

Особенности материально-технического обеспечения дорожного строительства

Aspects of logistical support of road construction

Царенкова Ирина Михайловна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры строительства и эксплуатации дорог Белорусского государственного университета транспорта

Tsarenkova Iryna, PhD in Economic sciences, Associate Professor, associate professor of the Department of construction and maintenance of roads of Belarusian State Transport University

e-mail: tsar_irina@mail.ru

Аннотация

В статье приводится характеристика системы материально-технического обеспечения дорожного строительства. Выявлены особенности развития логистических систем продвижения материальных потоков при анализе материально-технического обеспечения объектов дорожного хозяйства, связанные с соблюдением технологической последовательности и технологии производства работ, а также с учетом сезонности производства работ. Разработаны направления использования методов математического моделирования в решении вопросов поставки материалов на объекты дорожного строительства.

Ключевые слова: автомобильная дорога, капитальный ремонт, реконструкция, эффективность, дорожное хозяйство.

Abstract

The article provides a description of the system of logistical support of road construction. It reveals the peculiarities of the development of logistics systems promoting material flows within the analysis of logistical support of the road facilities related to the compliance with the technological sequence and the technology of work, as well as to consideration of the seasonality of work. The author develops the usage trends of mathematical modeling methods in the solution of materials delivery problems of to the road construction sites.

Keywords: highway, general overhaul, renovation, efficiency, road facilities.

Поступила в редакцию / Received: 5.10.2015

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.eiup/issue.44/article.13.html>

Введение

Дорожное хозяйство является главной сферой государственных инвестиций в транспортный комплекс. Функционирование и эффективное развитие сети автомобильных дорог напрямую зависит от того, при помощи каких рыночных инструментов осуществляется реализация инвестиционных проектов. Исследования показывают, что решить данную проблему можно, используя инновационные технологии, базирующиеся на принципах логистики, что является одним из перспективных направлений развития дорожного хозяйства. Мировой опыт свидетельствует – комплексное внедрение логистики на предприятиях обеспечивает сокращение времени движения грузов на 25–45 % и снижение транспортной составляющей в их конечной цене до 10–20 %. С логистическими системами связано получение 20–30 % валового национального продукта ведущих промышленно развитых стран мира. Логистический подход требует новой методологии и моделей описания системы дорожного хозяйства.

В государственной программе по развитию и содержанию автомобильных дорог в Республике Беларусь на 2015–2019 годы заложены логистические принципы работы дорожного хозяйства на основе комплексной увязки содержания, ремонта и развития сети автомобильных дорог общего пользования. Закупка строительных материалов и дорожной техники осуществляется на конкурсной основе с использованием системы торгов,

что стимулирует развитие конкуренции, основанной на свободном выборе партнеров. Ежегодно разрабатываются и осуществляются планы внедрения новой техники и технологий на объектах дорожного строительства за счет собственных средств, средств республиканского бюджета или других источников. Расширение функций инженерных организаций, выделение в их составе модуля, специализирующегося на оказании логистических услуг, возможность заключения договоров на оказание инженерных услуг со всеми участниками инвестиционного процесса позволит им включиться в формирующиеся логистические цепи. Все это в совокупности с развитием системы бизнес-планирования деятельности дорожных организаций и существованием рыночных отношений в экономике Республики Беларусь создает экономические предпосылки для развития логистических систем в дорожном хозяйстве.

Особенности планирования и финансирования дорожного строительства

Главная идея логистики дорожного хозяйства состоит в том, что все стадии дорожно-строительного производства – от добычи сырья до сдачи готовых объектов в эксплуатацию – рассматриваются как единый и непрерывный процесс движения логистического потока [1].

Рассмотрим одну из возможных ситуаций, характеризующую достижение необходимого дохода в слу-

чае совокупности подсистем логистической системы или индивидуальной их работы. Пусть для данной логистической системы L вышеназванной ситуацией в L -характеристической форме будет отображение v из множества различных совокупностей подсистем $P(L)$ в R , т.е. $P(L) \xrightarrow{H} R$. Ситуация (L, v) является супераддитивной, если для любых неповторяющихся совокупностей подсистем $\forall T, S \in P(L)$ выполнено условие

$$v(T) + v(S) \leq v(T \cup S). \quad (1)$$

Свойство супераддитивности (условие 1) необходимо для интерпретации числа $v(T)$ как максимального общего дохода в случае, когда подсистемы в совокупности T действуют независимо от другой совокупности T' . Неравенство (1) означает, что совокупность подсистем $T \cup S$ имеет не меньше возможностей, чем две независимые непересекающиеся совокупности T и S .

