

УДК 658.7/.8.004.67

И. М. ЦАРЕНКОВА^{1*}

¹ Каф. «Строительство и эксплуатация дорог», Белорусский государственный университет транспорта, ул. Кирова, 34, г. Гомель, Республика Беларусь, 246653, тел. +375 (29) 384 70 76, эл. почта tsar_irina@mail.ru

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ ПО АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ЛОГИСТИКИ

Целью статьи является формирование теоретико-методических основ в рамках научного обеспечения процессов дальнейшего развития логистических систем доставки грузов автомобильным транспортом. **Методика.** При исследовании данной темы использован системный подход, методы обобщения и рационального решения проблем, теория массового обслуживания. **Результаты.** В работе автомобильная дорога рассмотрена как элемент системы перевозки грузов, что позволит повысить ее экономическую эффективность в постоянно изменяющейся среде транспортно-логистического пространства по выбранному критерию – снижение совокупных издержек по продвижению материального потока. **Научная новизна.** Автомобильная дорога представлена звеном единого интегрального процесса создания и управления материальными потоками. Предлагается формирование из элементов дорожной и транспортной составляющих подсистем с их дальнейшим объединением единой системы перевозки грузов по автомобильным дорогам. Взаимосвязи элементов системы формализуются в виде рассредоточенной двухэтапной системы массового обслуживания. Каждый из элементов системы оценивается собственными характеристиками. **Практическая значимость** исследований заключается в возможности их использования работниками автотранспортных предприятий, служб предприятий, отвечающих за снабжение производства и транспортировку продукции, дорожными организациями для принятия научно обоснованных решений по рациональной организации перевозок грузов и формировании программы дорожных работ.

Ключевые слова: логистическая система, логистический поток, система массового обслуживания, транспортные затраты, цепи поставок.

Постановка проблемы

Снижение расходов на транспортировку грузов, в том числе и в международном сообщении, является одним из главных направлений государственной политики в развитии транспортного комплекса страны, что обуславливает требования к повышению эффективности перевозки грузов автомобильным транспортом. Совершенствование перевозки грузов является сложной многопараметрической задачей и в настоящее время является предметом изучения транспортной логистики [1-3].

Вопросам определения маршрутов перевозки, формирования систем доставки, развития логистических систем и сети логистических центров всегда уделялось повышенное внимание. При этом из поля зрения исследователей и практиков практически выпадает инфраструктурная составляющая автотранспортного процесса, что приводит к узкоспециализированному и обособленному решению проблем модернизации автомобильных дорог и развития транспортно-логистической системы страны. Важные практические задачи по развитию систем

перевозки грузов по автомобильным дорогам в настоящее время остаются неформализованными: выбор основных характеристик процесса обслуживания автомобильной дорогой транспортных потоков, оценка и установление параметров взаимного влияния транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и состава и интенсивности транспортных потоков, формирование оптимальной программы проведения дорожных работ по модернизации автомобильных дорог. Отсутствует видение проблем развития систем доставки грузов с позиций дорожного хозяйства, как стороны, в наибольшей степени способной оказать влияние на снижение не только транспортных расходов, но и части логистических затрат.

Современное состояние экономики заставляет взглянуть на проблему развития системы перевозки грузов по автомобильной дороге с позиции логистики, позволяющей за счет комплексного подхода к объединению отдельных элементов в единую систему добиться повышения экономической эффективности этой системы за счет синергетического эффекта [4 - 6].

Анализ исследований по теме публикации

Проблемы проектирования и развития логистических систем нашли свое отражение в исследованиях многих зарубежных и отечественных ученых и специалистов. Наибольший вклад в их решение внесли работы следующих авторов: в западной научной литературе – М. Christopher, D. Waters, D. J. Bowersox и D. J. Closs и другие; в российской научной литературе – А. М. Гаджинский, Л. Б. Миротин, А. И. Семенов, В. И. Сергеев, С. А. Уваров и другие; в белорусской научной литературе – И. А. Еловой, Р. Б. Ивуть, А. Д. Молокович, В. Я. Негрей, П. Г. Никитенко и др. Этими авторами исследуются методологические и теоретические основы формирования транспортных систем, различные аспекты развития теории и практики логистики, связанные с оптимизацией работы транспорта в рамках логистических систем.

