразном для склада или грузового терминала варианте обращения с ними.

Ключевые слова: деревянные поддоны; вторичные материальные ресурсы; грузовые терминалы; транспортно-логистический процесс; циркулярная экономика; моделирование; обращение с поддонами; логистический процесс

Modeling of transport and logistics processes with used wooden pallets in the circular economy

Vladimir V. Tsverov
ORCID: 0000-0003-0835-4615
Ekateruba V. Razina
Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract At cargo terminals that handle packaged cargo, large volumes of unusable wooden pallets are formed. Currently, at cargo terminals (sea and river ports, railway stations), the main option for handling them is to send them to a landfill. But this option cannot be considered rational in all cases in the context of the start of the federal project «circular economy» as part of the national project «environmental well-being», which sets the task of maximizing the use of material resources even after they become unusable for their main purpose. In the work, models of the transport and logistics process of handling used wooden pallets are formed, including: sending them to the landfill in unprocessed and chipped form; repair and reuse in the transport and logistics process; processing into chips and pellets with subsequent sale on the market as secondary material resources. For the developed models of handling wooden pallets, analytical dependencies were obtained to assess the efficiency of their use, which makes it possible to make a decision on the appropriate option for handling them for a warehouse or cargo terminal.

Keywords: wooden pallets; secondary material resources; cargo terminals; transport and logistics process; circular economy; modeling; pallet handling; logistics process

Введение

Деревянные поддоны являются одним из основных видов товарных носителей в различных отраслях промышленности, торговли и транспорта.

На них перевозится и хранится порядка 80% всех тарно-штучных грузов [1]. При этом обращение поддонов характеризуется средним срок службы - в 2-3 цикла [2]. Это приводит к задаче принятия решения о дальнейшей их использованных в транспортно-логистическом процессе.

Актуальность задачи определяется следующим:

– ежегодный объем производства деревянных поддонов для использования в транспортно-логистическом процессе в России достиг по поданным Busines Stat 67,5 млн шт. в 2024 г. и прогнозируется стабилизация производства на уровне 65–70 млн шт./год. [2, 3]. При этом решение о списании принимается с небольшим временным лагом, так срок их службы относительно небольшой;

– кроме того, на территории России в обороте находятся поддоны, на которых прибывают импортные грузы.

– Значительная часть поддонов выводится из эксплуатации. На перегрузочных терминалах причинами могут быть:

– поломки поддонов в ходе перегрузочных работ;

– потеря несущей способности по причине естественного старения;

– освобождения поддонов от груза в следствие принятой системы хранения груза на складе - без товароносителей;

– освобождения поддонов от груза в следствии принятой технологии размещения груза в транспортных средствах на последующем этапе транспортировки - без товароносителей;

– освобождения поддонов от груза из-за необходимости перегрузки груза на другие типы товароносителей, являющейся требованием системы хранения на складе;

– освобождения поддонов от груза из-за необходимости перегрузки груза на другие типы товароносителей, являющейся требованием размещения груза в транспортных средствах на дальнейшем пути маршрута доставки груза.

В результате на терминалах образуются большие объемы не используемых деревянных поддонов. При этом нерациональное обращение со списываемыми поддонами приводит к существенным экономическим потерям. Кроме того, существует острая экологическая проблема утилизации списанных поддонов.

Все это делает актуальным принятие рационального решения о дальнейшем транспортно-логистическом процессе с использованными деревянными поддонами.

Анализ опыта обращения с использованными деревянными поддонами

В Российской Федерации списание поддонов регулируется нормативами утилизации (до 20% для деревянной тары - по нормативам расширенной ответственности производителя), с обязательной переработкой или оплатой экологического сбора (3066 руб./т в 2020–2024 гг. [4]). Самостоятельная утилизация (сжигание) запрещена; требуется обращение к специализированным компаниям для дробления в щепу или вторичное использование [4]. При этом отсутствие единой системы и статистики по объемам списания приводит к накоплению отходов на складах, потери от которых оцениваются обходятся производству 25–30% [5].

В США, по данным отраслевых опросов в 2021 году [6,7], производство новых поддонов составляет 919 млн единиц (стрингерные - 77% производства, блочные - 19%). За счет ремонта и восстановления в число эксплуатируемых добавляется еще 280 мил единиц. Такой подход позволяет снижать затраты на товароносители приблизительно на 30%. Общий объем поддонов в обращении в США оценивается в 2,6–3,1 млрд единиц, из которых 90% деревянные, обеспечивающие около 80% внутренних поставок товаров.