Из супераддитивности v с очевидностью следует, что для любого разбиения S_1, \dots, S_k множества L выполнено условие $\sum_{k=1}^L v(S_k) \leq v(L)$. Следовательно, не существует такого разбиения S_1, \dots, S_k , которому бы соответствовал суммарный доход, превышающий доход совокупности всех подсистем $v(L)$ [2, с. 185]. Таким образом, рассмотрение всех подсистем логистической системы в совокупности является единственным эффективным решением данной задачи.

Одной из главных особенностей логистики является подход к объектам материально-технического обеспечения как к системам. Отличие логистического подхода к организации материально-технического обеспечения объектов дорожного строительства от современной системы заключается в том, что объектом управления становятся не разрозненные виды материальных ресурсов, потребляемые различными предприятиями, а материальный поток. Обозначим *основные для дорожного хозяйства отличия материального потока от материальных ресурсов*.

1. Под материальными ресурсами в дорожном хозяйстве понимаются различные виды сырья, материалов, конструкций, изделий и полуфабрикатов, используемых при строительстве, содержании, ремонте и реконструкции автомобильных дорог. Под материальным потоком понимаются товарно-материальные ценности (материальные ресурсы, незавершенная продукция, готовая продукция, учитываемая в дорожном хозяйстве только по промышленному производству), находящиеся в процессе движения и рассматриваемые в пределах определенного периода времени, границы которого определяются строительством, содержанием, ремонтом и реконструкцией конкретных участков автомобильных дорог. Если материальные ресурсы и готовая продукция не находятся в состоянии движения, то они называются складскими запасами.
2. Так как материальный поток рассматривается на определенном временном интервале, то единицей измерения материального потока является «объем (т, м³, шт. и др.) / ед. времени (ч., сут., мес., год)». Материальные ресурсы измеряются только в единицах

объема, количества и рассматриваются в конкретные моменты времени.

3. Для формирования материального потока в дорожном хозяйстве необходимо наличие следующих условий: четкое знание наименования и количества материальных ресурсов, которые доставляются от конкретного поставщика получателю, с указанием организации перевозчика материальных ресурсов и места их доставки. При этом отличительной особенностью логистики дорожного хозяйства является то, что необходимо знать не только получателя и место выгрузки грузов, но и направление их использования (строительство, содержание, ремонт и реконструкция) с указанием конкретного объекта.
4. Материальный поток имеет определенные сроки функционирования. Его существование начинается с момента погрузки в транспортное средство и оформления документов, свидетельствующих об отгрузке материальных ресурсов со склада. После прибытия к месту назначения, выгрузки из транспортного средства и оформления документов о приемке груза на склад материальный поток прекращает свое существование.

С функционированием материального потока связаны определенные объемы информации, финансовые показатели (издержки, цены, тарифы). Поэтому при управлении материальным потоком в логистике дорожного хозяйства осуществляется управление другими видами потоков: информационными, финансовыми, транспортными, трудовыми, которые в совокупности представляют собой логистический поток. Операции складирования, хранения, погрузки, перевозки и разгрузки материальных ресурсов, сбора, хранения и обработки информации, выбора поставщиков, формирования хозяйственных отношений, связанные с возникновением, преобразованием или поглощением материального и сопутствующих ему потоков, являются логистическими операциями.

В процессе дорожного строительства своевременное и полное обеспечение его объектов необходимыми материальными ресурсами с минимальными затратами является одной из основных задач логистики дорожного хозяйства.

В процессе исследования особенностей развития логистических систем на макроуровне в дорожном хозяйстве установлены отличия между существующей системой материально-технического обеспечения и логистической системой (таблица 1).

Планирование материального потока на современном этапе привязывается к потребности в материалах, определенной по проектно-сметной документации, без участия подрядчиков, непосредственно осуществляющих работы на автомобильных дорогах. При этом не учитываются сведения о производственной базе подрядчика, об имеющихся у него на складах остатках материальных запасов.