В дорожном строительстве научные исследования в области организации и управления дорожно-строительных работ, оценки состояния дорог, назначения и планирования ремонтных мероприятий, обеспечения безопасности движения в разное время проводили Л. А. Бронштейн, А. П. Васильев, В. В. Сильянов, И. И. Леонович, С. Е. Кравченко и другие.

Применение принципов логистики в научных работах последних лет позволяет комплексно подойти к проблеме взаимодействия автомобильной дороги, как сложной технической системы, и дорожной службы с грузоотправителями и грузополучателями в рамках глобальных процессов транспортировки грузов.

Формулирование цели статьи

Основной целью статьи является формирование теоретико-методических основ в рамках научного обеспечения процессов дальнейшего развития логистических систем доставки грузов автомобильным транспортом.

Изложение основного материала исследования

Управляя функционирование автомобильных дорог с позиций логистики важно отыскание основных характеристик процесса обслуживания автомобильной дорогой логистических транспортных потоков. Характер их взаимодействия позволяет рассматривать автомобильную дорогу как систему, в которую через различные промежутки времени или регулярно

поступают требования к обеспечению дорожными условиями от движущихся транспортных средств, подвергающиеся различным операциям обслуживания с постоянной или случайной продолжительностью. Таким образом, автомобильная дорога рассматривается как аппарат обслуживания, процесс обеспечения дорожными условиями – как процесс обслуживания логистических транспортных потоков и к управлению взаимодействием этих элементов применим математический аппарат системы массового обслуживания (рис. 1).

В процессе работы (функционирования, эксплуатации) автомобильной дороги происходит самообслуживание поставщиков (грузоотправителей), владельцев транспортных средств, потребителей (грузополучателей), логистических провайдеров. Данный процесс приводит к изменению, как правило, снижению определенных характеристик всех его участников, в связи с износом материальной базы либо расходом различных видов ресурсов.

Износ характеризует потерю транспортно-эксплуатационных характеристик самой автомобильной дороги, как объекта основных фондов дорожного хозяйства, и снижение технических качеств транспортных средств, как объектов основных фондов автотранспортных предприятий. Расход ресурсов связан с использованием топлива в процессе движения, оплатой заработной платы водителю, за выполненную работу и компенсации на восстановление утраченной из-за утомления работоспособности, возможными расходами на техническое обслуживание автомобиля, переадресовкой груза в пути следования и т.п. Среда транспортно-логистического пространства способствующего формированию и функционированию материальных потоков оказывает воздействие, большей частью отрицательное (например, рост интенсивности перевозок приводит к ухудшению состояния верхних слоев дорожной одежды) на характер процесса обслуживания и функциональные параметры аппарата обслуживания. Улучшение параметров системы обеспечивается деятельностью дорожной службы (доведение транспортно-эксплуатационных качеств дороги до нормативных требований) и логистических провайдеров (оптимизация маршрутов перевозок, подбор рациональных способов перевозки с учетом характеристик грузов и т.п.), возмещающей расход ресурсов во всех элементах системы.

