

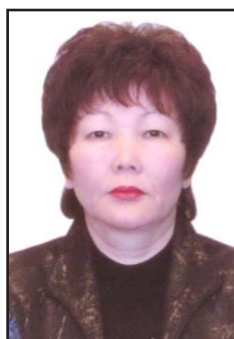


Инновации в области зелёной логистики¹



Никита ОСИНЦЕВ
Nikita A. OSINTSEV

Александр РАХМАНГУЛОВ
Alexander N. RAKHMANGULOV



Вера БАГИНОВА
Vera V. BAGINOVA

Осинцев Никита Анатольевич — кандидат технических наук, доцент Магнитогорского ГТУ им. Г. И. Носова, Магнитогорск, Россия.
Рахмангулов Александр Нельевич — доктор технических наук, профессор Магнитогорского ГТУ им. Г. И. Носова, Магнитогорск, Россия.
Багинова Вера Владимировна — доктор технических наук, профессор Российского университета транспорта (МИИТ), Москва, Россия.

Innovations in the Sphere of Green Logistics
(текст статьи на англ. яз. —
English text of the article is at p. 229)

В последнее десятилетие на транспорте утвердилось научное направление, ориентированное на повышение экологичности и основанное на принципах устойчивого развития, — «зелёная» логистика. В статье представлен обзор исследований в этой области на примере зарубежных и российских проектов. Показано, что существующие подходы, методы и инструменты «зелёной» логистики носят разрозненный характер, их использование приводит к принятию противоречивых решений, не способствующих планомерному снижению вредного воздействия транспорта на окружающую среду. Авторами предложен свой подход к систематизации принципов и методов «зелёной» логистики, который позволит формировать более сбалансированные программы повышения экологичности и эффективности функционирования транспортных систем.

Ключевые слова: транспорт, устойчивое развитие, зелёная логистика, логистика, экология, окружающая среда.

Рассмотрение «зелёной» логистики как элемента концепции устойчивого развития предполагает прежде соблюдение 27 принципов устойчивого развития [1], принятых на конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 году. И первоначально «зелёная» логистика жила в прямом соответствии с положениями пунктов 20–22 «Повестки дня на XXI век» конференции ООН и действия её сторонников касались главным образом решения проблем экологии, удаления различных отходов, включая их транспортировку. Реализация «зелёных» принципов в других функциональных областях логистики осложнялось тем, что существует противоречие между логистическими принципами, направленными на максимизацию прибыли и обеспечение экономического роста, и деятельностью, связанной со снижением вредного воздействия на окружающую среду.

Анализ работ отечественных и зарубежных учёных показал, что в современной

¹ Окончание. Начало: МТ, 2018, № 2.

научной литературе отсутствуют чётко сформулированные принципы «зелёной» логистики [3]. Самые разные авторы как очень близкими оперируют понятиями «принцип», «метод», «способ», «правило», «практика», «решение», «инструменты» применительно к интересующей нас области деятельности. Поэтому актуальной становится задача определения общего и специфического, вкладываемых в эти понятия. Выделяемые при этом особенности по принадлежности к «зелёному», да и вся полифоническая картина исследовательского поля тоже любопытны.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ

Исследователи из Австралии [4] отмечают неравномерное распределение публикаций по проблемам управления «зелёными» цепями поставок среди научных организаций из различных стран. Ими проанализировано 1586 работ, представленных в международных наукометрических системах, и получены следующие результаты: публикации из Европы составляют 39,41 %, США — 28,99 %, Азии — 22,57 %, Канады и Океании — по 4,36 %, Южной Америки — 1,21 %. В то же время Россия, Казахстан и большинство стран африканского континента не представлены в системах Scopus и Web of Science по данной проблематике.

Зарубежные учёные выделяют семь основных преимуществ [5] «зелёной» логистики и «зелёных» цепей поставок:

- Положительное влияние на финансовые показатели. Как правило, рассматривается их эффективность в долгосрочной перспективе.

- Устойчивость ресурсов, то есть эффективное использование производственных ресурсов организации.

- Снижение затрат и повышение эффективности. Умелое управление ресурсами (в т.ч. уменьшение отходов, их утилизация и повторное использование) способствует снижению эксплуатационных издержек, уменьшению штрафов, а также использованию налоговых льгот и прочих экономических инструментов.

- Дифференциация продукта и конкурентное преимущество. Позиционирование услуг и продукции как экологически чистых позволяет привлекать выгодных заказчиков (партнёров), укрепляет имидж компании.