Схема планирования материального обеспечения дорожного строительства при централизованной поставке материалов представлена на рисунке 1.

Существующая система централизованного обеспечения объектов дорожного строительства основными строительными материалами имеет определенные

Таблица 1 – Особенности организации материально-технического обеспечения объектов дорожного строительства

Факторы	Существующая система материально-технического обеспечения	Логистическая система
Объекты отношений	Материальные ресурсы	Материальный и сопутствующие ему потоки (финансовый, информационный, транспортный)
Субъекты отношений	Органы централизованной поставки материалов, заказчик, подрядчики, поставщики материалов	Заказчик, подрядчики, поставщики материалов, логистический центр
Планирование материального потока	Не учитываются возможности конкретного исполнителя работ, так как он определяется на более позднем этапе	Согласование сроков выбора подрядчика и планирования материального потока
Основные критерии выбора поставщика	Цена и качество материалов	Качество материалов, качество и надежность поставки, цена
Обязанности субъектов	<ul style="list-style-type: none"> – Органы централизованной поставки: распределение материальных ресурсов между подрядчиками на основании поданных заявок – Заказчик: планирование потребности объектов дорожного строительства в материалах на основании данных ПСД – Поставщики: снабжение подрядчиков материалами в сроки, установленные органами централизованной поставки – Подрядчик: подача заказчику заявок на получение материалов с указанием их количества, получение материалов от поставщиков 	<ul style="list-style-type: none"> – Подрядчики, логистический центр: планирование материального потока с учетом качества необходимых материалов, их количества, времени поставки; выбор поставщиков материалов; заключение договоров на поставку и определение транспортных схем доставки материалов – Поставщик: поставка материалов в нужном количестве, необходимого качества, в указанное время и в определенное место – Заказчик: контроль качества строительства
Уровень организации сделки	Сложный, требуется заключение многих договоров: подряда между заказчиком и подрядчиком; на финансирование поставки материалов между заказчиком и органами централизованной поставки; на поставку материалов между подрядчиком и органами централизованной поставки, между органами централизованной поставки и поставщиком	Простой: договор подряда между заказчиком и подрядчиком и договор на поставку материалов между подрядчиком и поставщиком; договор подряда с логистическим центром
Характер договоров	Единовременный	Долгосрочный по каждому виду или группе материалов
Источник финансирования	Республиканский дорожный фонд	Республиканский дорожный фонд или собственные средства подрядчика
Расчет стоимости строительства	Включение в расчет по стоимости, определенной органами централизованной поставки материалов	Спрос и предложение с учетом уровня договорной цены объекта
Система расчетов	Только денежная форма в строго установленном порядке	Регулируется условиями договора между поставщиком и подрядчиком
Выбор маршрута и способа доставки материалов	Органы централизованной поставки материалов. График поставок определяет поставщик	Подрядчик и поставщик с позиции оптимизации транспортных расходов. График отправок определяет подрядчик
Приемный контроль	Организует подрядчик	Организует поставщик. Надежность поставщика гарантирует качество полученных материалов
Гибкость принятия решений	Минимальная. Изменение количества материалов или даты отправки вызывает необходимость оформления новых документов	Наибольшая. Предусмотрена оперативная корректировка даты отправки, поступления и количества необходимых материалов

предпосылки для развития логистических систем в дорожном хозяйстве. Управляющая компания холдинга «Белавтодор» выполняет роль своеобразного центра, курирующего материальные потоки между производителями материалов и их потребителями. Планирование материальных потоков осуществляется централизованно в целом по дорожному хозяйству. Поставка материалов осуществляется в течение всего года на основании заявок основных заказчиков в объемах, обеспечивающих потребность предприятия под программу работ в текущем периоде. Материалы, не входящие

в поставки через управление логистического обеспечения в управляющей компании холдинга «Белавтодор», поставляются через систему производственно-технологической комплектации дорожных организаций при условии централизованных закупок и финансирования договоров поставок с расчетного счета подрядчика.