В Китае в 2020 году насчитывалось более 1,55 млрд поддонов. Производство деревянных поддонов потребляет 10,69 млн тонн бревен (85% сырья), с общим потреблением материалов 12,51 млн тонн. Обращение характеризуется многократным использованием: легкие стрингерные поддоны выдерживают 10 поездок, тяжелые — до 38, блочные — 16-66 поездок, в зависимости от нагрузки и конструкции.

На предприятиях преобладают смешанные системы: в Польше значительная доля компаний применяет смешанный подход к использованию поддонов. Предприятия сочетают возвратные и невозвратные поддоны, при этом в 68% случаев 81-100% от общего объема поддонов имеют деревянные компоненты.

В США к обращению с деревянными поддонами применяется подход экономики замкнутого цикла (циркулярной экономики). Результаты применения циркулярного подхода к использованным деревянным поддонам:

– только 5% попадают на свалки после восстановления (13% до),

– остальное — переработка (37,3% досок повторно, 17,3% топливо, 40,4% мульча).

В 2021 году менее 1% массы утилизировался, 5% измельчалось (54% из них на биотопливо).

В Китае коэффициент отходов для деревянных поддонов — 58,6%, в основном на производстве, что выше, чем для пластиковых (0,12%) [7].

Сравнение вариантов обращения с использованными деревянными поддонами в США представлено в табл. 1.

Таблица 1

Результаты применения циркулярного подхода к использованным деревянным поддонам в США (2021 г., % от полученных поддонов) [1, 6, 7]

Путь	Доля (%)	Применение
Ремонт и продажа	78	Повторный оборот
Разборка для восстановления	11	Компоненты в новые поддоны
Повторное использование без ремонта	5	Прямой оборот
Измельчение	5	Биотопливо (54%), мульча (35%)
Свалка	<1	Утилизация

Одним из современных вариантов управления оборотом поддоном является пулинг паллет — это модель управления оборотной тарой, при которой компания пользуется стандартными деревянными поддонами, находящимися в собственности специализированного оператора. Вместо покупки или аренды паллет предприятие берет их во временное использование, оплачивая только период фактической эксплуатации [8].

Таким образом международный опыт показывает широкие возможности применения циркулярной экономики в сфере обращению деревянных поддонов.

Материалы и методы

При исследованиях процесса обращения с деревянными поддонами на грузовых терминалах и складах использованы теоретическая база [9, 10, 11] и законодательные акты по экономике замкнутого цикла [12], логистический и системный подходы к исследуемому объекту [13, 14] и основы моделирования логистических систем [15].

На их основе разработана модели обращения со списываемыми деревянными поддонами с разной степенью переработки их во вторичные материальные ресурсы. Для этих моделей на основе калькуляции затрат по логистическим операциям процесса обращения получены аналитические зависимости оценки их экономической эффективности.

Модели транспортно-логистических процессов обращения с использованными деревянными поддонами

Возможными решениями по использованным деревянным поддонам на грузовых терминалах и складах могут быть:

– отправка поддонов на свалку (в не переработанном виде) с соответствующей оплатой экологического сбора;

– повторное использование на терминале;

– продажа поддонов для дальнейшего использования;

– ремонт для продления эксплуатации;

– разборка для получения компонентов для производства новых поддонов;

– отправка на свалку с подготовкой к транспортировке путем дробления поддонов в щепу с помощью шредеров (для повышения использования транспортных средств по грузоподъемности при перевозках на свалку);

– переработка поддонов на топливо с последующей продажей;

– переработка поддонов на мульчу с последующей продажей;

– использование услуг оператора пулинга палет.

Сформируем модели транспортно-логистических процессов обращения с использованными поддонами (ТЛПОсИП) по этим вариантам и аналитические зависимости для оценки их экономической эффективности.

***Модель ТЛПОсИП 1 - с отправкой использованных поддонов на свалку (в не переработанном виде)**:*

1. Окончание использования поддонов в транспортно-логистическом процессе;
2. Складирование использованных поддонов на складе;
3. Хранение использованных поддонов на складе;
4. Погрузка использованных поддонов в транспортные средства (свои или наемные);
5. Транспортировка использованных поддонов на свалку;
6. Оплата экологического сбора.

Издержки ТЛПОсИП по модели 1 определяются по формуле 1:

$$И_{м1} = З_{СХС} + З_{П} + З_{Т} + З_{Э\,С}, \quad (1)$$

где $З_{СХС}$ – затраты на складирование и хранение использованных поддонов, подлежащих отправке на свалку, на складе, руб.;

$З_{П}$ – затраты на погрузку использованных поддонов в транспортные средства, руб.;

$З_{Т}$ – затраты на транспортировку использованных поддонов на свалку, руб.;

$З_{Э\,С}$– затраты на экологический сбор, руб.