- Регулирование и уменьшение риска. Внедрение «зелёных» технологий снижает риск привлечения к ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и использование неэтичных практик ведения бизнеса.

- Качество услуг и продукции. Организации, которые производят технологически продвинутую и безвредную для окружающей среды продукцию, повышают имидж бренда и репутацию у покупателей.

- Вовлечение общества, партнёров по цепи поставок, сотрудников, поставщиков и клиентов к разработке и реализации долгосрочных «зелёных» решений. Это способствует укреплению отношений с клиентами, формирует и развивает корпоративное гражданство и социальную корпоративную ответственность.

В работе [6] авторами выделено шесть основных предметных областей исследования управления «зелёными» цепями поставок:

- политика (policy) — вопросы деловой этики и корпоративной социальной ответственности, экологические аудиты, охрана окружающей среды, соблюдение требований законодательства в области экологии;

- обобщение (synthesis) — литературные обзоры, исследования и учебные пособия по управлению «зелёными» цепями поставок на всех этапах доставки товаров;

- закупка (purchasing) — экологические проблемы, связанные с взаимоотношениями поставщиков и покупателей, сертификацией и соответствием стандартам качества в области окружающей среды;

- производство (manufacturing) — проблемы экологии при разработке, развитии и переработке продукции с целью уменьшения вредных выбросов и отходов;

- «зелёная» логистика (green logistics) — экологические вопросы, направленные на снижение выбросов CO₂ и связанные с транспортировкой, обращением и хранением опасных материалов, управлением запасами, складированием, упаковкой и размещением объектов;

- реверсивная логистика (reverse logistics) — повышение эффективности логистики в переработке обратных потоков и управление утилизацией отходов по завершению жизненного цикла продукта.



С точки зрения методологии исследований названо при этом пять основных областей:

- концептуальные исследования (conceptual) — касающиеся стратегической важности инициатив по управлению «зелёными» цепями поставок, новых концепций и понятий, основанных на качественном анализе окружающей среды;
- тематические исследования (case study) — ориентированные на проблемно-ситуационный анализ одной или нескольких реальных ситуаций;
- исследовательские (поисковые) работы (exploratory) — анализ данных на основе анкетного и других видов опроса для определения наиболее распространённых методов изучения охраны окружающей среды и получения мнения специалистов относительно экологических решений;
- эмпирические (empirical) — основанные на методах социального эксперимента и социального моделирования, направленные на получение и обработку эмпирических данных, их систематизацию, а также проверку гипотез и теорий;
- аналитические (analytic) — использование практического инструментария математического и имитационного моделирования.

ГОСУДАРСТВО И РЫНОК

В современных условиях принципы «зелёной» логистики осуществляются на основе двух параллельно реализуемых подходов — государственного и рыночного [2]. Государственный подход к реализации принципов строится на сочетании обязательных требований и ограничений со стимулами, оставляющими субъектам рынка право выбора, но дающими им определённые преимущества при выборе «зелёных» решений. Рыночный подход основан на получении экономической выгоды, конкурентных преимуществ, повышении имиджа и общественной популярности компаний, использующих «зелёные» технологии.

В работе [7] экологические принципы, которые применимы к цепям поставок, классифицированы по шести категориям: проектирование (дизайн) изделия, упаковка, сбор и транспортировка, переработка отходов и утилизация, создание экобизнес-среды, хранение.

Другие авторы [8] рассматривают руководящие принципы экологического дизайна (проектирования) для устойчивости цепей поставок в отношении стратегии жизненного цикла продукции.

Обзор существующих и перспективных инструментов, комплексно реализующих государственный и рыночный подходы к снижению воздействия транспорта на окружающую среду на период до 2050 года, позволил объединить их в четыре группы [8, 9]:

- экономические инструменты нацелены на увеличение стоимости транспортирования, что вынуждает компании использовать более дешёвые и экологически чистые виды транспорта, оптимизировать уровень загрузки подвижного состава и прочее, однако эти инструменты имеют ограниченный фронт, поскольку транспортные расходы составляют относительно небольшую долю в стоимости товаров;

- правовые инструменты представляют собой разработанные заранее и утверждённые в установленном порядке нормативные ограничения; могут быть использованы для ускорения технологического развития транспортных систем путём постепенного ужесточения норм и требований к транспортным средствам, уровню вредных выбросов в окружающую среду;

- информационно-аналитические инструменты — например, научные исследования, обучение, распространение передового опыта, бенчмаркинг, консалтинг, использование углеродных калькуляторов и экологической маркировки;

- инструменты социальной политики включают создание транспортной инфраструктуры, удовлетворяющей экологическим требованиям, внедрение городских интеллектуальных транспортных систем, рациональную организацию пассажирских перевозок.