Однако основным недостатком является отсутствие возможности у подрядчика самостоятельно выбирать поставщиков материалов. В такой ситуации подрядчики лишены возможности выбора материалов по каче-

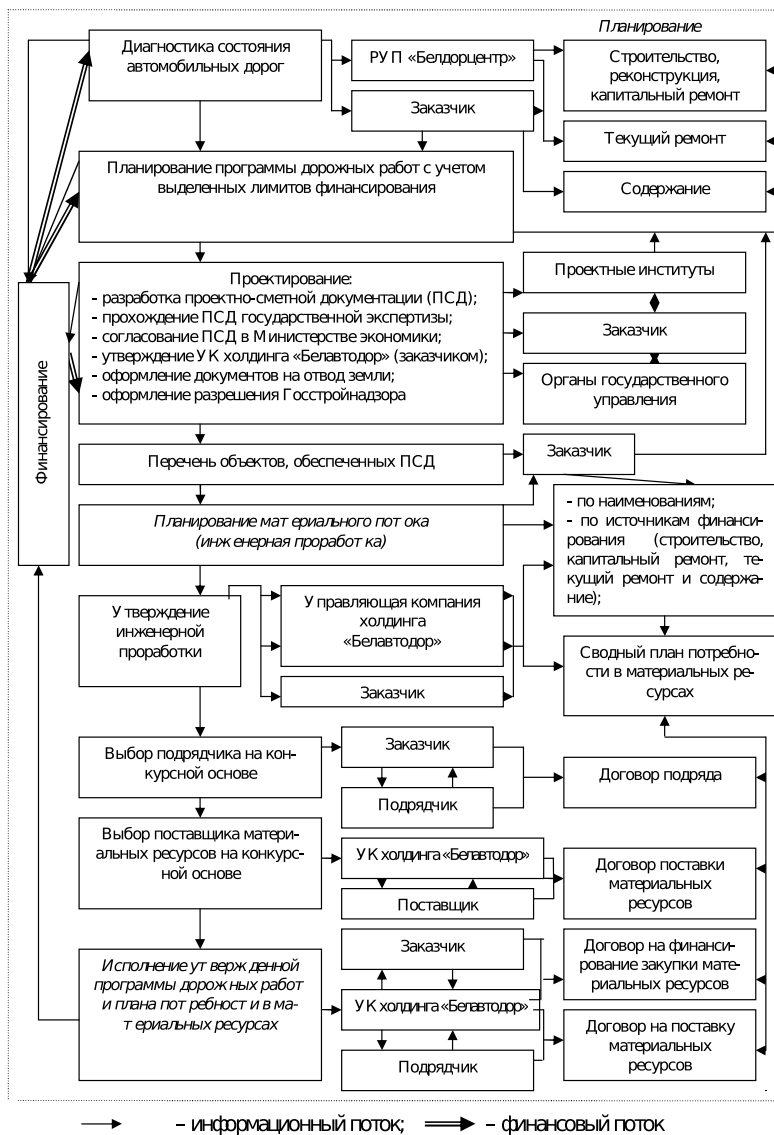


Рисунок 1 – Схема планирования материального обеспечения дорожного строительства при централизованной поставке материалов

ству, цене, оптимальной транспортной схеме доставки, а следовательно, учитывая большую материалоемкость дорожного строительства, не могут снизить стоимость выполненных работ по этим позициям (рисунок 2).

При дорожном строительстве своевременное и полное обеспечение его объектов необходимыми материальными ресурсами с минимальными затратами является одной из основных задач логистики дорожного хозяйства.

Есть различные способы определения рациональных маршрутов поставок, от линейной транспортной задачи до сложных экономико-математических методов и моделей. Принятие решений базируется на формализованном описании задачи, количественном анализе влияющих факторов и достигаемых целей, включает разработку математической модели и нахождение решения на основе методов оптимизации [3].

В логистике дорожного хозяйства модели, как правило, имеют графическое представление и на их основе

выполняются дальнейшие расчеты. Графические модели в форме сетей трансформируются в матричные, что позволяет использовать графоаналитический способ моделирования материальных потоков.

Для нахождения кратчайшего пути возможные варианты рассматриваются при помощи некоторого математического объекта, называемого графом.

