

---

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

*И.М. Царенкова*

## ВВЕДЕНИЕ

В дорожной отрасли Республики Беларусь сегодня проводится техническая политика, способствующая формированию единого информационного пространства управления финансово-хозяйственной деятельностью предприятий и контроля. Использование системы тендерных торгов обеспечивает выбор исполнителей работ на конкурсной основе, что стимулирует подрядные организации к использованию прогрессивных методов планирования и организации дорожно-строительных работ. Ежегодно разрабатываются и осуществляются планы внедрения новой техники и технологий на объектах дорожного строительства как за счет собственных средств, так и за счет республиканского дорожного фонда. Выполнение этих планов — одна из наиболее жестко контролируемых позиций. Все это, в совокупности с развитием системы бизнес-планирования деятельности дорожных организаций, создает экономические предпосылки внедрения логистики на предприятиях дорожной отрасли. Логистические методы планирования и организации производственных процессов способствуют сокращению сроков строительства и минимизации затрат на возведение объектов.

В западных странах логистика уже не одно десятилетие успешно работает на дорожную отрасль. И все это время ведется поиск всевозможных путей оптимизации снижения общих затрат на выполнение строительно-монтажных работ, повышение экономической эффективности логистической деятельности, улучшение ее информационного и технического обеспечения [1].

В «дорожной» науке и практике традиционно сложилось так, что вопросы оптимизации сроков строительства и организации производства решаются с применением методов календарного и сетевого планирования. Однако данные методы позволяют рассматривать только обособленные виды ресурсов, без учета их взаимодействия в процессе дорожного

строительства (реконструкции, ремонта, содержания). Так, при календарном планировании определяются сроки выполнения основных дорожно-строительных работ, выполняемых в период, определенный нормативным или расчетным сроком производства работ. При этом период организационной подготовки строительства, который содержит большие резервы для логистической оптимизации, не включается в общую продолжительность строительства, а следовательно, выпадает из рассмотрения при оптимизации методами календарного и сетевого планирования. В организационный период происходят поиск деловых партнеров, разработка и утверждение проектной документации, проведение тендерных торгов, заключение контрактов и другие работы, без которых в дальнейшем невозможно строительство (реконструкция, ремонт, содержание) объекта, что способно значительно растягивать его продолжительность и может привести к необходимости пересмотра проектно-сметной документации и дополнительным затратам финансовых ресурсов. Кроме того, при календарном и сетевом планировании состояние объекта и данные о ресурсах рассматриваются в конкретные моменты времени, без учета их изменения на определенном временном интервале. В то же время логистические потоки позволяют управлять ресурсами с момента включения их в поток и до момента выхода готовой продукции путем сплошного контроля их движения по всей логистической цепи.

При календарном и сетевом планировании основными объектами оптимизации выступают потоки, формирующиеся из бригад, специализирующихся на выполнении отдельных видов работ на основе общности технологических операций, применяемых машин и механизмов. Поточный метод строительства способствует непрерывной связи отдельных процессов в общем комплексе работ, одновременному производству разнотипных работ и требует четкого планирования

организации работ с учетом взаимосвязи основных и вспомогательных процессов. Все вышесказанное относится непосредственно к процессу выполнения работ на объекте с учетом технологии их производства. Многие моменты, связанные с производством материалов, их доставкой на строительную площадку, складированием, обеспечением строительства финансовыми ресурсами, информационное обеспечение строительства, выпадают из содержания календарного и сетевого планирования. Логистика позволяет рассмотреть все составляющие процесса строительства (реконструкции, ремонта, содержания) автомобильных дорог (с момента выдачи задания на проектирование объекта и до сдачи готовой автомобильной дороги в эксплуатацию) путем сквозного управления логистическими потоками.

Одним из способов, облегчающих данный процесс, может быть моделирование логистических потоков. Процедура моделирования позволяет провести оценку работы логистической системы в целом на любом требуемом уровне изучения предприятий дорожной отрасли.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

Предприятия дорожной отрасли представляют собой сложные организационные комплексы. Их можно объединить в системы по следующим признакам: функциональным (выполнение ремонтных, строительных, монтажных работ на объектах); информационным; управляющим; координирующим; контролирующим. Процессы, протекающие в логистических системах, связаны с потоками: материальными, транспортными, информационными и финансовыми [2]. Любое предприятие дорожной отрасли – сложная организационно-экономическая система, состоящая из элементов, взаимосвязанных в едином процессе производственной и финансово-хозяйственной деятельности материальными и сопутствующими им финансовыми и информационными потоками. Все потоки представляют собой упорядоченную последовательность определенных операций и процессов в различных формах проявления [3].