Модель ТЛПОсИП 2 – с дроблением поддонов в щепу с помощью шредеров перед вывозом на свалку. Это позволяет повысить коэффициент использования транспортных средств по грузоподъемности при транспортировке на свалку и соответственно снизить расходы на эту. Издержки в модель с отправкой

использованных поддонов на свалку в переработанном в щепу виде определяются по формуле 2:

$$И_{м2} = З_{схс} + З_{пш} + З_{пщ} + З_{тщ} + З_{э\,с} \quad (2)$$

где $З_{Щ}$ – затраты на переработку списанных поддонов в щепу, руб.;

$З_{ПЩ}$ – затраты на погрузку щепы из поддонов в транспортные средства, руб.;

$З_{ТЩ}$ – затраты на транспортировку щепы из поддонов на свалку, руб.

Модель ТЛПОсИП 3 - с повторным использованием поддонов (рис. 1)*,* по данным [6] к ним относятся около 5% всех использованных поддонов.

Номерами на модели указана последовательность выполнении логистических операций:

1.Окончание использования поддонов в транспортно-логистическом процессе;

2. Перемещение поддонов из зоны тарно-штучных грузов на склад поддонов;

3. Складирование и хранение использованных поддонов;

4.Экспертиза состояния поддонов и сортировка по возможности дальнейшего использования:

4.1. Складирование и хранение поддонов, пригодных к эксплуатации

4.2. Складирование и хранение поддонов, подлежащих списанию.

5. Перемещение поддонов подлежащих списанию на склад отходов;

6. Хранение отходов;

7. Заключение договора поставки поддонов б/у;

8. Доставка поддонов б/у покупателям;

9. Оплата поставки поддонов б/у;

10. Заключение договора на захоронение отходов на полигоне;

11. Перевозка отходов на полигон;

12. Оплата экологического сбора.

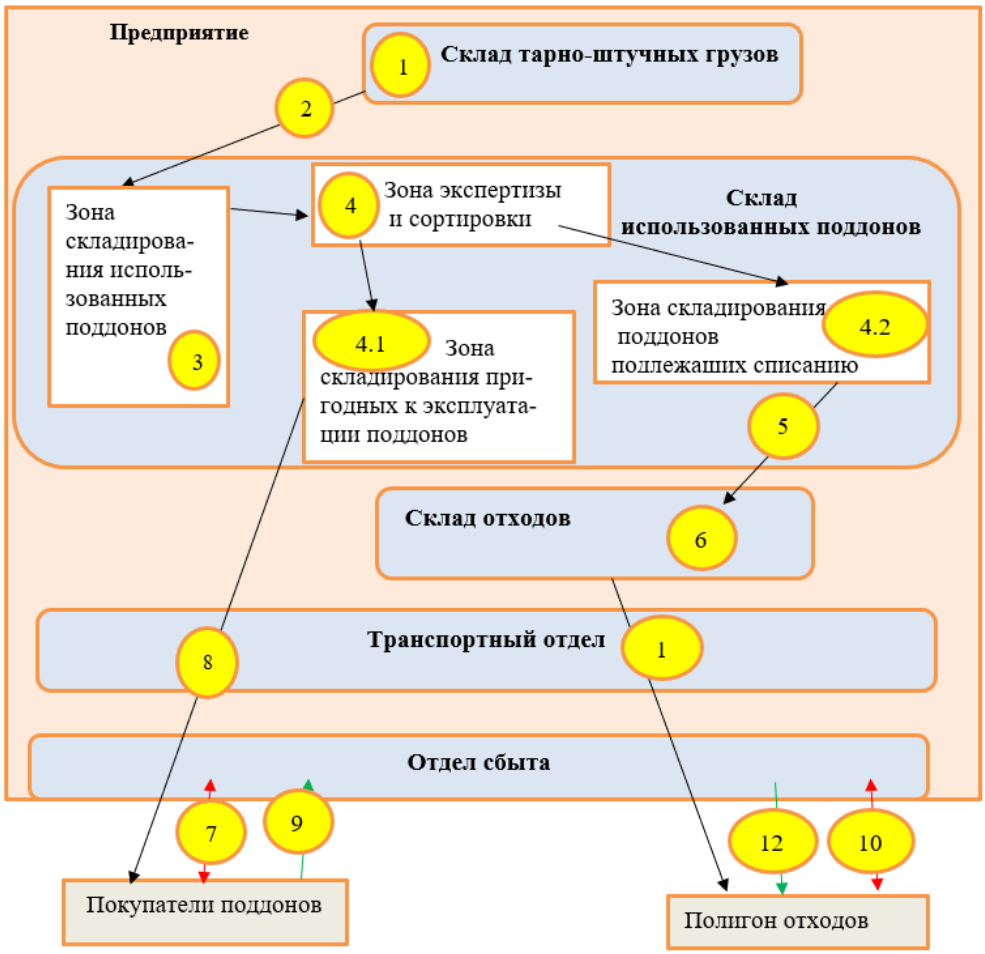


Рис. 1. Организационно-операционная модель ЛПсИДП 3 - с повторным использованием поддонов. Стрелками отражено направление потоков: черные – материальные потоки, зеленые – финансовые потоки