Существуют три наиболее эффективных алгоритма нахождения кратчайшего пути в графе:

- алгоритм построения минимального основного дерева. Предполагает соединение всех узлов сети с помощью путей наименьшей длины;
- алгоритм Дейкстры. Используется для нахождения кратчайшего пути между заданным исходным узлом и любым другим узлом сети;
- алгоритм Флойда. Используется для нахождения оптимального маршрута между любыми двумя узлами сети.

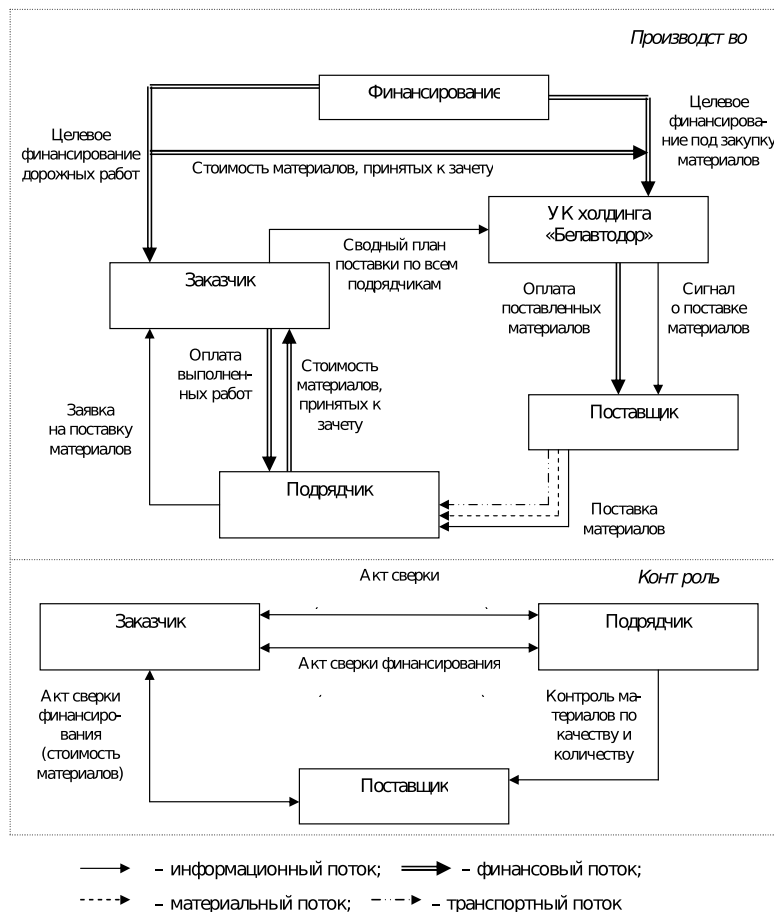


Рисунок 2 – Схема финансирования материального обеспечения дорожного строительства при централизованной поставке материалов

В качестве мер по совершенствованию снабжения следует отметить максимальное использование собственного транспорта по доставке материалов, контроль диспетчерской службы. Для обеспечения максимальной производительности транспортных средств необходимо, чтобы автомобили прибывали в пункты отправления в определенное время согласно оптимальной интенсивности входящего потока. Каждый пункт погрузки или разгрузки, как известно, представляет собой систему массового обслуживания; для них оптимальная интенсивность входящего потока автомобилей может быть найдена с помощью аналитических моделей или путем моделирования процесса обслуживания автомобилей в системе грузового пункта на основе метода статистических испытаний. При централизованной поставке доставка материалов подрядчикам осуществляется по транспортным схемам, разработанным у поставщика.

Для оптимизации данного процесса распределения как одного вида ресурсов, так и их различного количества предлагается использовать динамическое программирование. Важным условием применимости рассматриваемого метода является возможность разбиения процесса принятия решений на ряд однотипных шагов, или этапов, каждый из которых планируется отдельно, но с учетом результатов, полученных на дру-

гих шагах. Так, однопродуктовая задача динамического программирования может успешно применяться для оптимального распределения однородного ограниченного по количеству ресурса (щебня, цемента). При этом в качестве вариантов решения может выступать распределение щебня по объектам, по схемам доставки, по этапам отгрузки. Целевая функция подлежит оптимизации как на максимум, так и на минимум, в зависимости от имеющихся ограничений.