Структура и величина материального потока логистической системы дорожно-строительного предприятия зависит от специфики его производственной деятельности, т.е.

от видов выполняемых им дорожных работ. Кроме вышеназванных потоков, на предприятиях дорожной отрасли, рассматриваемых как логистические системы определенного уровня иерархии, функционирует документальный логистический поток.

Документальный и информационный потоки в логистической системе дорожного хозяйства пока еще не слились в единый информационный поток. Документальный поток проходит не только через все аспекты деятельности предприятия как логистической системы, но и связывает их в единую логистическую систему более высокого ранга. Однако данный поток требует дополнительных финансовых и трудовых ресурсов для его обеспечения, часто значительных. Поэтому для повышения эффективности функционирования логистических систем дорожного хозяйства необходимо объединить информационный и документальный потоки в единый интегрированный информационный логистический поток [4].

Все виды логистических потоков взаимосвязаны. Степень этой взаимосвязи зависит от момента времени, в котором находится производственный процесс. В дорожном хозяйстве с учетом его специфики важным является то, что в определенный момент, который можно обозначить как начало сезона дорожно-строительных работ, резко увеличиваются мощность и объем всех логистических потоков. Время начала выполнения операций по каждому виду потоков зачастую определяется началом последующей или окончанием предыдущей операции. Например, операции с материальными потоками в некоторых случаях не могут выполняться без участия транспортных потоков и без базы, которую создают для них информационные, документальные и финансовые потоки.

Условно эту последовательность операций можно представить в виде различных компонент, которые образуют логистические цепи:

$$\begin{aligned} a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow \dots \rightarrow a_n \\ b_1 \rightarrow b_2 \rightarrow \dots \rightarrow b_m \\ e_1 \rightarrow e_2 \rightarrow \dots \rightarrow e_k \\ d_1 \rightarrow d_2 \rightarrow \dots \rightarrow d_l \\ f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow \dots \rightarrow f_p \end{aligned} \quad (1)$$

где « $a_i \rightarrow$ » – элемент цепи материального потока на предприятии ( $a_i$  – величина потока;

«→» – вектор перемещения потока, сопоставляемый со временем и расстоянием перемещения;  $i = 1, 2, \dots, n$ ); « $b_i \rightarrow$ » – элемент цепи транспортного потока, обслуживающего материальный поток ( $b_i$  – транспортные средства; «» – место перемещения потока;  $i = 1, 2, \dots, m$ ); «» – элемент цепи информации о материальном потоке (→ – объем информации; «» – адресат передачи информации;  $i = 1, 2, \dots, k$ ); « $d_i \rightarrow$ » – элемент цепи по составлению и передаче документов о материальном потоке и его перемещении ( $d_i$  – число или объем документа; «» – адресат передачи документа;  $i = 1, 2, \dots, g$ ); « $f_i \rightarrow$ » – элемент цепи стоимости материального потока ( $f_i$  – объем инвестиций; «→» – адресат финансирования;  $i = 1, 2, \dots, p$ ).

Выражение (1) определяет функционально-логистическую структуру дорожно-строительного предприятия, продолжительность перемещения материального потока в котором зависит в первую очередь от планирования и организации его перемещения, а также от своевременности обслуживающих его транспортных, финансовых, информационных и документальных потоков. Оно указывает на горизонтальные связи по перемещению материального потока и соответствующие связи по другим потокам. С изменением индекса величины  $a$  происходит изменение величины материального потока, его структуры, места и временной координаты. По индексу величин  $b, e, d, f$  происходит изменение места дислокации транспортных средств и финансовых ресурсов, переработки, передачи и приема информации и документов. Соответственно  $\{a_i\}, \{b_i\}, \{e_i\}, \{d_i\}, \{f_i\}$  представляют собой некоторые упорядоченные множества.

