

УДК 656.624.3

П. И. Филиппова

Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород,
e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

А. О. Ничипорук

Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород,
e-mail: nichiporouk@rambler.ru

Н. Е. Шумовская

Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Астрахань,
e-mail: gavrilinan.e@mail.ru

О. А. Харченко

Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Астрахань,
e-mail: Kharchenko2007@mail.ru

А. А. Корчагин

Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Астрахань,
e-mail: alexkor7224@gmail.com

**КОНЦЕПЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПЕРЕВОЗОК МЕТАЛЛОЛОМА С УЧАСТИЕМ РЕЧНЫХ ПОРТОВ**

Ключевые слова: Речные порты, перевозки металлолома, реверсивная логистика, качество и эффективность перевозок.

Статья посвящена вопросы повышения степени участия предприятий речного транспорта, прежде всего, портов в системе реверсивной логистике металлопродукции. Авторами рассмотрены существующие подходы к организации производства, доставки металлопродукции и её последующей утилизации и переработки. Произведенный анализ сложившихся схем участия различных видов транспорта в реверсивной логистике металлопродукции, а также публикаций, посвященных проблемам и направлениям совершенствования в рассматриваемой области, позволил определить возможные сферы участия воднотранспортных предприятий по сравнению с текущей практикой. Исходя из потенциальных вариантов расширения степени вовлеченности в реверсивную логистику речного транспорта, были сделаны предложения по диверсификации деятельности портов с целью оптимизации, повышения качества и эффективности перевозок и дополнительной обработки металлолома, которые в настоящее время осуществляются различными, в том числе нетранспортными организациями. Исходя из этого были сформулированы принципиальные положения концепции организационно-технологического обеспечения качества и эффективности перевозок металлолома с участием речных портов. Также предложены направления дальнейших исследований, конкретизации, детализации и формализации отдельных положений концепции.

P. I. Filippova

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

A. O. Nichiporuk

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, e-mail: nichiporouk@rambler.ru

N. E. Shumovskaya

Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F.M. Apraksin – the affiliation of the Volga State University of Water Transport, Astrakhan, e-mail: gavrilinan.e@mail.ru

O. A. Kharchenko

Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F.M. Apraksin – the affiliation of the Volga State University of Water Transport, Astrakhan, e-mail: Kharchenko2007@mail.ru

A. A. Korchagin

Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F.M. Apraksin – the affiliation of the Volga State University of Water Transport, Astrakhan, e-mail: alexkor7224@gmail.com

THE CONCEPT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR THE QUALITY AND EFFICIENCY OF SCRAP METAL TRANSPORTATION WITH THE PARTICIPATION OF RIVER PORTS

Keywords: river ports, scrap metal transportation, reverse logistics, quality and efficiency of transportation.

The article is devoted to the issues of increasing the degree of participation of river transport enterprises, primarily ports in the system of reverse logistics of metal products. The authors considered the existing approaches to the organization of production, delivery of metal products and its subsequent disposal and processing. The analysis of the existing schemes of participation of different modes of transport in the reverse logistics of metal products, as well as publications on problems and areas of improvement in the area under consideration, revealed the possible areas of participation of water transport enterprises compared to current practice. Based on potential options for increased river transport's involvement in reverse logistics, proposals have been made to diversify port activities in order to optimize, improve the quality and efficiency of transport and additional treatment of scrap metal, which are currently being carried out by various, including non-transport organizations. Based on this, the principles of the concept of organizational and technological support for the quality and efficiency of scrap metal transportation involving river ports were formulated. The directions of further research, concretization, detail and formalization of certain provisions of the concept are also proposed.

Введение

Популярность и все большее внедрение реверсивной логистики в цепях поставок различной продукции связано с рядом факторов [1-4]: возможность снижения расхода различных видов ресурсов; уменьшение отходов при производстве за счет их последующей переработки и повторного использования; снижение себестоимости производства продукции; получение дополнительных доходов при продаже отходов, которые могут быть переработаны; улучшение имиджа компаний, продвигающих идеи реверсивной логистики и зеленых технологий; снижение затрат на хранение отходов на свалках и в специализированных хранилищах, а также их утилизацию без повторного использования.

Перевозки металлолома являются транспортной составляющей реверсивной логистики металлургической промышленности [5-9]. При этом традиционно транспортные организации участвуют в перевозке металлолома (на пункты приема, от центров консолидации на металлургические заводы) без обслуживания других этапов, входящих в систему реверсивной логистики металлопродукции.