Экономический результат модели с повторным использованием поддонов определяется по выражению:

$$Э_{мз} = Д_{сип} + Э_{пип} - (З_э + З_{схпи} + З_{сх\,п} + З_{схс} + З_п + З_т + З_э + З_{сип}), \quad (3)$$

где $З_э$ – экспертиза состояния поддонов и сортировка по возможности дальнейшего использования, руб.;

$З_{сх\,пи}$ – затраты на складирование и хранение использованных поддонов, которые будут повторно использоваться на терминале, руб.;

$З_{сх\,п}$ – затраты на складирование и хранение использованных поддонов, которые подлежат продаже, руб.;

$З_{сип}$ – затраты на сбыт использованных поддонов, которые подлежат продаже, руб.;

$Д_{сип}$ – доходы от сбыта использованных поддонов, руб.;

$Э_{пип}$ – экономия затрат от повторного использования поддонов, руб.

Экономия затрат от повторного использования поддонов может быть приравнена к их стоимости на рынке использованных поддонов.

Модель ТЛПОсИП 4 - с ремонтом использованных поддонов (рис. 2). Является развитием ТЛПОсИП по модели 3 - с повторным использованием поддонов, заключающимся в том, что поддоны, классифицированные как «по техническому состоянию не могущие эксплуатироваться», не отправляются на свалку, а подлежат дополнительной сортировке с выделением подлежащих ремонту и восстанавливаются до эксплуатационного состояния, по данным [6] к ним относятся 78% всех использованных поддонов.

Последовательность выполнении логистических операций в модели следующая:

1.Окончание использования поддонов в транспортно-логистическом процессе;

2. Перемещение поддонов из зоны тарно-штучных грузов на склад поддонов;

3. Складирование и хранение использованных поддонов;

4.Экспертиза состояния поддонов и сортировка по возможности дальнейшего использования:

4.1. Складирование и хранение поддонов, пригодных к эксплуатации

4.2. Складирование и хранение поддонов, требующих ремонта для дальнейшей эксплуатации;

4.3. Складирование и хранение поддонов, подлежащих списанию.

5.2. Ремонт поддонов и отправка их на материальный склад;

5.2.1. Перемещение отремонтированных поддонов на склад поддонов пригодных к эксплуатации;

5.2.2. Перемещение отходов из зоны ремонта поддонов на склад отходов;

5.3.2. Перемещение поддонов подлежащих списанию на склад отходов;

6. Хранение отходов;

7. Заключение договора поставки поддонов б/у;

8. Доставка поддонов б/у покупателям;

9. Оплата поставки поддонов б/у;

10. Заключение договора на захоронение отходов на полигоне;

11. Перевозка отходов на полигон;

12. Оплата экологического сбора.

Экономический результат ТЛПОсИП по 4-й модели с ремонтом использованных поддонов определяется по выражению

$$Э_{М4} = Д_{СИП} + Э_{ПИП} - (З_{Э} + З_{СХПИ} + З_{СХП} + З_{СХС} + З_{П} + З_{Т} + З_{Э} + З_{СИП} + З_{СХР} + З_{РП}), \quad (4)$$

где $З_{СХ\ Р}$ – затраты на складирование и хранение на складе подразделения, занимающегося ремонтом поддонов, руб.;

$З_{РП}$ – затраты на ремонт поддонов, руб.

Модель ТЛПОсИП 5 - с переработкой неподлежащих ремонту поддонов в мульчу. Является развитием ТЛПОсИП по модели 4 - с ремонтом использованных поддонов, заключающимся в том, что поддоны, классифицированные как «требующие списания (не подлежащие ремонту)», не отправляются на свалку, а перерабатываются с помощью шредеров в мульчу, которая упаковывается в биг-бэги и продается на рынке. Это сокращает объемы вывоза на свалку до 5% от массы списываемых поддонов, и, соответственно, сокращает расходы на вывоз на свалку и платежи по экологическому сбору. Кроме того, позволяет получить дополнительный доход, который зависит от объема переработанных поддонов.