В процессе выполнения ремонтных и строительно-монтажных работ на автомобильной дороге логистические потоки зависят друг от друга и активно взаимодействуют. Использование информационного потока может быть как одномоментным, так и запаздывающим или опережающим по отношению к движущемуся материальному потоку, что позволяет быстро осуществлять переадресовку груза, что опять таки немаловажно в условиях зависимости дорожно-строительного процесса от погодных условий и прочих

внешних воздействий. Кроме того, информационный поток является исходным материалом для зарождения материального потока (проведение тендерных торгов, заключение договоров-подряда и контрактов на поставку товарно-материальных ценностей). Повышение эффективности движения материальных потоков достигается за счет улучшения их финансового обслуживания [5]. Эта взаимосвязь и взаимозависимость отражается вертикальными связями. С учетом вертикальных взаимосвязей выражение (1) примет вид:

$$\begin{array}{ccccccc}
 a_1 & \rightarrow & a_2 & \rightarrow & \dots & \rightarrow & a_n \\
 \updownarrow & & \updownarrow & & & & \updownarrow \\
 b_1 & \rightarrow & b_2 & \rightarrow & \dots & \rightarrow & b_m \\
 \updownarrow & & \updownarrow & & & & \updownarrow \\
 e_1 & \rightarrow & e_2 & \rightarrow & \dots & \rightarrow & e_k \\
 \updownarrow & & \updownarrow & & & & \updownarrow \\
 d_1 & \rightarrow & d_2 & \rightarrow & \dots & \rightarrow & d_l \\
 \updownarrow & & \updownarrow & & & & \updownarrow \\
 f_1 & \rightarrow & f_2 & \rightarrow & \dots & \rightarrow & f_p
 \end{array}, \quad (2)$$

где  $\updownarrow$  – прямые и обратные связи между технологическими процессами с материальными, транспортными, информационными, документальными и финансовыми потоками.

Выражение (2) характеризует структуру дорожно-строительного предприятия с учетом взаимосвязей по вертикали и влияния одного процесса на другой.

При выделении отдельных элементов логистических цепей дорожно-строительного предприятия исходной предпосылкой является представление служб предприятия и логистических потоков как некоторых нерасчленяемых частей одного целого. Предприятие представляется совокупностью логистических цепей, каждая из которых подлежит алгоритмизации с учетом вертикальных и горизонтальных связей.

Элементы цепи можно представить в виде следующих выражений:

– по материальному потоку:

$$A(t) = a_1 \xrightarrow{t_1} a_2 \xrightarrow{t_2} \dots \xrightarrow{t_n} a_n; \quad (3)$$

– по транспортному потоку:

$$B(t) = b_1 \xrightarrow{t_1} b_2 \xrightarrow{t_2} \dots \xrightarrow{t_m} b_m; \quad (4)$$

– по финансовым вложениям в материальный поток:

$$F(t) = f_1 \xrightarrow{t_1} f_2 \xrightarrow{t_2} \dots \xrightarrow{t_p} f_p; \quad (5)$$

– по информации о материальном потоке:

$$E(t) = e_1 \xrightarrow{t_1} e_2 \xrightarrow{t_2} \dots \xrightarrow{t_k} e_k; \quad (6)$$

– по документам о материальном потоке:

$$D(t) = d_1 \xrightarrow{t_1} d_2 \xrightarrow{t_2} \dots \xrightarrow{t_g} d_g. \quad (7)$$

$$A(t) = \sum a_i(t_i); B(t) = \sum b_j(t_j); F(t) = \sum f_i(t_i); E(t) = \sum e_i(t_i); D(t) = \sum d_i(t_i). \quad (8)$$

Векторная часть горизонтально и вертикально взаимосвязанных логистических цепей характеризует направление потоков при строительстве, реконструкции, капитальном, текущем ремонтах и содержании участка автомобильной дороги. Материальный и сопутствующие ему потоки несут признак векторности, а также количественный признак. Векторные составляющие логистических цепей сопряжены с временными величинами, такими как время выполнения работ в каждой логистической цепи и время ожидания выполнения последующих работ по горизон-

тали  $\left\{ \xrightarrow{t_{iож}} \right\}$  и вертикали  $\left\{ \begin{matrix} t_{iож} \\ \downarrow \\ \uparrow \\ t_{iож} \end{matrix} \right\}$ .