Наиболее активно для перевозок металлолома используются автомобильный и железнодорожный транспорт – автотранспортными средствами осуществляется доставка металлолома на приемные пункты и с них на центры сортировки и консолидации партий, железнодорожным транспортом груз далее доставляется на металлургические заводы для вторичной обработки. Водный транспорт (морской и речной) обслуживает перевозки партий металлолома от крупных грузоотправителей на металлургические предприятия, расположенные на водных путях или в непосредственной от них близости. При этом в последние годы в связи с распространением практики осуществления мелких отправок грузов популярность использования внутреннего водного транспорта для таких перевозок снижается.

По мнению авторов, в случае обоснования целесообразности и эффективности обслуживания речным транспортом не только этапа непосредственно перевозки металлолома, но также и вовлечения речных перегрузочных терминалов в систему реверсивной логистики металлопродукции, возможным представляется привлечение дополнительных и консолидация существующих

щих (но обслуживаемых другими предприятиями и видами транспорта) грузопотоков металлолома с большим участием в этих процессах воднотранспортных организаций.

Для обоснования целесообразности и эффективности участия воднотранспортных организаций (в особенности, портов и речных судоходных компаний) в системе реверсивной логистики металлопродукции, в частности, в схемах доставки и переработки металлолома, необходима, по нашему мнению, разработка соответствующего концептуального подхода, направленного на развитие и совершенствование существующей системы организации и обслуживания обусловленных перевозок.

Материалы и методы исследования

С учетом изложенного методология и этапы разработки концепции обеспечения качества и эффективности перевозок металлолома с участием речных транспортных предприятий представляются следующими:

1. Рассмотрение существующих схем производства металла и его последующей реверсивной логистики.

2. Определение места и роли различных видов транспорта в традиционных схемах производства металла, сбора металлолома и последующей его повторной переработки.

3. Выработка предложений по формированию новых логистических схем с многофункциональным участием транспортных организаций, в том числе непосредственно в этапах обработки металлолома.

4. Рекомендации по расширению роли речных портовых терминалов в перевозках и дополнительной обработке металлолома. Формирование возможных вариантов транспортировки лома речным транспортом для обеспечения его различного качества и осуществления различных вариантов переработки.

5. Разработка базовых положений, а также формализация концепции организационно-технологического обеспечения качества и эффективности перевозок металлолома с участием речных портов (с учетом новых предложенных схем и вариантов).

Обзор и анализ литературных источников и публикаций в области реверсивной логистики, производства, доставки и вторичной переработки металлургической продукции позволит нам определить, какие схемы производства металла и его последующей обработки имеют место в настоящее время,

какие виды транспорта участвуют в этих процессах, какие существуют проблемы и возможные направления развития и совершенствования в рассматриваемой сфере.

Результаты исследования и их обсуждение

В статье [5] представлено сравнение схем производства металла из железорудного концентрата и при использовании в качестве основного сырья металлолома. Показано, что при традиционной, более распространенной, схеме производства кроме руды в качестве сырья для обеспечения промышленного процесса также используется уголь, природный газ и электричество. Для обеспечения реверсивной схемы переработки лома необходимо только электричество. В этой же статье указано на примере США, что количество заводов, работающих в системе реверсивной логистики металлоизделий, составляет более сотни. При этом они обеспечивают половину объема производимой промышленной металлопродукции страны. При использовании второй схемы также сокращается зависимость металлопроизводителей от поставщиков руды, энергетических ресурсов (угля, газа). В этом отношении использование лома в качестве сырья может повысить мобильность и независимость промышленных предприятий, оптимизировать производственный процесс [10]. В статье [11] рассматриваются вопросы повышения степени участия внутреннего водного транспорта в перевозках грузов, в том числе и лома. Обращается внимание на то, что в большинстве случаев речной транспорт является конкурентоспособным по сравнению с другими видами транспорта в тех случаях, когда грузоотправитель (завод-производитель или обрабатывающее предприятие) располагается в непосредственной близости от водных путей. Соответственно, имеется возможность организации перевалки грузов сразу на водный транспорт (при наличии у предприятия оборудованных причалов или расположенного поблизости речного перегрузочного комплекса). Применительно к производству металла данное условие выполнимо только в том случае, если строительство промышленного предприятия изначально планируется для использования речного транспорта для перевозок. Однако для схемы сбора и перевозки металлолома вполне возможно перемещение центра переработки или консолидации

лома на территорию порта (или поблизости), так как перерабатывающие лом предприятия обладают большей географической мобильностью по сравнению с промышленными заводами.