Некоторые исследователи [10] оценивают методы «зелёной» логистики с точки зрения бизнеса и включают в них: управление системой транспортировки (объединённые перевозки, 3PL-логистика), управление процессом упаковки (с целью уменьшить воздействие упаковочных материалов на окружающую среду), организацию «зелёных» коммуникаций и производства, управление складским хозяйством и отходами.

Таблица 1

Направления развития «зелёной» логистики и способы*

№	Направление	Краткая характеристика	Основные способы решения проблем
1	Снижение вредного воздействия грузового автомобильного транспорта (Reducing freight transport externalities)	Исследования воздействия грузового автомобильного транспорта на окружающую среду и изучение способов уменьшения этого воздействия	– способы рациональной перевозки грузов автомобильным транспортом; – улучшение использования грузоподъёмности и вместимости автомобилей.
2	Городская логистика (City logistics)	Исследование городских грузоперевозок, загруженности транспортных средств и улично-дорожной сети с учётом экономических и экологических издержек	– способы консолидации грузов с целью снижения трафика, потребления энергии, выбросов и затрат; – создание перевалочных или консолидационных центров вокруг городских районов с целью разукрупнения и агрегации грузопотоков; – развитие интермодальных технологий.
3	Реверсивная логистика (Reverse logistics)	Исследование потоков, обратных основному движению материального потока, а также обращение с отходами, их восстановление и повторное использование	– рационализация движения бытовых отходов в городских районах; – способы переработки отходов и упаковки в системе грузопотоков; – управление и оптимизация обратных потоков отходов и продукции по всей цепи поставок.
4	Логистика в корпоративной экологической стратегии (Logistics in corporate environmental strategies)	Исследование экологической политики логистических и транспортных компаний и её влияния на снижение воздействия на окружающую среду на всех этапах производственно-сбытовой цепи	– разработка международных стандартов и экологических программ; – оптимизация логистических операций с учётом экологических требований в экономических условиях; – централизация системы распределения, консолидация грузовых потоков.
5	Управление «зелёными» цепями поставок (Green supply chain management)	Исследование материальных потоков в цепи поставок с учётом воздействия на окружающую среду от источников сырья до этапа послепродажного обслуживания	– оценка поставщиков по экологическим требованиям (критериям); – экологический аудит цепи поставок; – использование математических и статистических методов при анализе «зелёных» цепей поставок; – развитие методов анализа жизненного цикла товаров в цепях поставок с учётом их влияния на окружающую среду; – использование программных средств («углеродных калькуляторов») для анализа уровня выбросов.

* составлено авторами на основе [13].

В [11] представлена матрица методов «зелёной» логистики, систематизированных по уровням управления процессами транспортирования, складирования и оказания дополнительных услуг.

Существующие способы устойчивой логистики в работе [12] классифицированы как «The Four A's» (Awareness, Avoidance, Acting and shifting, Anticipation). В русскоязычной версии этот подход нами предлагается рассматривать как правило «четырёх П»: понимание важности устойчивой логистики и осведомлённость общества об эффективности её использования; предотвращение расходования лишних ресурсов; переход на более экоэффективные способы транспортирова-

ния и торговли; прогнозирование возникновения новых ресурсосберегающих и экологических технологий.

Профессор университета логистики Кюне (Гамбург, Германия) Алан МакКиннон [13] выделяет пять основных направлений развития «зелёной» логистики и соответствующие им способы снижения отрицательного влияния на окружающую среду (таблица 1).

В работе [14] способы сокращения выбросов вредных веществ в логистической деятельности систематизированы по трём направлениям: техническое, эксплуатационное (операционное) и логистическое. К техническим способам отнесён комплекс мероприятий по совершенствованию кон-



струкции двигателей транспортных средств, использованию альтернативных видов топлива (энергии), снижению сопротивления движению и загрузки транспортных средств. К эксплуатационным мерам – обучение водителей и использование информационно-коммуникационных технологий. Логистические способы включают оптимизацию распределительной сети, осуществление закупочной и производственной деятельности с учётом выбросов CO_2 , использование интермодальных технологий, «зелёное» проектирование складов, управление упаковочной деятельностью, реверсивную логистику и управление отходами.