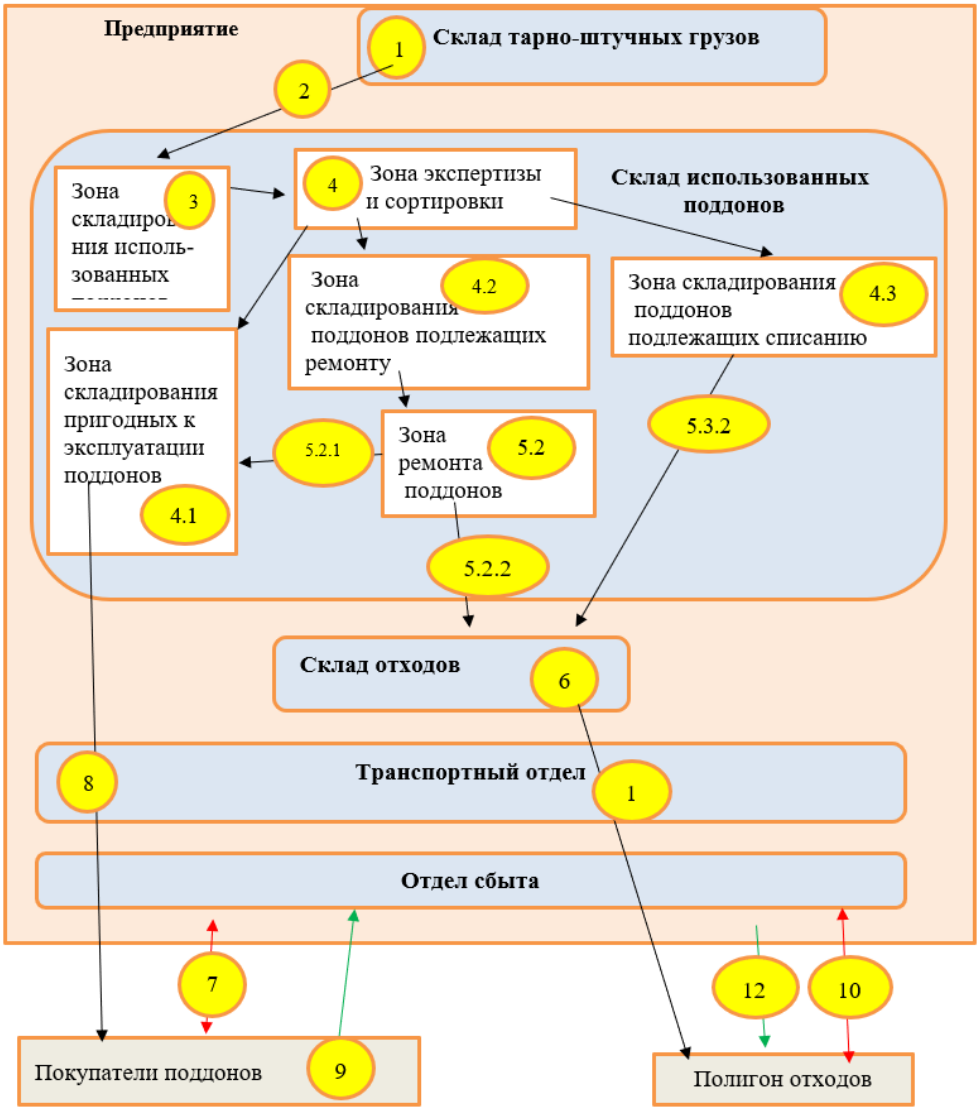


Рис. 2. Организационно-операционная модель ЛПсИДП 4 - с ремонтом использованных поддонов. Стрелками отражено направление потоков: черные – материальные потоки, зеленые – финансовые потоки

Экономический результат ТЛПОсИП по модели 5 определяется по выражению 5:

$$Э_{м5} = Д_{сип} + Э_{пип} + Д_{м} - (З_{э} + З_{схпи} + З_{сх\,п} + З_{схс} + З_{по} + З_{то} + З_{э} + З_{сип} + З_{схр} + З_{рп} + З_{му} + З_{см}), \quad (5)$$

где $Д_{М}$ – доходы от продажи мульчи из списанных поддонов, руб.;

$З_{МУ}$ – затраты на переработку списанных поддонов в мульчу и упаковку их в биг-бэги, руб.;

$З_{СМ}$ – затраты по сбыту мульчи из списанных поддонов, руб.