Широко распространены в США, Европе и других странах перевозки лома навалом, без дополнительной подготовки к транспортировке и использования какой-либо тары [12-15]. Для таких перевозок активно привлекаются перевозчики автомобильного, железнодорожного и водного транспорта.

Существует возможность организации перевозок лома в контейнерах, что связано с тенденцией контейнеризации многих грузопотоков [13, 16-19]. При этом грузы, традиционно перевозившиеся в больших объемах навалом, частично также начинают транспортироваться в контейнерах. Однако неотсортированный лом является низкотарифицированным грузом, из-за чего дополнительные затраты на его загрузку без дополнительной обработки и подготовки к перевозке делают многие варианты транспортировки невыгодными. Дополнительные операции, такие как сортировка, измельчение и другие, повышают стоимость груза и его привлекательность для транспортных организаций. Однако предприятий, выполняющих эти операции, относительно небольшое количество, а выполняемые ими работы широко варьируются. Из-за этого возникают сложности построения надежных логистических схем сбора, транспортировки и переработки отходов, в том числе лома металлов [6]. В свою очередь, отсутствие определенности и стабильности реверсивной логистики ведет к невозможности построения эффективных схем переработки лома, а также к нежеланию контрагентов принимать в них активное участие.

Так, в статье [7] на примере Финляндии показано, что действующая система сборки, сортировки и доставки отходов на переработку не является эффективной. Отдельные этапы процесса реверса могут быть объединены в рамках одного предприятия, тогда как в настоящее время выполняются по отдельности. Из-за этого возникает необходимость в дополнительной транспортировке отходов, например, от мест сборки к пунктам сортировки. При этом обе операции вполне могут выполняться на одном терминале, сокращая непроизводительные затраты и необходимость в организации и содержании широкой сети различных обрабатывающих пунктов.

Вопрос централизации и децентрализации системы сбора и переработки отходов, а также отдельных элементов и этапов цепи реверсивной логистики, решается на основании многих факторов [4, 20]. Среди них, конечно, преобладают стоимостные критерии (стоимость сборки, сортировки, переработки, транспортировки на различных этапах), но также должны учитываться факторы социального и рыночного характера (качество получаемых в итоге изделий, одобрение со стороны общества, государственное регулирование, степень удовлетворения потребителей). Следует отметить, что уже имеются технологические решения, способные повысить эффективность сбора и транспортировки металлолома. Для очистки и сортировки лома можно использовать автоматическое оборудование [21]. Таким образом, сокращаются расходы на содержание рабочих, выполняющих данные трудовые функции, а также, и это главное, снижается вероятность травматизма среди людей на указанных работах.

Для повышения степени использования грузоподъемности и грузместимости подвижного состава перед погрузкой лом целесообразно измельчать, либо использовать технологию брикетирования (после этого лом можно перегружать как генеральный груз, а не навалочный) [22]. Это значительно упрощает перевозку груза, проведение перегрузочных работ, обеспечение сохранности и точности определения количества груза в отличие от перевозки навалом [23, 24], а также дает возможность использования других схем механизации и оборудования, более универсальных и имеющихся в распоряжении на большинстве терминалов.

Таким образом, вариантов построения логистических схем переработки металлолома может быть большое количество. Число же вариантов транспортного обеспечения каждого этапа предполагаемой реверсивной схемы может быть еще больше, поскольку для обеспечения перевозок лома в зависимости от степени его переработки, количества и качества может отличаться подвижной состав, перегрузочное оборудование и характеристика выполняемых операций транспортного процесса. При этом желательно, чтобы избранная схема транспортного обеспечения была наиболее эффективной из всех возможных, а также обеспечивала доходность всех участников в реверсивной логистической цепи.

При типовой схеме производства в металлургической промышленности на карьерах (в шахтах, рудниках) осуществляется добыча сырья, которое затем доставляется на горно-обогатительное предприятие (фабрику). Как правило, оба этапа совмещаются в рамках одной организации, а указанные объекты размещаются в непосредственной близости друг от друга. Последнее обстоятельство определяется тем фактом, что транспортировка сырья (железородного концентрата) непосредственно на металлургический завод или на далеко расположенную обогатительную фабрику экономически нецелесообразна.