Исследование работы 172 предприятий транспортной отрасли Швеции [9] позволило выявить 12 основных способов снижения воздействия на окружающую среду. Более 77 % компаний считают наиболее эффективным сокращение выбросов CO_2 , оптимизацию маршрутов движения автотранспортных средств и организацию сборных отправок. В большинстве компаний считают, что такие способы оперативного управления, как регулирование перевозочного процесса, повышение грузоподъёмности транспортных средств, эковожение и т.п., являются более эффективными по сравнению со способами стратегического уровня, например, по изменению структуры транспортной системы.

ПРИОРИТЕТЫ УСТОЙЧИВОСТИ

В работе [15] в качестве приоритетных мер устойчивости логистических систем предложены десять вариантов, классифицированных по сложности и эффективности. К наиболее сложным и продуктивным отнесены: технологии улавливания и хранения углерода; переход на преимущественное использование более экологичных видов транспорта (например, морского); сокращение объёмов транспортной работы с помощью региональных систем закупки. Наименее эффективные и более простые в реализации: установка энергосберегающих ламп; эковожение; использование многооборотной тары.

В [16, 17] выполнен анализ логистических операций, связанных с «зелёными» цепями поставок, с позиций стратегического, тактического и оперативного управления. Выявлены следующие особенности:

- в области стратегического управления наибольшее количество исследований (до 46 %) посвящено «зелёной» продукции, перевозочный процесс и логистическая инфраструктура занимают соответственно 34 % и 20 %; недостаточно исследуются проблемы проектирования «зелёных» зданий, вопросы методологического характера, касающиеся создания обобщённых моделей, методов и расчётных методик;

- в области тактического управления мало внимания уделяется проблемам «зелёного» планирования объектов логистической инфраструктуры, предлагаемые решения в основном связаны с оптимизацией технологических процессов и мощностей оборудования;

- в области оперативного управления существует недостаток в исследованиях, направленных на обеспечение исправного состояния транспортных средств и оборудования для снижения негативного влияния на окружающую среду.

Обзор использования «зелёных» технологий в транспортных коридорах содержится в [18]. Авторами проанализировано 263 технологии, которые разделены на восемь категорий: механизмы и система двигателя; топливо и энергоресурсы; обработка и транспортировка груза; отопление и охлаждение; загрузка и очистка подвижного состава; транспортные средства; навигационные технологии; технологии распространения инноваций. Около трети проанализированных примеров отнесены к перспективным с точки зрения экологизации транспортных коридоров.

В работе [19] представлена краткая характеристика десяти ключевых мер устойчивого развития транспорта, разработанных в США при поддержке администрации президента в рамках системы устойчивого развития общества и с учётом изменения климата. Предлагаемые инициативы группируются на экономические (налоги, кредиты, ценообразование, программы); технологические (транспортные средства, топливо, транспортные и грузовые потоки, интермодальные технологии); инфраструктурные (транспортные коммуникации, землепользование); информационные (экологические программы и проекты, экологическое воспитание и образование); научно-исследовательские.