Модель ТЛПОсИП 6 - с переработкой неподлежащих ремонту поддонов в топливные гранулы (пеллеты). Является развитием ТЛПОсИП по модели 4 - с ремонтом использованных поддонов, заключающимся в том, что поддоны,

классифицированные как «требующие списания (не подлежащие ремонту)», не отправляются на свалку, а подлежат переработке с помощью шредеров в щепу, которая после этого отправляется на линию для производства топливных пеллет. Пеллеты упаковываются в мешки по 15 кг и продаются на рынке. Это сокращает объемы вывоза на свалку до 5% от массы списываемых поддонов, и соответственно сократить расходы на вывоз на свалку и платежи по экологическому сбору. Кроме того, позволяет получить дополнительный доход от продажи пеллет.

Экономический результат ТЛПОсИП по модели 6 - с переработкой неподлежащих ремонту поддонов продаже их в виде топливных гранул определяется по формуле 6:

$$Э_{м6} = Д_{сип} + Э_{пип} + Д_{п} - (З_{э} + З_{схпи} + З_{сх\,п} + З_{схс} + З_{по} + З_{то} + З_{э} + З_{сип} + З_{схр} + З_{рп} + З_{щ} + З_{сп} + З_{пп}), \quad (6)$$

где $Д_{П}$ – доходы от продажи топливных гранул из списанных поддонов, руб.;
$З_{ПП}$ – затраты на производство топливных гранул, руб.;
$З_{СП}$ – затраты по сбыту топливных гранул из списанных поддонов, руб.

Модель ТЛПОсИП 7 – с разборкой поддонов для получения компонентов для производства новых поддонов. Является развитием модели с ремонтом использованных поддонов, заключающимся в том, что поддоны, классифицированные как «требующие списания (не подлежащие ремонту)», не отправляются на свалку, а подлежат разборке на вторичные материальные ресурсы: комплектующие для новых поддонов и получения мульчи с помощью шредеров с упаковкой ее в биг-бэги и продажи на рынке. На них может проходиться порядка 11% всех использованных поддонов [6].

Экономический результат ТЛПОсИП по модели 7 определяется по формуле 7:

$$Э_{м5} = Д_{сип} + Э_{пип} + Д_{щм} + З_{к} - (З_{э} + З_{схпи} + З_{сх\,п} + З_{схс} + З_{по} + З_{то} + З_{э} + З_{сип} + З_{схр} + З_{рп} + З_{му} + З_{см} + З_{рп}), \quad (7)$$

где $З_{к}$ – стоимость комплектующих, полученных из списанных поддонов, руб.;
$З_{РП}$ – затраты на разборку поддонов на комплектующие, руб.

Апробация

Результаты расчетов экономического результата по семи приведенным моделям для ООО «ОптРесурс» приведены на рис. 3.

Вывод: из сформированных и рассмотренных девяти моделей обращения с использованными поддонами на терминалах и складах наименее эффективной является первая - с отправкой использованных поддонов на свалку (в не переработанном виде). При этом она является наиболее распространенной. Рациональность использования остальных восьми моделей зависит от размера потока использованных поддонов, особенностей транспортно-логистического процесса на терминале и условий рынка. В целом при формировании комплекса инфраструктуры транспорта [16] целесообразно предусматривать создание КСнОИП.

Заключение

Для решения актуальной задачи снижения экологической нагрузки на окружающую среду и повышения эффективности транспортно-логистических процессов авторами сформированы девять моделей обращения с использованными в

транспортно-логистическом процессе деревянными поддонами на грузовых терминалах и складах:

1)модель с отправкой использованных поддонов на свалку (в непереработанном виде);
2) модель с повторным использованием поддонов;
3) модель с ремонтом использованных поддонов;
4) модель с переработки неподлежащих ремонту поддонов с