В параметрах времени выполнения работ и времени технологических и организационных перерывов, вызванных горизонтальными и вертикальными связями логистических цепей, векторная модель логистической системы дорожно-строительного предприятия может быть представлена в виде (9).

$$\begin{array}{c}
 a_0 \xrightarrow{\sum t_0} a_1 \xrightarrow{\sum t_1} \dots a_i \xrightarrow{\sum t_i} \dots a_n \xrightarrow{\sum t_n} \\
 \begin{matrix} t_{n0} \downarrow \uparrow \\ t_{n0} \end{matrix} \quad \begin{matrix} t_{n1} \downarrow \uparrow \\ t_{n1} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} t_{ni} \downarrow \uparrow \\ t_{ni} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} t_{n(n)} \downarrow \uparrow \\ t_{n(n)} \end{matrix} \\
 b_0 \xrightarrow{\sum t'_0} b_1 \xrightarrow{\sum t'_1} \dots b_j \xrightarrow{\sum t'_j} \dots b_m \xrightarrow{\sum t'_m} \\
 \begin{matrix} t'_{n0} \downarrow \uparrow \\ t'_{n0} \end{matrix} \quad \begin{matrix} t'_{n1} \downarrow \uparrow \\ t'_{n1} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} t'_{nj} \downarrow \uparrow \\ t'_{nj} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} t'_{n(m)} \downarrow \uparrow \\ t'_{n(m)} \end{matrix} \\
 f_0 \xrightarrow{\sum t''_0} f_1 \xrightarrow{\sum t''_1} \dots f_\xi \xrightarrow{\sum t''_\xi} \dots f_p \xrightarrow{\sum t''_p} \\
 \begin{matrix} t''_{n0} \downarrow \uparrow \\ t''_{n0} \end{matrix} \quad \begin{matrix} t''_{n1} \downarrow \uparrow \\ t''_{n1} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} t''_{n\xi} \downarrow \uparrow \\ t''_{n\xi} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} t''_{n(p)} \downarrow \uparrow \\ t''_{n(p)} \end{matrix} \\
 e_0 \xrightarrow{\sum t'''_0} e_1 \xrightarrow{\sum t'''_1} \dots e_\tau \xrightarrow{\sum t'''_\tau} \dots e_k \xrightarrow{\sum t'''_k} \\
 \begin{matrix} t'''_{n0} \downarrow \uparrow \\ t'''_{n0} \end{matrix} \quad \begin{matrix} t'''_{n1} \downarrow \uparrow \\ t'''_{n1} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} t'''_{n\tau} \downarrow \uparrow \\ t'''_{n\tau} \end{matrix} \quad \dots \quad \begin{matrix} t'''_{n(k)} \downarrow \uparrow \\ t'''_{n(k)} \end{matrix} \\
 d_0 \xrightarrow{\sum t''''_0} d_1 \xrightarrow{\sum t''''_1} \dots d_\omega \xrightarrow{\sum t''''_\omega} \dots d_g \xrightarrow{\sum t''''_g}
 \end{array} \quad (9)$$

Знаком « $\rightarrow$ » показан переход от одного элемента цепи к другому во времени и в линейном пространстве. Так как величины потоков удовлетворяют принципу аддитивности, то выражения (3)...(7) можно записать в виде

где

$$\begin{aligned}
 \sum t_i &= \sum t_{iтехн} + \sum t_{iож}; \sum t_{iтехн} > 0; \sum t_{iож} \geq 0; i = 0, 1, \dots, i, \dots, n; \\
 \sum t'_j &= \sum t'_{jтехн} + \sum t'_{jож}; \sum t'_{jтехн} > 0; \sum t'_{jож} \geq 0; j = 0, 1, \dots, j, \dots, m; \\
 \sum t''_o &= \sum t''_{oтехн} + \sum t''_{oож}; \sum t''_{oтехн} > 0; \sum t''_{oож} \geq 0; o = 0, 1, \dots, o, \dots, p; \\
 \sum t'''_\phi &= \sum t'''_{\phiтехн} + \sum t'''_{\phiож}; \sum t'''_{\phiтехн} > 0; \sum t'''_{\phiож} \geq 0; \phi = 0, 1, \dots, \phi, \dots, k; \\
 \sum t''''_{и} &= \sum t''''_{итехн} + \sum t''''_{иож}; \sum t''''_{итехн} > 0; \sum t''''_{иож} \geq 0; и = 0, 1, \dots, и, \dots, g; \\
 t_{ni} &\geq 0; t'_{nj} \geq 0; t''_{n\xi} \geq 0; t'''_{n\tau} \geq 0; t''''_{n\omega} \geq 0; a_i > 0; b_j > 0; f_\xi > 0; e_\tau > 0; d_\omega > 0.
 \end{aligned}$$