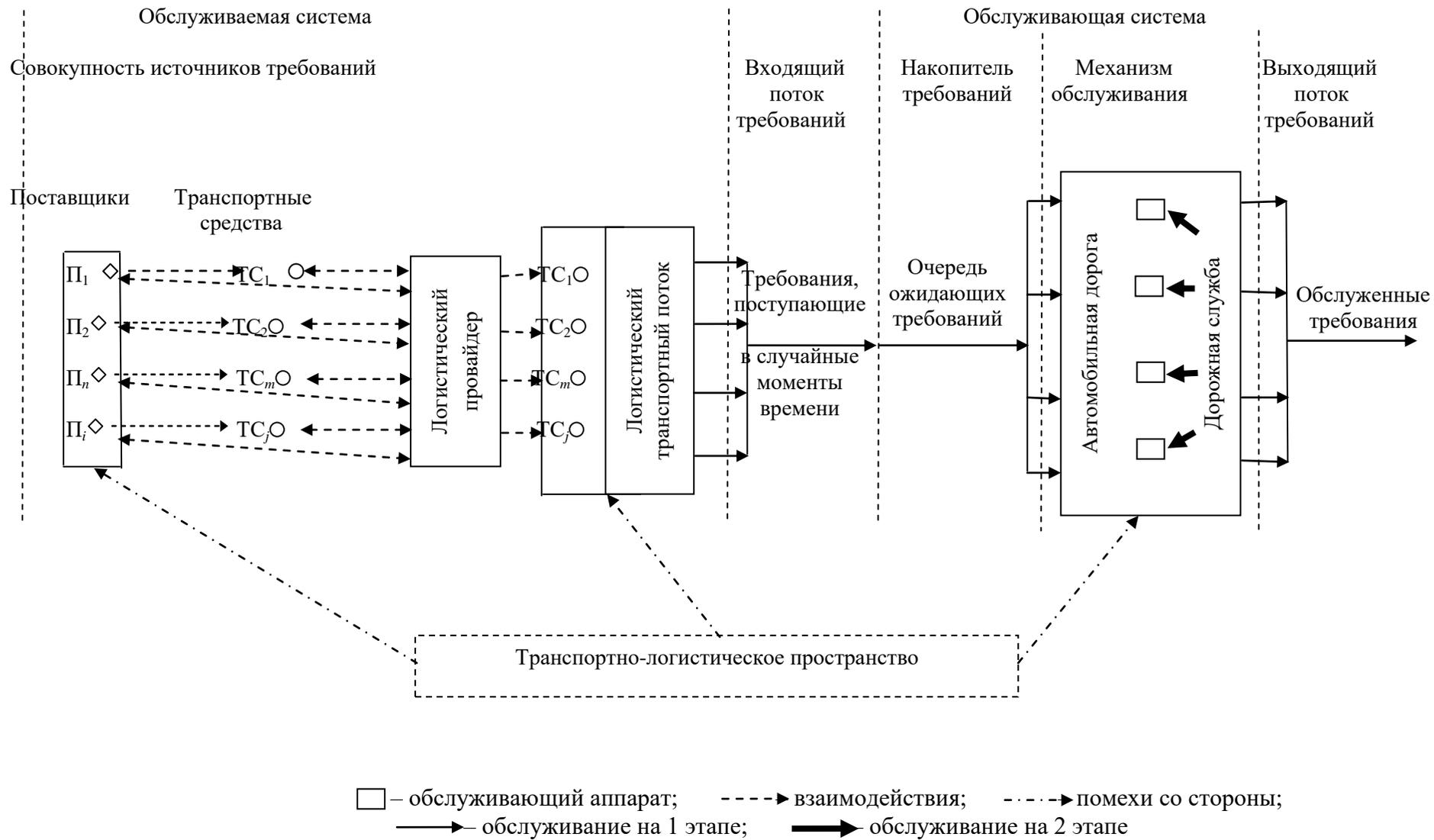


Рис. 1. Структурная схема взаимосвязи элементов системы перевозки грузов по автомобильной дороге как системы массового обслуживания (Источник: разработка автора)

Управление восстановлением параметров системы возможно в случае, если износ аппарата обслуживания и процесс самообслуживания в изменяющейся среде транспортно-логистического пространства происходят самопроизвольно. В таких условиях объекты придорожного сервиса восполняют ресурсы транспортных средств, широкий спектр логистических услуг оптимизирует расходы поставщиков, совместная работа дорожной службы и логистических провайдеров рационализируют работу логистического транспортного потока (дорожная служба – обеспечивая безопасные условия движения, логистические провайдеры – формируя транспортный поток в соответствии с направлением движения материальных потоков). Кроме того, дорожная служба отвечает за высокие транспортно-эксплуатационные характеристики аппарата обслуживания (оптимальные дорожные условия), осуществляя круглогодичное содержание, капитальные ремонты и реконструкцию дорог.

Таким образом, взаимосвязи элементов системы перевозки грузов по автомобильной дороге формализуются в виде рассредоточенной двухэтапной системы обслуживания. На первом этапе автомобильная дорога обеспечивает необходимые условия для продвижения материальных потоков, на втором – происходит восстановление утраченных в процессе движения различного рода ресурсов.

Каждый из элементов системы оценивается собственными характеристиками. Характеристикой аппарата обслуживания является его пропускная способность (μ) – число требований, обслуживаемых в единицу времени [7].