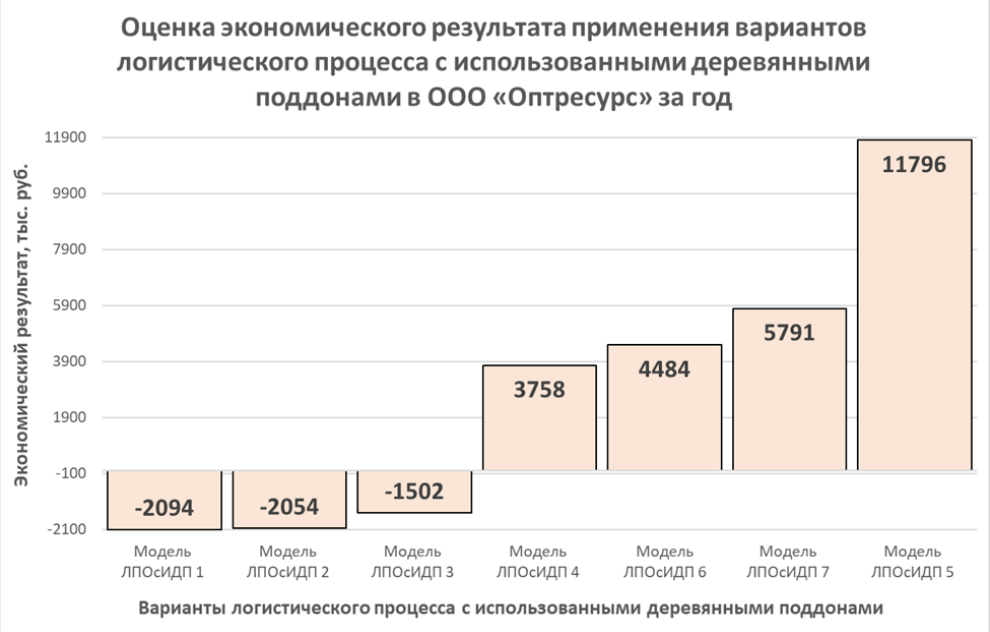


Рис. 3. Экономические результаты оценки вариантов ЛПОсИДП

4.1) дробление поддонов в щепу с помощью шредеров перед вывозом на свалку.
4.2) дробление поддонов в мульчу с помощью шредеров с упаковкой ее в биг-бэги для продажи на рынке;
4.3) переработка поддонов в топливные пеллеты;
4.4) разборка для получения компонентов для производства новых поддонов.

Предложены аналитические зависимости для оценки экономической эффективности применения моделей транспортно-логистических процессов обращения с использованными поддонами, что может позволить принять обоснованные решения по вариантам обращения с поддонами на грузовых терминалах и повысить эффективность их деятельности.

Список литературы

1. Investigation of the status of the wooden pallet market during the COVD-19 pandemic // bioresources.cnr.ncsu.edu URL: https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/investigation-of-the-status-of-the-wooden-pallet-market-during-the-covd-19-pandemic/ (дата обращения: 12.10.2025).
2. Анализ рынка деревянных поддонов (паллет) в России в 2020-2024 г, прогноз на 2025-2029 гг // BusinesStat URL: https://businesstat.ru/catalog/id11833/ (дата обращения: 20.09.2025).
3. Чемезов Е. А., Власов М. В. Анализ автоматизации производства деревянных поддонов // Вестник науки. 2024. №11 (80). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-avtomatizatsii-proizvodstva-derevyannyh-poddonov (дата обращения: 02.10.2025).

4. Борисова Т.А. Пулинг паллет как способ сохранения окружающей среды и повышения эффективности бизнеса // Новая экономика, бизнес и общество. 2023. С. 444-448.
5. Экологический сбор в 2024 году // www.trial-market.ru URL: https://www.trial-market.ru/obzory/ekologicheskij-sbor-v-2024-godu.html (дата обращения: 02.10.2025).
6. Переработка б/у поддонов: проблемы и перспективы // aorlk.ru URL: https://aorlk.ru/pererabotka-b-u-poddony-problemy-i-perspektivy/ (дата обращения: 02.10.2025).
7. Assessing the life-cycle environmental impacts of the wood pallet sector in the United States // www.sciencedirect.com URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621029255 (дата обращения: 12.10.2025).
8. Пулинг паллет: преимущества и особенности https://dagama.su/blog/puling-pallet-preimushchestva-i-osobennosti/ (дата обращения: 06.11.2025).
9. Валько Д. В. (2019). Циркулярная экономика: понятийный аппарат и диффузия концепции в отечественных исследованиях // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». № 2. С. 42–49. DOI: https://doi.org/10.17586/2310-1172-2019-12-2-42-49. (дата обращения: 28.02.2026)
10. Гурьева М. А. (2019). Теоретические основы концепта циркулярной экономики // Экономические отношения. Т. 9. № 3. С. 2311–2335. DOI: 10.18334/eo.9.3.40990.
11. Мочалова Л. А. Циркулярная экономика в контексте реализации концепции устойчивого развития // Journal of new economy. 2020. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-kontekste-realizatsii-kontseptsii-ustoychivogo-razvitiya (дата обращения: 28.02.2026).
12. Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» https://www.mnr.gov.ru/activity/environmental_well-being/federalnyy-proekt-ekonomika-zamknutogo-tsikla/ (дата обращения: 28.02.2026)
13. Семененко, А.И. Логистика. Основы теории: учебник / А.И. Семененко, В.И. Сергеев. – СПб. : Союз, 2001. – 544 с.
14. Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавриата. - 2-е. - М.: Юрайт, 2014. - 616 с. - ISBN 978-5-9916-4213-2.
15. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок / Пер. с англ. под ред. В. С. Лукинского - СПб.: Питер, 2006. - 720 с.
16. Коршунов Д. А. Формирование инфраструктуры комплекса внутреннего водного транспорта // Научные проблемы водного транспорта. 2022. No72(3). С. 111–120. DOI: 10.37890/jwt.vi72.289