К разработке системы транспортировки материалов от поставщиков к потребителям через систему складов или сразу на объект применимо имитационное моделирование. Имитационное моделирование основывается на генерации случайных величин и статистической обработке результатов моделирования. Параметры функционирования системы определяются при моделировании по результатам многократного обслуживания требований. При имитации работы системы случайные величины получают генерацией в зависимости от вида распределения. Число моделируемых обслуживаний определяется с учетом нормального закона распределения.

Исследуем методом моделирования многоканальную систему распределения продукции асфальтобетонного завода на объекты строительства с числом каналов n и числом источников, генерирующих требования

(объектов), т. Это система с ожиданием и без приоритетов требований и каналов друг перед другом. Поток требований, генерируемых одним источником во время нахождения его вне системы обслуживания, характеризуется средней интенсивностью λ . Так, необходимое количество асфальтобетонной смеси в одной поставке зависит от принятого темпа производства работ по устройству покрытия. Обратная величина λ является средней продолжительностью времени до последующего поступления требования от обслуженного источника. Так, средний период до возврата в систему обслуживания зависит от грузоподъемности транспортных средств и производительности асфальтоукладчика. Далее рассчитываются показатели функционирования многоканальной системы массового обслуживания, характеризующие, например, среднее число требований (объектов), простаивающих в ожидании.

Заключение

Отличие дорожного хозяйства от других отраслей народного хозяйства обуславливает особенности использования логистических систем. Инвестиционный цикл строительства, содержания, ремонта и реконструкции автомобильных дорог определяет границы макрологистической системы дорожного хозяйства, центральное место в которой занимают вопросы, связанные с разработкой общих направлений развития существующей системы материально-технического обеспечения. Выделение в каждой области организации – заказчика автомобильных дорог предопределяет границы мезологистической системы дорожного хозяйства. На базе логистических цепей, звеньями которых являются структурные подразделения дорожно-строительного предприятия, создаются микрологистические системы.

Анализ существующей системы материально-технического обеспечения объектов дорожного строительства позволил выявить особенности развития логистических систем продвижения материальных потоков, связанные с необходимостью учета следующих факторов:

- соблюдение технологической последовательности выполняемых операций (работы выполняются в последовательности, определяемой конструктивными характеристиками объектов);
- строгое соблюдение технологии выполняемых работ (нарушение приводит к ухудшению качества продукции дорожного хозяйства);
- сезонность выполняемых работ (затрудняет использование логистической системы «точно в срок»).

Использование методов математического моделирования в решении вопросов поставки материалов на объекты дорожного строительства позволяет обеспечить оптимальное управление материальными потоками с учетом потребностей производителей работ и строящихся объектов (обеспечение поставки материалов нужного качества, в нужное время, в нужное место, с минимальными транспортными затратами).

Список литературы

- [1] Ивуть, Р.Б. Формирование организационно-экономического механизма управления логистическими системами в дорожном хозяйстве / Р.Б. Ивуть, И.М. Царенкова. – Гомель: БелГУТ, 2008. – 204 с.
Ivut', R.B. Formirovaniye organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma upravleniya logisticheskimi sistemami v dorozhnom khozyaystve / R.B. Ivut', I.M. Tsarenkova. – Gornel': BelGUT. – 204 p.
- [2] Мулен, Э. Теория игр с примерами из математической экономики / Э. Мулен. – М.: Мир, 1985. – 200 с.
Mulen, E. Teoriya igr s primerami iz matematicheskoy ekonomiki / E. Mullen. – M.: Mir, 1985. – 200 p.
- [3] Жогаль, С.И. Аналитические модели исследования операций / С.И. Жогаль // Задачи и модели исследования операций: учеб. пособие: в 3 ч. / С.И. Жогаль, И.В. Максимей. – Гомель: БелГУТ, 1999. – Ч. 1. – 109 с.
Zhogal', S.I. Analiticheskiye modeli issledovaniya operatsiy / S.I. Zhogal' // Zadachi i modeli issledovaniya operatsiy: ucheb. posobiye: v 3 ch. / S.I. Zhogal', I.V. Maksimey. – Gornel': BelGUT, 1999. – Ch. 1.: – 109 p.