После обогащения сырье (в виде, например, железородных окатышей, более пригодных для перевозки) доставляется на металлургический завод, где осуществляется производство металлопродукции. Полученная продукция может поставляться непосредственно потребителям напрямую, а может через сеть дистрибуции.

Система переработки использованной продукции предполагает наличие сети сборочных пунктов, в которых осуществляется консолидация потоков металлолома. После сборки металлолом доставляется на сортировочные пункты (либо единый крупный сортировочный центр). В зависимости от степени пригодности металлолома к переработке он после сортировки направляется в центр утилизации либо, согласно устаревшей схеме, на хранение. После переработки металлолом становится пригодным для повторного использования в качестве сырья для металлопродукции, поэтому отправляется на соответствующие предприятия.

Из представленного описания следует, что система реверсивной логистики металлопродукции предполагает значительное количество перемещений груза и связанных с этим транспортных операций. При этом в транспортировке могут участвовать различные виды транспорта, что нами показано на рисунке 1.



Рис. 1. Схема реверсивной логистики производства металлопродукции и переработки металлолома с указанием участия различных видов транспорта в обеспечении перевозок на отдельных этапах: А – автомобильный транспорт; Ж – железнодорожный транспорт; В – водный транспорт

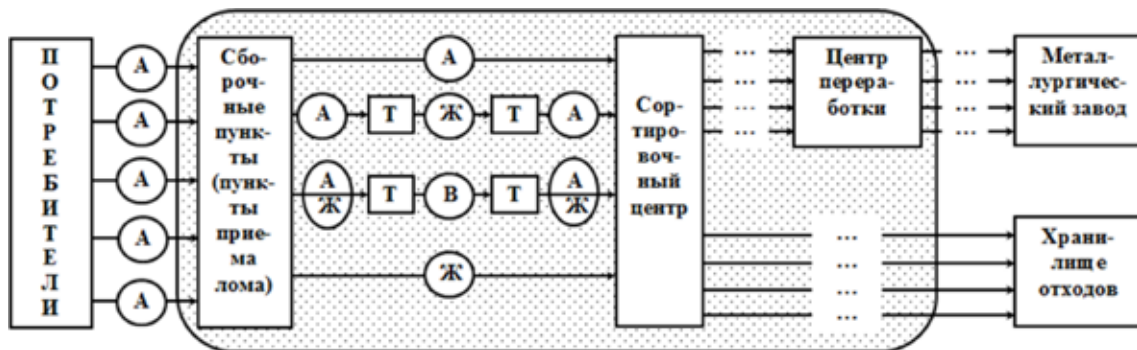


Рис. 2. Транспортно-логистические схемы доставки металлолома с участием различных видов транспорта в системе реверсивной логистики производства металлопродукции.

А – автомобильный транспорт; Ж – железнодорожный транспорт; В – водный транспорт; Т – перегрузочный терминал



Рис. 3. Транспортно-логистические схемы доставки металлолома с различными вариантами расширения участия речных портов в системе реверсивной логистики производства металлопродукции: А – автомобильный транспорт; Ж – железнодорожный транспорт; В – водный транспорт

Вполне естественно предположить, что предполагаемые для объединения операции, такие как сборка, сортировка и переработка металлолома, не могут осуществляться малыми предприятиями. Они должны выполняться на базе крупной организации, способной обеспечить как необходимую инфраструктуру (сортирующее, измельчающее, плавящее, прессующее оборудование), так и осуществлять поэтапное перемещение металлолома без привлечения сторонних перевозчиков. Такой организацией может выступать мультимодальный перегрузочный комплекс, например, речной порт.

В зависимости от финансовых, технических и технологических возможностей можно выделить несколько принципиальных вариантов диверсификации деятельности портов и расширения степени их участия и осуществляемых функций в системе доставки и переработки металлолома. Основные направления подобной диверсификации показаны нами на рисунке 3.

Как видно, в порту отправления может быть организовано выполнение операций по сборке металлолома, его сортировке и переработке. Тем самым оптимизируется работа всей логистической цепи доставки и переработки металлолома, устраняются отдельные этапы транспортировки (и соответственно лишней перегрузки с одного вида транспорта на другой). В результате достигается повышение эффективности всей рассматриваемой транспортно-логистической системы, а также упрощение выполнения различных операций.