Таблица 2

Систематизация методов «зелёной» логистики

Элемент ЛС	Функции элемента	Существующие методы «зелёной» логистики
Входной элемент	Исследование рынка поставок	• анализ и выбор поставщиков с точки зрения экологичности поставляемого сырья и материалов [16, 31, 32, 33]; • анализ и выбор близкорасположенных поставщиков [9, 15, 16, 34].
	Определение потребностей в потоках	• снижение потребления по мере возможности [34, 35]; • сокращение и утилизация отходов в элементах ЛС [8, 9, 16, 34].
	Определение способов поставки	• консолидация грузопотоков [11, 21, 33, 34, 36, 37];
	Анализ затрат на поставки	не выявлены.
	Анализ качества поставок	• выбор и приобретение сырья, материалов и услуг по критерию минимума влияния на окружающую среду [25, 33, 39]; • использование экологически чистых горюче-смазочных материалов и топлива [9, 11, 12, 16, 32, 34, 39]; • использование экологически приемлемых упаковочных материалов [25, 32, 33, 34, 39].
	Планирование поставок	• планирование закупок с учётом возможностей рециклинга [8, 9, 12, 32, 34] и повторного использования [8, 9, 15, 34].
	Контроль поставок	не выявлены.
	Координация (согласование) работы по продвижению потоков	• сотрудничество с поставщиками в вопросах экологичности поставок [9, 34].
Выходной элемент	Исследование рынка сбыта и определение потребностей рынка в продукции ЛС	• осведомление потребителей об экологической направленности деятельности компании путём маркировки упаковок специальными знаками [38, 39].
	Выбор и организация каналов распределения продукции	• анализ каналов сбыта по критерию воздействия на окружающую среду и их рациональная организация [12, 32]; • формирование системы движения «обратного» ресурсного потока [8, 32]; • организация процесса возврата упаковочного материала и отслуживших изделий [16, 32].
	Ценообразование	не выявлены.
	Формирование потока услуг	• оказание услуг по утилизации продукции ЛС, формирование утилизационных процессов в форме обратных цепей поставок (сбор и сортировка отходов, их доставка на распределительные склады, доставка готовой продукции, полученной из отходов, в торговую сеть и т.п.) [8, 12, 31]; • применение многооборотной тары и упаковки [11, 15, 21, 31, 34, 36, 39].
	Планирование поставок и потока услуг	• консолидация грузопотоков [11, 21, 33, 34, 36, 39].
	Контроль поставок и услуг	не выявлены
	Корректировка параметров потоков с учётом требования рынка	• выстраивание взаимодействия с клиентами на принципах интерактивности, информационной и финансовой прозрачности в области экологии [28]; • партнёрские отношения с другими компаниями [9, 34].
Перерабатывающий элемент	Планирование производства	не выявлены.
	Согласование работы структурных подразделений	• обеспечение и контроль соответствия производственной программы установленной мощности [32].
	Управление качеством производства и продукции	• снижение повреждений материала [9]; • организация системы управления отходами [11, 28, 32, 39].
	Управление персоналом	• обеспечение комфортных и экологически безопасных условий труда [32]; • экологическое обучение сотрудников [9, 27, 34]; • эковождение [9, 12, 15, 34].
	Совершенствование технического и технологического обеспечения	• использование в производственном процессе экологически приемлемой техники и технологии (обеспечивающих ресурсо- и энергосбережение, максимальное использование сырьевых компонентов, минимизацию «неизбежных» отходов производства) [32]; • применение в технологическом процессе технического обслуживания современных методов и средств диагностирования [38]; • использование систем очистки [9, 34].
	Управление затратами на производство продукции	• торговля отходами переработки [39]; • анализ ресурсо-, энерго- и отходоёмкости производства [32].
Накопительный элемент	Оптимизация уровня запасов	• уменьшение запасов для сокращения потребности в складских площадях [31, 33, 39].
	Контроль и регулирование уровня запасов	не выявлены.
	Управление материальными потоками, их распределение	• консолидация грузопотоков [11, 21, 33, 34, 36, 39]; • обеспечение экологически обоснованной пространственной организации элементов складского хозяйства (эффективное землепользование) [9, 32, 34]; • оптимизация погрузочно-разгрузочных работ [11, 39].
	Совершенствование технического оснащения и технологии складирования	• обеспечение соответствия условий размещения и хранения запасов, готовой продукции и отходов нормативным [32, 33, 39]; • экологичное проектирование зданий [9, 12, 16, 34]; • экологичные погрузочно-разгрузочные средства [9, 11, 16, 34, 39]; • теплоизоляция складов и использование энергосберегающих технологий [11, 15, 16, 21, 31, 36].
	Управление качеством переработки потоков	• сокращение упаковочных отходов [34]; • оптимизация веса и объёма упаковочного материала [9, 16].