Каждая взаимосвязь элементов системы перевозки грузов по автомобильной дороге характеризуется собственной характеристикой пропускной способности аппарата обслуживания:

– μ (дорожная служба – транспортные средства) – пропускная способность различных объектов дорожного сервиса (площадки для кратковременной остановки транспортных средств, площадки для отдыха со стоянками транспортных средств, устройства аварийно-вызывной связи и т.п.) находящихся на балансе дорожных организаций;

– μ (поставщик – транспортные средства) – пропускная способность различных объектов придорожного сервиса (мотели, гостиницы, станции технического обслуживания, автозаправочные станции, пункты питания, связи, медицинской помощи и т.п.);

– μ (дорожная служба – поставщик) – про-

пускная способность сети автомобильных дорог на маршруте продвижения материального потока;

– μ (дорожная служба – логистический транспортный поток) – возможности дорожной службы по проведению мероприятий по организации движения транспортных средств по автомобильной дороге и продвижения материального потока по полигону сети автомобильных дорог.

Как было отмечено ранее, обозначенные взаимосвязи сопряжены с потерей ресурсов, что вызывает необходимость в обслуживании на втором этапе. При этом, если поток таких заявок превышает ресурс – пропускную способность соответствующего направления, происходит снижение показателя качества обслуживания на первом этапе.

В связи с тем, что обслуживание транспортного средства на маршруте его движения состоит из ряда последовательных операций происходящих в случайные моменты времени (заправка, остановки для отдыха водителя, осмотра транспортного средства, проверка документов сотрудниками ГАИ, проверка габаритов и массы транспортных средств на пропускных пунктах, покупка устройств для оплаты за дорогу и т.п.), каждая из которых выполняется отдельно обслуживающим аппаратом, то такое объединение аппаратов позволяет представить автомобильную дорогу в виде канала обслуживания, а саму систему – многофазной.

Технико-экономическая задача об оптимальных условиях функционирования системы перевозки грузов по автомобильной дороге формулируется при наличии сведений о затратах на доведение параметров дороги до нормативных и на ее содержание в соответствии с требованиями перспективной интенсивности движения и экономических показателей характеризующих продвижение материального потока (логистические издержки, транспортные расходы).

Зависимость этих функций от года t связана с изменением транспортно-логистического пространства и параметров логистического транспортного потока. Функция распределения параметров взаимосвязи поставщик – транспортное средство также зависит от t , так как происходит постоянное совершенствование транспортных средств, логистической инфраструктуры и увеличение количества оказываемых логистических услуг.

Чтобы сформировать оптимальную программу капитального ремонта и реконструкции

автомобильных дорог необходимо учесть не только капитальные вложения и затраты на последующее содержание, но и затраты пользователей автомобильных дорог. Следует отметить, что в рамках проводимого исследования взаимосвязей элементов системы перевозки грузов по автомобильной дороге требуется уточнение категории пользователей дорог. В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности» помощи [8] к пользователям автомобильных дорог относятся юридические и физические лица, использующие автомобильную дорогу в качестве участников дорожного движения или осуществляющие деятельность, которая не относится к дорожной, в пределах полосы отвода. К пользователям автомобильными дорогами следует также относить участников логистических цепей поставок с использованием автомобильного транспорта и иные организации, результаты финансовой деятельности которых зависят от затрат на транспортировку грузов (товаров) по автомобильным дорогам.

Формируется база для оценки эффективности и сравнения вариантов мероприятий по повышению транспортно-эксплуатационных качеств дороги или сети дорог.

Рекомендуется в рамках исследования проиллюстрировать детализацию и разбиение пространства (логистические транспортные потоки (ЛТП), транспортно-логистическое пространство (ТЛП)) на отдельные параметры, т.е. назначаются параметры, характеризующие ЛТП (интенсивность движения транспортных средств, доля тяжелых и крупногабаритных транспортных средств в потоке) и ТЛП (показатель роста объемов производства продукции по отраслям экономики, показатель роста объемов перевозок грузов автомобильным транспортом, наиболее распространенные виды отправок грузов, наиболее часто перевозимые виды грузов и т.п.). Обследуется движение требований, схема размещения накопителей и обслуживающих аппаратов на каждой фазе обслуживания. Измеряются длительность обслуживания, время ожидания требований и время простоя обслуживающих аппаратов на каждой фазе. Для выбора соответствующей математической модели и придания ее параметрам числовых значений важна их статистическая оценка за исследуемое время непрерывной работы системы. В результате обработки данных выбирается закон распределения входящего потока и времени обслуживания. Накапливается информация о фазах обслуживания, вызывающих наибольшие потери

из-за ожидания требований или, наоборот, из-за простоев обслуживающих аппаратов, устанавливаются требования, имеющие приоритеты в обслуживании и влияющие на это причины.