Следует отметить, что предлагаемая диверсификация деятельности и расширение

функций портов в системе доставки и переработки металлолома, с одной стороны, сулит речным предприятиям привлечение дополнительных доходов, а также повышение качества и тарифной стоимости перерабатываемого груза. С другой, для организации выполнения обозначенных операций необходима модернизация технологического процесса работы порта, закупка дополнительного оборудования и проведение ряда инфраструктурных изменений (расширение складов или переназначение использования складских помещений, изменение маршрутов движения перегрузочной техники, перемещение существующих и постройка новых объектов внутренней инфраструктуры порта). Таким образом, вовлечение портов в процесс переработки металлолома еще на стадии его перевозки должно давать большой экономический эффект по сравнению с ожидаемыми затратами на его организацию. В противном случае внедрение новых схем будет нецелесообразно.

Если рассматривать интересы клиентов данной реверсивной логистической системы, то здесь также наблюдается двоякая ситуация. С одной стороны, консолидация и упорядочивание грузопотоков, повышение качества поставляемого на металлургические предприятия металлолома – это очевидные плюсы нововведений. Однако тарифы на выполнение новых, непрофильных операций портами в итоге могут оказаться выше, чем у предприятий, выполнявших эти операции ранее. Следует учитывать, что конечных потребителей металлолома интересует не выстроенная, пусть и оптимизированная логистическая цепь постав-

ки, а конечное качество и стоимость сырья (металлолома). Поэтому, если конечная цена поставки металлолома, а также его качество будут соответствовать требованиям клиентуры (либо быть лучше, чем в конкурентных схемах доставки), новая система организации доставки лома с участием речных портов будет являться привлекательной для потребителей.

Таким образом, основные положения концепции организационно-технологического обеспечения качества и эффективности перевозок металлолома с участием речных портов будут заключаться в следующем:

- деятельность транспортных организаций в рамках системы доставки металлолома должна быть эффективной (то есть обеспечивать желаемую доходность);

- стоимость перевозок, транспортно-экспедиционных и прочих услуг, оказываемых грузовладельцам и другим контрагентам в рамках системы доставки металлолома, должна быть минимальна или находиться на конкурентном уровне (по сравнению с альтернативными системами доставки и схемами организации перевозок);

- перевозки и другие операции, осуществляемые с металлоломом, должны обеспечивать поддержание его качества (либо минимизацию его снижения при невозможности обеспечения полной сохранности груза). Также, по возможности, должно обеспечиваться повышение качества металлолома или его приведение к уровню качества, требуемому (желательному) грузополучателями (потребителями);

- мероприятия по приведению качества металлолома в соответствие с требованиями клиентуры должны давать дополнительный эффект (доход) транспортным и другим организациям;

- стоимость мероприятий по дополнительной качественной обработке металлолома должна быть для клиентуры ниже (либо находиться на том же уровне), чем при использовании альтернативных (существующих) вариантов перевозки и переработки груза;

- используемая система организации доставки и переработки металлолома должна в максимальной степени учитывать современные прогрессивные критерии, такие как экологичность и безопасность технологических процессов, минимизация потерь груза, своевременность доставки.

Выводы

Предложенные положения и концепция могут быть использованы для оптимизации взаимодействия участников логистических цепей доставки металлопродукции и её последующей переработки, определения сфер эффективного взаимодействия и участия в перевозках и обработке металлолома речных транспортных предприятий, в особенности, портовых терминалов.

В дальнейшем для формализации представленных положений может быть разработана концептуальная модель в виде системы уравнений (неравенств), отражающих интересы контрагентов в системе реверсивной логистики металла и металлопродукции.

Общее требование к модели заключается в необходимости обеспечения эффективности функционирования системы доставки и требуемого качества металлолома для всех участников. Часть положений концепции, отражающая необходимость предоставления конкурентоспособных услуг и их соответствия государственным и общественным требованиям (безопасность, экологичность и др.), может быть представлена в виде дополняющих модель ограничений.