Систематизация методов «зелёной» логистики

Элемент ЛС	Функции элемента	Существующие методы «зелёной» логистики
Транспортный элемент	Выбор оптимальных схем транспортирования	- использование мультимодальных технологий [9, 11, 12, 16, 21, 28, 33, 34]; - оптимизация маршрутов транспортировки по критерию минимума вредного воздействия на окружающую среду и население [9, 12, 15, 31, 32, 34, 36]; - выбор и использование экологичных транспортных средств и видов транспорта (железнодорожный, водный) [9, 11, 16, 31, 32, 34, 36, 39]; - исключение из логистической цепочки промежуточных пунктов хранения и перевалки грузов [31]; - сокращение итераций и звеньев в цепях поставок [28].
	Выбор системы организации продвижения материальных потоков	- сокращение частоты поставок [15, 33]; - консолидация грузопотоков [11, 21, 33, 34, 36, 39].
	Оперативное управление параметрами материальных потоков	- технологии управления движением [9, 12, 34]; - оптимизация технической скорости движения транспортных средств с целью сокращения выбросов [16, 28, 34].
	Совершенствование технического обеспечения перевозочного процесса	- анализ качественных характеристик автомобильного парка на предмет соответствия установленным законодательным нормам [32]; - стандартизация размеров грузовых автомобилей [11, 39]; - повышение грузоподъемности транспортных средств [9, 11, 16, 31, 34]; - снижение сопротивления движению (улучшение аэродинамических свойств транспортных средств, конструкция кузова, контроль давления в шинах) [12].
Управляющий элемент	Разработка логистической стратегии	- включение экологических аспектов в стратегию компании [9, 8, 34]; - реализация политики информационной открытости и прозрачности (политики прозрачности) [34].
	Организация взаимодействия и согласование работы элементов ЛС	- внедрение интегрированных систем охраны окружающей среды [11, 32]; - согласование производственной стратегии и операций с транспортными операциями [9, 34]; - организация системы аудита и экспертизы рабочих мест и условий труда [9, 34]; - корректировка структуры логистической системы (перенос производства и складов) [9].
	Координация и регулирование работы элементов ЛС	- использование электронного документооборота [21]; - внедрение новейших информационных технологий (RFID, GPS, GIS and EDI systems) [9, 21, 34]; - использование информационно-коммуникационных технологий (Information Management Systems, Cold Chain Logistics, Freight Operation Information System (FOIS), Electronic Data Interchange (EDI)) [12, 39].
	Формирование благоприятной социально-экономической среды ЛС	- распространение информации о достижениях в области экологии [9, 34]; - стимулирование использования «зелёных» методов [9, 34]; - членство в экологических программах [9, 34]; - формирование корпоративной социальной ответственности в области устойчивого развития [7].
	Контроль устойчивого функционирования ЛС	- аудит соответствия экологическим требованиям [9, 34]; - оценка и контроль экологической эффективности [9, 11, 34].

Таким образом, анализ научных работ в области устойчивого развития и «зелёной» логистики позволил нам выполнить систематизацию существующих принципов и методов.

В основу систематизации принципов «зелёной» логистики положена идея достижения баланса между экономической, экологической и социально-культурной устойчивостью логистической системы.

1. Экономическая устойчивость:

- принцип «загрязнитель платит» — производитель транспортной услуги должен полностью возмещать экологический ущерб, связанный с её предоставлением на всех этапах производственного и транспортного процесса — от потребления ресурсов до утилизации транспортных средств и отходов транспортной деятельности [2, 15, 20];
- принцип справедливости — в цепи поставок совокупная выгода от приобретения товара потребителем должна пропорционально распределяться между производителями, продавцами и перевозчиками [21];

• принцип эффективности и безопасности — решения в области развития транспорта, а также выполнения транспортных и складских процессов должны оцениваться как с точки зрения экономической эффективности, так и с точки зрения безопасности и воздействия транспорта на окружающую среду, причём все указанные критерии являются равноценными [2, 22, 23];

• принцип оптимальности — выработка оптимальных решений в логистической системе осуществляется на основе оценки экологических затрат предприятия в составе общих логистических издержек [21–24];

• принцип безотходности и ресурсосбережения — максимальное использование отходов производства, тары и упаковки как вторичного сырья или их экологически безопасная утилизация, а также минимальное использование сырья и упаковки, не подлежащих вторичному использованию или безопасной утилизации [22, 23, 25].

2. Экологическая устойчивость:

- принцип минимального воздействия — сокращение негативного влияния на природу в течение всего цикла производства, транспортировки, непосредственного использования и переработки [21, 24, 25];

- принцип инновационности — внедрение инновационных технологий с целью уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду [22, 23, 25];

- принцип рациональности — рациональное использование природных ресурсов и потенциала предприятий [22, 23].

3. Социально-культурная устойчивость:

- принцип ответственности — повышение экологической ответственности персонала, формирование корпоративной экологической культуры [22, 23, 26, 27];

- принцип транспарентности — выстраивание взаимоотношений с клиентами и стейкхолдерами на основе интерактивности, информационной и финансовой прозрачности [24, 28];

- принцип разумного потребления — стремление к сокращению транспортных потребностей общества и государства, не нарушающему прав и свободы перемещения и торговли [2].

При систематизации методов «зелёной» логистики авторами использованы структурно-функциональный и системный подходы [29, 30], предполагающие выделение специфических функций структурных элементов логистических систем (ЛС) по пропуску и переработке логистических потоков. Систематизированные методы с элементами ЛС и их функциями представлены в таблице 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор и анализ авторитетных публикаций, а также результатов современных научных исследований в области устойчивого развития транспортных систем, «зелёной» логистики и интеграции экологического фактора в практику логистического управления показывают:

- в целом сформированы понятийно-терминологический аппарат «зелёной» логистики, подходы и принципы устойчивого развития, создана нормативно-правовая база для их реализации;

- в поддержку идей «зелёной» логистики реализуются различного рода экологические программы и проекты с участием общест-

венных и государственных институтов, бизнес-структур, научно-исследовательских организаций и международных ассоциаций.