Выражение (9) определяет векторно-скалярную модель логистических потоков дорожно-строительного предприятия применительно к одному строящемуся объекту в виде пяти взаимосвязанных логистических цепей: по материальному потоку, потокам информации и документов, транспортному и финансовому потокам. В этой модели скалярные величины имеют вид (10).

$$\underbrace{\sum_{i=1}^n a_i = A; \sum_{j=1}^m b_j = B; \sum_{\xi=1}^p f_\xi = F; \sum_{\tau=1}^k e_\tau = E; \sum_{\omega=1}^g d_\omega = D}_{(10)}$$

где А – объем дорожно-строительных материалов; В – количество транспортных средств, необходимых для доставки материалов к месту производства работ; F – стоимость материалов, включающая транспортные расходы; Е – объем информации, связанной с заявкой, отправлением, доставкой и получением материалов (без учета времени на составление и ручную обработку технологических и других документов; D – объем документов в единицах информации.

В практике строительства автомобильных дорог при создании комплексных потоков в их состав, кроме объектных, могут быть включены транспортные потоки, асфальто- и цементобетонные заводы, иные подразделения. Возникает задача расчета параметров потока при составлении проектов организации строительства и проектов производства работ с учетом ритмичной работы всех элементов, включенных в поток, а также с учетом принятия оперативных управленческих решений в перспективе.

Движение логистических потоков может происходить с различным их сочетанием во

времени и пространстве, что влечет за собой разный характер использования ресурсов и разные по величине технико-экономические показатели логистической системы.

Допустим, что внутри логистической системы дорожно-строительного предприятия, как было отмечено ранее, функционируют материальный ( $A$ ), транспортный ( $B$ ), информационный ( $E$ ), документальный ( $D$ ) и финансовый ( $F$ ) логистические потоки, обслуживающие объект реконструкции автомобильной дороги. На этом объекте выполняются работы на  $m$  одинаковых сооружениях методом последовательного их выполнения. Все потоки функционируют одновременно, последовательно обслуживая материальный поток сначала на первом сооружении за время  $t$ , потом на втором и т.д. на  $m$  ( $P_{(A,B,F,E,D)}$ ) сооружениях. Общий объем логистических потоков:

$$P(A, B, F, E, D) = m t P_{(A,B,F,E,D)}. \quad (11)$$

Причем в данном случае логистические потоки по отношению к рассматриваемой логистической системе являются:

– дискретными, поскольку перемещаются

с определенным интервалом  $t$   $P = \sum_{i=1}^n P_i$ ;

– детерминированными, так как имеют определенные параметры на каждый момент времени  $P = f(t)$ ;

– стационарными, ибо их интенсивность

является величиной постоянной  $I = \frac{m}{t} = const$ ,

где  $I$  – интенсивность потока;  $m$  – количество объектов;  $t$  – временной период.

Общая продолжительность их функционирования составляет  $T_{o_1} = m t$ , а средняя величина потоков в сопоставимых единицах измерения (напр., руб.)

$$R_1 = \frac{P(A, B, F, E, D)}{T_{o_1}} = \frac{m t P_{(A,B,F,E,D)}}{m t} = P_{(A,B,F,E,D)}. \quad (12)$$

При параллельном методе выполнения работ все логистические потоки обслуживают объект одновременно на всем его протяжении в течение времени  $t$ . При постоянном объеме логистических потоков  $P(A, B, F, E, D)$  общая продолжительность их функционирования составляет  $T_{o_2} = t$ , т.е. сократится в  $m$  раз. Но

средняя величина потоков  $R_2 = m P_{(A,B,F,E,D)}$ , т.е. возрастет в  $m$  раз.