Можно предположить, что модель в глобальном виде будет являться бикритериальной задачей (с одной стороны экономические интересы транспортных организаций, с другой – экономические, экологические и другие требования со стороны грузовладельцев, государственных органов и общественных организаций). Однако следует учитывать, что в рамках обеспечения эффективности работы системы транспортные организации и их клиенты также могут быть представлены в форме множества контрагентов, со своими наборами внутренних критериев и различной степенью их важности. Это, в свою очередь, потребует уточнения модели и входящих в нее ограничений. Возможно, в рамках каждого выражения придется формировать свои системы уравнений и неравенств, отражающих необходимость оптимизации и учета интересов всех участников транспортного или производственного процесса (перевозчиков, экспедиторов, владельцев терминалов, стивидоров, сборщиков и сортировщиков металлолома, металлургических предприятий и других).

Как нами уже упоминалось ранее, отдельные этапы существующей (типовой)

системы сбора, переработки и транспортировки металлолома могут быть объединены и осуществляться в рамках одного предприятия. В качестве такого предприятия может выступать речной перегрузочный терминал (порт), если схема доставки предполагает использование водного транспорта.

Целесообразность и эффективность использования той или иной технологии переработки и логистической схемы доставки металлолома с участием речных портов можно будет определить, используя сформулированные концептуальные положения и соответствующие модели.

Библиографический список

1. Akdoğan M.Ş., Coşkun A. Drivers of Reverse Logistics Activities: An Empirical Investigation, *Procedia – Social and Behavioral Science*. 2012. № 58. DOI:10.1016/j.sbspro.2012.09.1130.
2. Al-Babtain A. Optimal Control of Reverse Logistics Model with Logistic Demand and Return Rates, *Applied Mathematical Sciences*. 2010. Vol. 4. № 52. URL: <http://www.m-hikari.com/ams/ams-2010/ams-49-52-2010/babtainAMS49-52-2010.pdf>.
3. Harris I., Naim M., Mumford C. A review of infrastructure modelling for green logistics, *Global Supply Chains: Developing Skills, Capabilities and Networks*, Logistics research Network Conference. 2007. URL: https://www.researchgate.net/profile/Christine-Mumford/publication/237449330_A_review_of_infrastructure_modelling_for_green_logistics/links/02e7e52cbc7db7aa6100000/A-review-of-infrastructure-modelling-for-green-logistics.pdf.
4. Tan A., Chanchaichujit J. A Decision Making Framework for Reverse Logistics Network Design, MIT Global Scale Network, Working Paper Number (16-05). 2016. URL: https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/104649/Tan_workingpaper_title_v2.pdf?sequence=1.
5. Barnes W., Dhanda K.K. Reverse Logistics And Clean Technology Adoption: The Case Of The Steel Industry, *International Business & Economics Research Journal (IBER)*. Vol. 6. Number 9. 2007. DOI:10.19030/iber.v6i9.3401.
6. Khaliq A., Rhamdhani M.A., Masood G.B., Masood S. Metal Extraction Processes for Electronic Waste and Existing Industrial Routes: A Review and Australian Perspective, *Resources*. 2014. Vol. 3. DOI:10.3390/resources3010152
7. Lehtinen U., Poikela K. Challenges of WEEE on reverse logistics: a case study on a collection network in Finland, *Proceedings of Logistics Research Network Annual Conference 2006*. URL: <https://www.academia.edu/download/41583869/kongressipaperi.pdf>.
8. Martinsen K., Gulbrandsen-Dahl S. Use of post-consumer scrap in aluminium wrought alloy structural components for the transportation sector, *The 22nd CIRP conference on Life Cycle Engineering, Procedia CIRP* 29. 2015. DOI:10.1016/j.procir.2015.02.072.
9. Yusuf I., Raouf A. Reverse logistics: an empirical study for operational framework, *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*. 2013. Vol. 50(3). URL: [https://paspk.org/wp-content/uploads/proceedings/50,%20No.3/74e7a60fPAS%20Proc%2050%20\(3\)%20Sep%202013%20a.pdf#page=2](https://paspk.org/wp-content/uploads/proceedings/50,%20No.3/74e7a60fPAS%20Proc%2050%20(3)%20Sep%202013%20a.pdf#page=2).
10. Comtois C., Slack B. Dynamic determinants in global iron ore supply chain, *Interuniversity Research Centre on Enterprise Networks, Logistics and Transportation (CIRRELT)*. 2016. URL: <https://www.cirrelt.ca/documentstravail/cirrelt-2016-06.pdf>.
11. Milewski D. Inland water transport in the Baltic Sea Region (BSR) Transportation System, Poland: University of Szczecin. 2011. URL: <https://www.yumpu.com/en/document/read/8901758/inland-water-transport-in-the-baltic-sea-region-bsr-transbaltic>.
12. Churchelauri M. Maritime transport cluster developmant in Georgia, *Institutional Repository of Vadym Hetman Kyiv National Economic University*. 2019. URL: https://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/31851/sbfv_19_4.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
13. Gasparotti C., Modiga A., Domnisoru L., Rusu E. The recent dynamics of the navigation and main harbour operations in the area of the maritime Danube, *International Conference on Traffic and Transport Engineering – Belgrad*. 2016. URL: https://www.researchgate.net/profile/Carmen_Gasparotti/publication/310990753_THE_RECENT_DYNAMICS_OF_THE_NAVIGATION_AND_MAIN_HARBOR_OPERATIONS_IN_THE_AREA_OF_THE_MARITIME_DANUBE/links/583c170408ae502a85e3843e/THE-RECENT-DYNAMICS-OF-THE-NAVIGATION-AND-MAIN-HARBOR-OPERATIONS-IN-THE-AREA-OF-THE-MARITIME-DANUBE.pdf.