Как вариант улучшения качества функционирования рассматриваемой системы, можно прибегнуть к изменению порядка движения требований. Для каждой фазы, модификации может подлежать входящий поток или механизм обслуживания. При этом важно правильно определить такие варианты изменения системы (например, функциональное назначение объектов сервиса, очередность проведения работ по текущему или капитальному ремонту, реконструкции), которые реально осуществимы и могут с достаточной вероятностью повысить эффективность работы системы. Система будет оптимальной, если время пребывания требований в канале обслуживания не превысит заданного с определенной вероятностью при минимальных затратах. Если применяемые модификации не требуют значительных капитальных вложений (перепрофилирование объектов сервиса, проведение работ по текущему ремонту), в качестве критерия оптимальности принимается максимум производительности, либо минимум транспортных и логистических затрат на продвижение материального потока. При значительных объемах инвестиций (капитальный ремонт и реконструкция) общим критерием оптимальности выступает минимум суммарных дисконтированных затрат. При этом если объемы обслуживаемых материальных потоков изменяются в зависимости от модификации системы массового обслуживания, то необходимо рассматривать суммарные дисконтированные затраты либо на единицу материального потока, либо на его наибольший объем, обеспечиваемый одной из модификаций.

Выводы

В условиях формирования и развития национальной транспортно-логистической системы возникает потребность определения роли и места автомобильных дорог в интегрированных цепях поставок как внутринациональных, так и международных, рассмотрения их с позиций современных технологий, увязывающих в единое целое грузовые, транспортные, материальные, информационные и финансовые потоки. Автомобильные дороги являются важным и необходимым звеном единого интегрального процесса создания и управления материальными потоками.

Формирование из элементов дорожной и

транспортной составляющих подсистем с даль-нейшим объединением в единую систему пере-возки грузов по автомобильным дорогам поз-волит определить и проанализировать роль ка-ждого элемента в обеспечении надежного и эффективного функционирования всей систе-мы.

Управляя функционированием автомобиль-ных дорог с позиций логистики важно отыска-ние основных характеристик процесса обслу-живания автомобильной дорогой логистичес-ких транспортных потоков. Характер их взаи-модействия позволяет рассматривать автомо-бильную дорогу как систему, в которую через различные промежутки времени или регулярно поступают требования к обеспечению дорож-ными условиями от движущихся транспортных средств, подвергающиеся различным операц-иям обслуживания с постоянной или случайной продолжительностью. Таким образом, автомо-бильная дорога рассматривается как аппарат обслуживания, процесс обеспечения дорожны-ми условиями – как процесс обслуживания ло-гистических транспортных потоков и к управ-лению взаимодействием этих элементов при-меним математический аппарат системы мас-сового обслуживания. Взаимосвязи элементов системы перевозки грузов по автомобильной дороге формализуются в виде рассредоточен-ной двухэтапной системы обслуживания. На первом этапе автомобильная дорога обеспечи-вает необходимые условия для продвижения материальных потоков, на втором – происходит восстановление утраченных в процессе движе-ния различного рода ресурсов. Каждый из эле-ментов системы оценивается собственными характеристиками. Характеристикой аппарата обслуживания является его пропускная способ-ность. Каждая взаимосвязь элементов системы перевозки грузов по автомобильной дороге ха-рактеризуется собственной характеристикой пропускной способности аппарата обслужива-ния.