Однако до сих пор не сформулированы общепринятые принципы «зелёной» логистики, отсутствует единая система методов и инструментов их реализации. Сложилась ситуация, когда существует большое число теоретических исследований в области устойчивого развития транспортных систем, но общие результаты этих разработок слабо используются для систематизации множества частных технических и технологических решений по снижению вредного воздействия транспорта на окружающую среду.

Недостаточная системность в реализации методов и инструментов «зелёной» логистики на практике зачастую приводит к снижению эффективности каждого из них в отдельности, не способствует возникновению «зелёного» синергетического эффекта в цепях поставок.

В статье предложен свой подход к систематизации существующих методов «зелёной» логистики, основанный на структурно-функциональном анализе. Использование демонстрируемого подхода позволит, на взгляд авторов, формировать более сбалансированные программы повышения экологичности транспортных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад конференции ООН по проблемам окружающей человека среды. Стокгольм, 5–16 июня 1972 года (издание Организации Объединённых Наций), A/CONF.151/26/Rev.1 (Vol. 1). С. 3–7.
2. Герами В. Д., Колик А. В. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики: Учебник и практикум. — М.: Юрайт, 2015. — 510 с.
3. Rakhmangulov A., Sladkowski A., Osintsev N., Muravev D. Green Logistics: Element of the Sustainable Development Concept. Part 1 // Nase More, 2017, № 65, pp. 14–18.
4. Fahimnia B., Sarkis J., Davarzani H. Green supply chain management: a review and bibliometric analysis // International Journal of Production Economics, 2015, № 162, pp. 101–114.
5. Emmett S., Sood V. Green Supply Chain: An Action Manifesto. Wiley, 2010, 316 p.
6. Min H., Kim I. Green supply chain research: past, present, and future // Logistics Research, 2012, Vol. 4, pp. 39–47.
7. Golinska P., Romano C. A. Environmental Issues in Supply Chain Management: New Trends and Applications // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, 266 p.
8. Bevilacqua M., Ciarapica F. E., Giacchetta G. Design for Environment as a Tool for the Development of a Sustainable Supply Chain. Springer, 2012, 373 p.
9. Pålsson H. [et al]. Target: Low-carbon Goods Transportation — A growth-dynamics perspective on logistics and goods transportation until 2050 // Discussion Paper, No. 2014–14, 51 p.