14. Montwiłł A. Trends in the development of European inland freight transport, Scientific Journals Maritime University of Szczecin. 2014. № 37(109). URL: <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element/baztech-664d9d27-9aa2-4401-be5b-ab1ddb250bce>.
15. Tong J., Nachtmann H. Economic Analysis of Disruptions on the Mississippi River: An Engineering Economy Educational Case Study, ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, Louisiana. 2016. URL: <https://peer.asee.org/economic-analysis-of-disruptions-on-the-mississippi-river-an-engineering-economy-educational-case-study.pdf>.
16. Минеев В.И., Иванов В.М., Иванов М.В. Оценка состояния и перспектив развития контейнерных перевозок внутренним водным транспортом // Научные проблемы водного транспорта. 2020. № 63. С. 123-137. DOI:10.37890/jwt.vi63.83
17. Purtskhvanidze G., Gvetadze V., Varshanidze V., Turmanidze T. A port community system of Georgia and its role in world maritime transport, International Scientific Journal «Trans Motauto World». 2018. Vol. 3. Issue 3. URL: <https://stumejournals.com/journals/tm/2018/3/131.full.pdf>.
18. Ślusarczyk B. Transport importance in global trade, ALS. Advanced Logistic Systems. Theory and Practice. 2010. Vol. 4. URL: http://web.alt.uni-miskolc.hu/als/cikkek/2010/ALS4_p186_192_Slusarczyk.pdf.
19. Yeh H.-Y., Yeh H.-G., Choudhury P. Loading and Unloading Containers: Examining the Efficiency of Goods Movements, California State University, Long Beach. 2007. URL: <https://www.metrans.org/research/loading-and-unloading-containers-examining-the-efficiency-of-goods-movements>.
20. Sangwan K.S. Key activities, decision variables and performance indicators of reverse logistics, The 24th CIRP conference on Life Cycle Engineering, Procedia CIRP 61. 2017. DOI:10.1016/j.procir.2016.11.185.
21. Jack K.E., Essien U.A., Bamisaye O.S., Paul K.O., Ozoemela E.E., Gbejoro G.O. Development of an Intelligent Mobile Metal Scrap Separating and Cleaning System Model, International Journal of Current Engineering and Technology. 2020. Vol. 10. No. 3. DOI:10.14741/ijcet/v.10.3.7.
22. Javaid A., Essadiqi E. Final Report on Scrap Management, Sorting and Classification of Steel, Technical Report. 2003. DOI:10.13140/RG.2.2.29333.12003.
23. Коршунов Д.А., Ничипорук А.О., Телегин А.И. Методика определения и алгоритм учета потерь навалочных грузов при доставке в смешанном сообщении // Морские интеллектуальные технологии. 2018. № 4-2(42). С. 121-125.
24. Телегин А.И., Ничипорук А.О., Малышкин А.Г. Методика определения эффективности при внедрении приборов для точного измерения осадки судов // Научные проблемы водного транспорта. 2020. № 65. С. 157-164. DOI:10.37890/jwt.vi65.139.