И. М. ЦАРЕНКОВА

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ПО АВТОМОБІЛЬНІЙ ДОРОЗІ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ЛОГІСТИКИ

Метою статті є формування теоретико-методичних основ в рамках наукового забезпечення процесів по-дальшого розвитку логістичних систем доставки вантажів автомобільним транспортом. **Методика.** Під час вивчення цієї теми використано системний підхід, методи узагальнення та раціонального вирішення про-блем, теорія масового обслуговування. **Результати.** В роботі автомобільна дорога розглянута як елемент системи перевезення вантажів, що дозволить підвищити її економічну ефективність в постійно мінливому середовищі транспортно-логістичного простору за обраним критерієм - зниження сукупних витрат по про-

Решение поставленной задачи позволит по-высить эффективность взаимосвязей всех эле-ментов системы в постоянно изменяющейся среде транспортно-логистического простран-ства по выбранному критерию – снижение сово-купных издержек по продвижению материаль-ного потока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смехов, А. А. Основы транспортной логисти-ки / А. А. Смехов. – Москва : Транспорт, 1995. – 197 с.
2. Логистика автомобильного транспорта: кон-цепция, методы, модели / В. С. Лукинский [и др.] ; под ред. В. С. Лукинского. – Москва: Финансы и статистика, 2000. – 280 с.
3. Ивуть, Р. Б. Логистические системы на тран-спорте : учеб.-метод. пособие / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Ки-сель, В. С. Холупов. – Минск : БНТУ, 2014. – 76 с.
4. Пелих, С. А. Логистика / С. А. Пелих, Ф. Ф. Иванов ; под общ. ред. С. А. Пелиха. – Минск : Пра-во и экономика, 2007. – 556 с.
5. Ивуть, Р. Б. Теория логистики / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель. – Минск : БНТУ, 2011. – 328 с.
6. Еловой, И. А. Логистика : учеб.-метод. посо-бие / И. А. Еловой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Го-мель : БелГУТ, 2011. – 165 с.
7. Мальцев, Ю.А. Экономико-математические методы проектирования транспортных сооружений: учебник для студ. учреждений высш. проф. образо-вания / Ю.А. Мальцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
8. Содержание и ремонт автомобильных дорог : пособие начальнику линейной дорожной дистанции и дорожному мастеру по ремонту и содержанию авто-мобильных дорог / С. Е. Кравченко [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – 239 с.

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. Курганом Н. Б. (Украина).

Поступила в редколлегию 25.10.2017.

Принята к печати 27.10.2017.

суванню матеріального потоку. **Наукова новизна.** Автомобільна дорога представлена ланкою єдиного інтегрального процесу створення і управління матеріальними потоками. Пропонується формування з елементів дорожньої і транспортної складових підсистем з їх подальшим об'єднанням єдиної системи перевезення вантажів автомобільними дорогами. Взаємозв'язку елементів системи формалізуються у вигляді розосереджених двоетапної системи масового обслуговування. Кожен з елементів системи оцінюється власними характеристиками. **Практична значимість** досліджень полягає в можливості їх використання працівниками автотранспортних підприємств, служб підприємств, що відповідають за постачання виробництва і транспортування продукції, дорожніми організаціями для прийняття науково обґрунтованих рішень з раціональної організації перевезень вантажів і формуванні програми дорожніх робіт.

Ключові слова: логістична система, логістичний потік, система масового обслуговування, транспортні витрати, ланцюги поставок.

I. M. TSARENKOVA

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR TRANSPORTATION OF GOODS BY ROAD ON THE BASIS OF THE PRINCIPLES OF LOGISTICS

The purpose of the article is to develop theoretical and methodological foundations in the framework of the scientific support of the processes of the further development of logistics system of cargo delivery by motor transport. **Methods.** In the study of this topic used the system approach, methods of synthesis and rational problem solving, theory of mass service. **The Results.** In the work of the road considered as part of the system of transportation of cargoes that will allow to increase its economic efficiency in an ever-changing environment of transportation and logistics space according to the chosen criterion, the lower total costs to promote material flow. **Scientific novelty.** The road is represented by a link in an integral process of creating and managing material flows. We propose the formation of the elements of the traffic and transport components of subsystems with their further unification of the unified system of transportation of goods by road. The relationship of the elements of the system are formalized in the form of dispersed two-phase system of mass service. Each element of the system is evaluated with its own characteristics. **The practical significance** of research consists in possibility of their use by employees of motor transport enterprises, service enterprises, responsible for procurement of production and transportation of products, travel agencies to make science-based decisions on rational organization of transport of goods and the formation of the program of road works.

Keywords: logistics system, logistics flow, queueing system, transportation costs, supply chain.