При поточном методе выполнения работ на объекте логистические потоки обслуживают на каждом сооружении определенный вид работ только за время  $t$ . Примем условно, что таких видов работ на каждом сооружении  $n$ . В этом случае, общая продолжительность функционирования логистических потоков будет меньше, чем в первом случае, но больше, чем во втором,  $T_{o_3} = t (m + n - 1)$ . То же будет и со средней

величиной потоков,  $R_3 = \frac{m t P_{(A,B,F,E,D)}}{T_{o_3}}$ .

При этом логистические потоки будут:

– непрерывными, поскольку в каждый момент времени  $t$  по траектории потока перемещается определенное количество объек-

тов,  $p = \int t(t) dt$ ;

– нестационарными, так как их интенсивность меняется в течение определенного периода времени:  $\lambda = f(t) \neq const$ ;

– равномерными, ибо в одинаковые отрезки времени  $t$  элементы потоков проходят одинаковый путь.

В случае если функционирование логистических потоков не совпадает во времени, то возникает необходимость в определении их согласованного взаимодействия. Это позволит избежать необоснованных простоев и сократить время ожидания последующих технологических операций. При этом следует учитывать, что по характеру временных параметров потоки могут быть ритмичными (равноритмичными и разноритмичными) и неритмичными. Например, если продолжительность функционирования материального потока ( $t_i^a$ ) в пределах определенного участка не совпадает с продолжительностью функционирования на этом же участке сопровождающих его информационного ( $t_i^e$ ) и документального ( $t_i^d$ ) потоков, то эти потоки будут разноритмичными. Причем, если информационный поток опережает материальный, то такие потоки будут сходящимися:  $t_i^a > t_i^e$ . А если документальный поток отстает от материального, то они являются

расходящимися:  $t_i^d > t_i^a$ . Если материальный и транспортный потоки совпадают во времени, то они будут равноритмичными:  $t_i^a = t_i^b$ .

В дорожном строительстве часто встречаются случаи, когда продолжительность функционирования потоков в пределах определенного участка различна и внутри потока наблюдается непостоянный ритм. Поэтому возникает необходимость увязки всех потоков внутри логистической цепи. При этом, если потоки функционируют независимо друг от друга, т.е. не совпадают во времени на определенном участке, должны соблюдаться следующие принципы:

– внутри потока не должно быть простоев

$p(t)_{(i+1)}^n = p(t)_i^o$ , где  $p(t)_i^o$  – время окончания функционирования логистического потока на  $i$ -ом участке;  $p(t)_{(i+1)}^n$  – время начала функционирования логистического потока на следующем  $(i+1)$ -ом участке.

– разные логистические потоки на одном участке должны быть сближены максимально возможно, т.е.  $p(t)_{(i+1)}^o - p(t)_i^o \geq 0$ . Причем необходимо, чтобы интервал времени между началом работы логистических потоков, функционирующих внутри одной логистической цепи, был минимальным и, хотя бы на одном участке, равным нулю.

Используя известные способы оптимизации, разработанные С.М. Джонсоном, В.А. Афанасьевым [6] и рядом других ученых, можно добиться сокращения времени функционирования потоков логистической системы дорожно-строительной организации.

В процессе строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог задействовано большое количество ресурсов предприятий и организаций различных сфер деятельности: материальных, трудовых, энергетических, транспортных и т.п. Они взаимодействуют посредством: снабжения участка автомобильной дороги необходимыми материальными, трудовыми и энергетическими ресурсами ( $C_c$ ), производства на этом участке основных видов дорожных работ ( $C_n$ ), распределения функций между производителями работ ( $C_p$ ), функционирования транспортной составляющей в процессе производства работ ( $C_m$ ) при поддержке информационного

обеспечения ( $C_u$ ). Все эти виды деятельности нужно организовывать с учетом логистического подхода, т.е. они должны рассматриваться как единое целое с целью достижения желаемого результата с минимальными затратами времени и ресурсов путем оптимального сквозного управления потоками [1]. Логистический подход обеспечивает системность и целостность, оптимизацию суммарных издержек, единство проектирования и реализацию проектов, т.е. логистика позволяет комплексно с системных позиций охватить все этапы создания дорожных проектов.

Ранее целевая функция этого комплекса  $L(C)$  ориентировалась на минимум издержек в каждом из звеньев:

$$L(C) = \min C_c + \min C_n + \min C_p + \min C_m + \min C_u. (13)$$

Логистический подход ориентируется не на изолированное рассмотрение издержек, а на критерии минимума суммы указанных затрат, базирующегося на оптимальном значении каждого из слагаемых:

$$L(C) = \min(optC_c + optC_n + optC_p + optC_m + optC_u). (14)$$

Применение критерия оптимальности В. Парето позволяет убедиться, что предложенное решение по конкретному объекту улучшает общее состояние системы.

Таким образом, для развития дорожной отрасли весьма важным является применение логистического подхода ко всем сторонам ее деятельности. Так как основной продукцией дорожного хозяйства являются построенные, реконструированные и отремонтированные участки дорог, то в первую очередь логистизации необходимо подвергнуть процесс создания продукции дорожного хозяйства.

## ВЫВОДЫ

Использование логистического подхода к объектам дорожного хозяйства, обеспечивает получение максимального эффекта за счет постоянного контроля за движением основных материальных, финансовых и транспортных потоков.

Продукция, создаваемая логистической системой дорожно-строительного предприятия (построенная или отремонтированная автомобильная дорога) определяет специфику системы дорожного хозяйства. С учетом данных особенностей продукции дорожного хозяйства предложена векторно-скалярная модель логистических потоков дорожно-строительного

предприятия применительно к одному строящемуся объекту. Полученная векторно-скалярная модель логистических потоков дорожно-строительного предприятия может использоваться для расчета временных параметров потоков в комплексе с теорией массового обслуживания для проектирования организации строительства и производства работ с учетом ритмичной работы всех элементов

потока, а также принятия оперативных управленческих решений в перспективе.

Предложенная характеристика логистических потоков в зависимости от метода организации выполняемых работ на участке автомобильной дороги позволяет оптимизировать работу логистической системы дорожно-строительного предприятия с разными по величине технико-экономическими показателями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивуть, Р.Б.* Логистика / Р.Б. Ивуть; под ред. Р.Б. Ивуть, С.А. Нарушевич. – Минск: БНТУ, 2004. – 328 с.
2. *Апатцев, В.И.* Логистические транспортно-грузовые системы: учеб. / В.И. Апатцев, С.Б. Левин [и др.]; под ред. В.М. Николашина. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – 368 с.
3. *Родников, А.Н.* Логистика: Терминологический словарь / А.Н. Родников. – М.: Инфра-М, 2000. – 352 с.
4. *Семенов, А.И.* Логистика. Основы теории / А.И. Семенов, В.И. Сергеев. – СПб.: Союз, 2003. – 544 с.
5. *Промыслова, Б.Д.* Логистические основы управления материальными и денежными потоками. (Проблемы, поиски, решения) / Б.Д. Промыслова, И.А. Жученко. – М.: Нефть и газ, 1994. – 103 с.
6. *Афанасьев, В.А.* Оценка качества организации работ / В.А. Афанасьев. – Л.: ЛИСИ, 1984. – 46 с.

## РЕЗЮМЕ

Предложена векторно-скалярная модель, которая определяет функционально-логистическую структуру дорожно-строительного предприятия как большой логистической системы, продолжительность перемещения материального потока в которой зависит от многих факторов и в первую очередь от планирования и организации его перемещения и связанных с ним потоков. Временные параметры материального потока определяются оперативностью обслуживающих его транспортных и финансовых потоков и адекватно характеризующих и отражающих его информационных и документальных потоков. Векторно-скалярная модель логистических потоков дорожно-строительного предприятия может использоваться для расчета параметров потока в комплексе с теорией массового обслуживания при проектировании и организации строительства с учетом ритмичной работы всех элементов потока, а также принятия оперативных управленческих решений в перспективе. Оптимизировать работу логистической системы дорожно-строительного предприятия можно путем изменения параметров логистических потоков и их взаимной увязки.

\* Статья поступила в редакцию 7 февраля 2008 г.