References

1. Investigation of the status of the wooden pallet market during the COVID-19 pandemic // bioresources.cnr.ncsu.edu URL: https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/investigation-of-the-status-of-the-wooden-pallet-market-during-the-covd-19-pandemic/ (date of access: 12 October 2025).
2. Analysis of the wooden pallet market in Russia in 2020-2024, forecast for 2025-2029 // BusinesStat URL: https://businesstat.ru/catalog/id11833/ (date of access: 20 September 2025).
3. Chemezov E. A., Vlasov M. V. Analysis of automation of wooden pallet production // Bulletin of Science. 2024. No. 11 (80). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-avtomatizatsii-proizvodstva-derevyannyh-poddonov (accessed: 02.10.2025).
4. Borisova T.A. Puling pallet kak sposob sokhraneniya okruzhayushchey sredy i povysheniya effektivnosti biznesa // Novaya ekonomika, biznes i obshchestvo. 2023. S. 444-448.
5. Ekologicheskiy sbor v 2024 godu // www.trial-market.ru URL: https://www.trial-market.ru/obzory/ekologicheskij-sbor-v-2024-godu.html (data obrashcheniya: 02.10.2025).
6. Pererabotka b/u poddonov: problemy i perspektivy // aorlk.ru URL: https://aorlk.ru/pererabotka-b-u-poddony-problemy-i-perspektivy/ (data obrashcheniya: 02.10.2025).
7. Assessing the life-cycle environmental impacts of the wood pallet sector in the United States // www.sciencedirect.com URL:

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621029255 (data obrashcheniya: 12.10.2025).
8. Pallet pooling: advantages and features https://dagama.su/blog/puling-pallet-preimushchestva-i-osobennosti/ (accessed: 06.11.2025).
9. Val'ko D. V. (2019). Circular economy: conceptual apparatus and diffusion of the concept in domestic studies // Scientific journal of NRU ITMO. Series «Economics and environmental management». No. 2. pp. 42–49. DOI: https://doi.org/10.17586/2310-1172-2019-12-2-42-49. (accessed: 28.02.2026)
10. Guryeva M. A. (2019). Theoretical foundations of the circular economy concept // Economic relations. Vol. 9. No. 3. Pp. 2311–2335. DOI: 10.18334/eo.9.3.40990.
11. Mochalova, L. A. Circular Economy in the Context of Implementing the Sustainable Development Concept // Journal of New Economy. 2020. No. 4. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-kontekste-realizatsii-kontseptsii-ustoychivogo-razvitiya (Accessed: 28.02.2026)
12. Federal Project «Closed Cycle Economy» https://www.mnr.gov.ru/activity/environmental_well-being/federalnyy-proekt-ekonomika-zamknutogo-tsikla/ (Accessed: 28.02.2026)
13. Semenenko, A.I. Logistics. Fundamentals of Theory: Textbook / A.I. Semenenko, V.I. Sergeev. - St. Petersburg: Soyuz, 2001. - 544 p.
14. Volkova, V.N., Denisov, A.A. Systems Theory and Systems Analysis: Textbook for the Academic Bachelor's Degree. - 2nd. - Moscow: Yurait, 2014. - 616 p. - ISBN 978-5-9916-4213-2.
15. Shapiro J. Supply Chain Modeling / Translated from English, edited by V. S. Lukinsky - St. Petersburg: Piter, 2006. - 720 p.
16. Korshunov D. A. Formation of the infrastructure of the inland water complex Transport // Scientific Problems of Water Transport. 2022. No72(3). Pp. 111–120. DOI: 10.37890/jwt.vi72.289

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Цверов Владимир Викторович, профессор, д.э.н., кафедра логистика и маркетинг, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: v.tsverov@yandex.ru

Vladimir V. Tsverov, Professor, Doctor of Economics, Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603950, e-mail: v.tsverov@yandex.ru

Разина Екатерина Васильевна, магистрант кафедры логистики и маркетинга, «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: ecat.2014@yandex.ru

Ekaterina V. Razina, Master's Degree Student, Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterova Street, Nizhny Novgorod, 603950, e-mail: ecat.2014@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 12.03.2026; принята к публикации 22.06.2026; опубликована онлайн 20.09.2026. Received 12.03.2026; published online 20.09.2026.