10. Yan-Bo Li, Song-Xian Liu. The forms of ecological logistics and its relationship under the globalization // *Ecological Economy*, 2008, Vol. 4, Iss. 3, pp. 290–298.
11. Thiel M., Pablo Soto Zuluaga J., Pablo Madieto Montañez J., Hoof B. Green Logistics: Global Practices and their Implementation in Emerging Markets // *Green Finance and Sustainability: Environmentally-Aware Business Models and Technologies*, 2011, pp. 334–357.
12. Macharis C., Melo S., Woxenius J. Tom van Lie. Sustainable Logistic // *Transport and Sustainability*, 2014, Vol. 6, Emerald Group Publishing Limited, 365 p.
13. McKinnon A., Browne M., Piecyk M., Whiteing A. Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics. 3rd ed. London, Kogan Page Ltd., 2015, 448 p.
14. Smokers R., Tavasszy L., Chen M., Guis E. Options for competitive and sustainable logistics // *Sustainable Logistic. Transport and Sustainability*, 2014, Vol. 6, Emerald Group Publishing Limited, pp. 1–30.
15. Bretzke W.-R., Barkawi K. Sustainable Logistics: Responses to a Global Challenge. Springer, 2013, 518 p.
16. Dekker R., Bloemhof J., Mallidis I. Operations research for green logistics – an overview of aspects, issues, contributions and challenges // *European Journal of Operational Research*, 2012, № 219, pp. 671–679.
17. Iakovou E., Bochtis D., Vlachos D., Aidonis D. Supply Chain Management for Sustainable Food Networks // John Wiley & Sons, Ltd. 2016, 328 p.
18. Psaraftis H. N. [et al]. Green Transportation Logistics – The Quest for Win-Win Solutions / Springer, International Series in Operations Research & Management Science, 2016, Vol. 226, Switzerland, 558 p.
19. Gudmundsson H., Hall R. P., Marsden G., Zietsman J. Sustainable Transportation – Indicators, Frameworks, and Performance Management // Springer, 2016, 304 p.
20. Cousins P. [et al]. Strategic supply management / Harlow, England, New York: Prentice Hall / Financial Times, 2008, 308 p.
21. Григорак М. Ю., Варенко Ю. В. Принципы «зеленой» логистики в деятельности логистических провайдеров // Сб. трудов IV междуна. конф. «Математическое моделирование, оптимизация и информационные технологии». – Кишинёв, 2014. – С. 139–146.
22. Эльяшевич И. П., Эльяшевич Е. Р. Перспективы развития экологической логистики в России // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2011. – № 43. – С. 19–27.
23. Мухина И. И., Смирнова А. В. «Зелёная» логистика // *Мир транспорта*. – 2016. – № 1. – С. 186–190.
24. Коблянская И. И. Научно-методические основы экологически ориентированного логистического управления промышленным производством / Дис... канд. экон. наук. – Сумы, 2011. – 234 с.
25. Сосунова Л. А., Кузнецова Н. С. Организация цепей поставок на принципах «зелёной» логистики // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. – 2015. – № 11. – С. 61–63.
26. Рахмангулов А. Н., Орехова Н. Н., Осинцев Н. А. Концепция системы формирования компетенций в области устойчивого развития // *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. – 2017. – № 4. – С. 11–19.
27. Рахмангулов А. Н., Орехова Н. Н., Осинцев Н. А. Концепция системы повышения квалификации преподавателей в области экологического образования на основе логистической модели устойчивого развития // *Современные проблемы транспортного комплекса России*. – 2016. – № 1. – С. 4–18.
28. Секерин В. Д., Дудин М. Н., Лясников Н. В. Инновационный подход к трансформации системы управления хозяйствующими субъектами: «зелёная» логистика // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 121. – С. 981–1000.
29. Rakhmangulov A., Sladkowski A., Osintsev N., Muravev D. An approach to achieving the sustainable development goals based on the system of green logistics methods and instruments // *Transport Problems-2017. Proceeding 9th International Scientific Conference*. 2017, pp. 541–556.
30. Корнилов С. Н., Рахмангулов А. Н., Шаульский Б. Ф. Основы логистики: Учеб. пособие. – М.: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. – 302 с.
31. Капустина Л. М. «Зелёные» технологии в логистической деятельности // *Известия Уральского государственного экономического университета*. – 2016. – № 2. – С. 114–122.
32. Коблянская И. И. Структурно-функциональные основы формирования эколого-ориентированной логистики // *Вісник СумДУ. Серія «Економіка»*. – 2009. – № 1. – С. 91–98.
33. Lakshminieera B. L., Palanisamy C. A conceptual framework on green supply chain management practices. *Industrial Engineering Letters*, 2013, Vol. 3, No. 10, pp. 42–51.
34. Colicchia, C., Marchet, G., Melacini, M., Perotti, S. Building environmental sustainability: empirical evidence from logistics service providers // *Journal of Cleaner Production*, 2013, № 59, pp. 197–209.
35. Цветков А. В. Управление цепями поставок с учётом экологического фактора (на примере использования автомобильного транспорта) / Автореф. дис... канд. экон. наук. – Москва, 2010. – 25 с.
36. Воронова Ю. И., Карпова Н. П. Тенденции внедрения «зелёной» логистики в деятельность современных предприятий // *Наука XXI века: актуальные направления развития*. – 2016. – № 1. – С. 95–98.
37. Kumar A. Green logistics for sustainable development: an analytical review // *IOSRD International Journal of Business*, 2015, Vol. 1, Iss. 1, pp. 7–13.
38. Воронков А. Н., Точков А. Г., Вакулenco Р. Я. Направления применения «зелёных» технологий в логистике // *Вестник Самарского государственного университета путей сообщения*. – 2012. – № 2. – С. 62–69.
39. Зарецкая Л. М. Исследование возможностей применения «зелёных» технологий при управлении цепями поставок // *Торгово-экономический журнал*. – 2015. – № 2. – С. 91–100. ●

Координаты авторов: **Осинцев Н. А.** – osintsev@magtu.ru, **Рахмангулов А. Н.** – ran@magtu.ru, **Багинова В. В.** – baginova@rambler.ru.

Статья поступила в редакцию 06.12.2017, актуализирована 10.04.2018, принята к публикации 11.04.2018.

Работа выполнена при финансовой поддержке и в рамках международного образовательного проекта Евросоюза TEMPUS EcoBRU «Экологическое образование для Беларуси, России и Украины» (543707-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES).