

ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ГРУЗОВЫМИ ФРОНТАМИ КАК ЛОГИСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**А.М. Ольшанский**ГОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения МТ РФ»,
443066, РФ, г. Самара, Первый Безымянный пер., д. 18

E-mail: olshanam@mail.ru

Рассматриваются основные предпосылки, лежащие в основе построения системы управления грузовыми фронтами. Автором формулируются основные положения системного и программно-целевого подходов применительно к элементарной логистической системе – грузовому фронту, анализируется иерархия целей грузовых фронтов. Полученные выводы используются в качестве базовых положений для построения общего алгоритма управления грузовыми фронтами.

Ключевые слова: *грузовой фронт, программно-целевой подход, алгоритм, дерево целей.*

Изучение процесса функционирования логистических систем на железнодорожном транспорте необходимо начинать с обобщенной характеристики элементарных звеньев, входящих в исследуемые системы.

Наиболее типичным элементарным звеном железнодорожной грузовой транспортной системы является грузовой фронт – единичный объект из множества определенного класса, обладающий рядом постоянных и переменных признаков и представляющий собой участок ж.-д. пути с необходимыми сооружениями и устройствами, предназначенный для проведения грузовых операций [1].

В то же время каждый грузовой фронт представляет собой производственно-экономическую систему, определяемую набором элементов, связей между ними, наличием внешней и внутренней среды.

Целью настоящего исследования является применение программно-целевого подхода к развитию грузовых фронтов с последующим построением общего алгоритма управления логистическими системами.

Программой системы будем называть закон объединения элементов в единое целое, определяющий порядок, последовательность взаимодействия элементов в системе и реакцию системы на внешние воздействия. Программа грузовых фронтов определяется типовым технологическим процессом работы транспортной системы, единым технологическим процессом работы станции и подъездных путей, технико-распорядительным актом станции и прочими нормативными документами, а также рядом существенных технологических ограничений [2]. Сущность управления данной системой состоит в изменении организации системы (структуры, функции, отношения и программы) для обеспечения ее требуемого поведения.

Оперативное управление призвано обеспечивать функционирование системы в соответствии с намеченным планом и условиями, определенными на этапе координации. Оно заключается в периодическом или непрерывном сравнении поведения системы с требуемым и в соответствующем изменении его с помощью управляющих воздействий.

Ольшанский Алексей Михайлович – аспирант.

Целью оперативного управления является реализация во времени составленного плана, поэтому оно всегда должно рассматриваться как функция времени. Отсюда вытекает такая особенность оперативного управления, как осуществление его в темпе, соответствующем динамике поведения системы и изменению состояния окружающей среды.

Для каждой логистической системы характерна такая особенность поведения, как целеполагание. Уровень целей, которые устанавливаются для логистической системы, определяется как структурой самой системы, так и положением ее относительно других логистических систем или местом внутри более крупной логистической системы.

Грузовой фронт как элементарная логистическая система на железнодорожном транспорте не может диктовать свои цели всей станции, однако испытывает на себе воздействие целей железнодорожного транспорта в целом и конкретной логистической цепи в частности. При этом зачастую эти цели находятся в существенном противоречии. Так, цель, диктуемая грузовому фронту как элементу логистической цепи, состоит в обеспечении минимальной стоимости выполняемых услуг. Цель, которую ставит грузовому фронту маркетинговый и рыночный процесс, ориентирована в большей степени на удовлетворение нужд клиента, на формирование максимальной добавленной стоимости, ограниченной, однако, реалиями рыночного спроса.

Железнодорожному же транспорту как производственно-технической системе свойственно, в первую очередь, стремление к максимальной безопасности всех перевозок и к выполнению утвержденного графика движения и плана формирования поездов.

В этой связи следует отметить, что гармонизация интересов грузового фронта как системы, а также интересов грузового фронта и железнодорожной грузовой станции представляет собой сложную задачу [3].

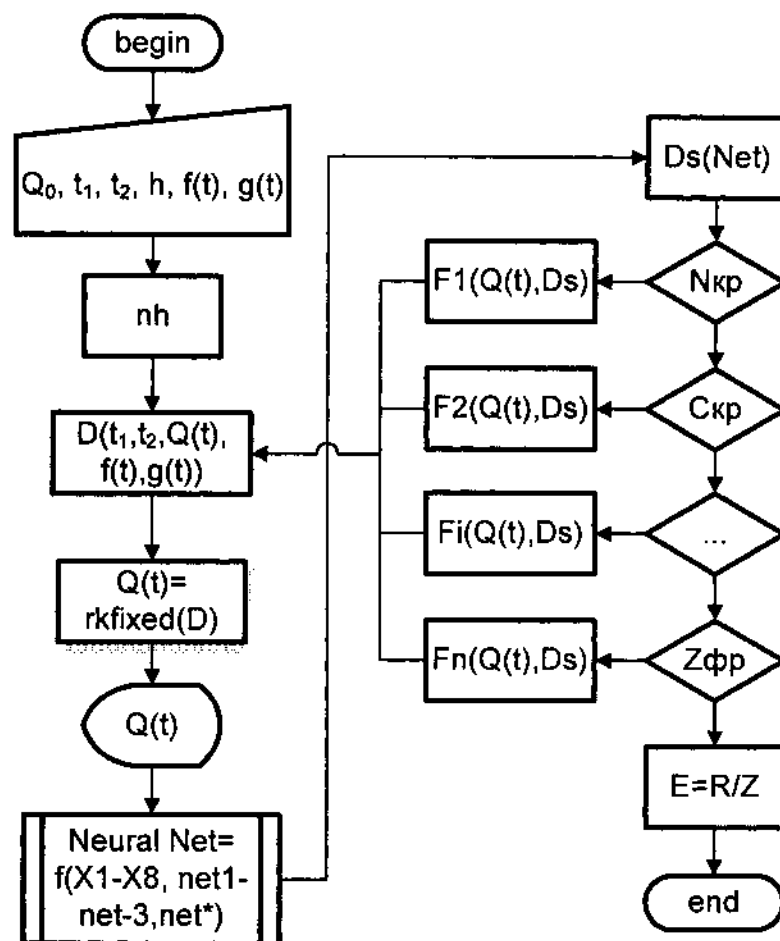
Таким образом, грузовой фронт как система обладает вполне четким набором приоритетов в целях, который можно сформулировать в виде следующего списка:

1. Технические цели – безопасность движения, выполнения погрузочных работ, соблюдение ограничений по пропускной способности.
2. Технологические цели – наличие резерва пропускной способности на станции (грузовом районе), стремление к оптимизации технико-экономических показателей фронта.
3. Экономические цели – цели, связанные с недопущением роста затрат и себестоимости работ на фронте.
4. Рыночные цели – цели, связанные с максимизацией прибыли владельца логистической цепочки.

Указанный набор приоритетов грузового фронта определяет следующую методологическую и программную основу построения общей модели управления грузовым фронтом.

Концептуально процесс управляемого развития грузового фронта представлен на рис. 1.

Введенный таким образом грузовой фронт представляет собой систему, в которую встроены нелинейный элемент, непосредственно реализующий алгоритм обратной связи и несколько сценариев управления грузовым фронтом. Подобная система может быть применена как к грузовому фронту – отдельной элементарной системе, так и грузовому фронту с буфером.



Р и с. 1. Обобщенная структурная схема алгоритма управления функционированием грузового фронта

Согласно рис. 1, выходной грузопоток $Q(t)$ с грузового фронта представляет собой сумму решений, обусловленных начальным положением грузового фронта (Q_0), особенностями входного грузопотока $f(t)$. Решения получаются методом Рунге-Кутты 4 порядка (метод решения «rkfixed») на основании матрицы уравнений D .

С определенным шагом h , задаваемым пользователем, на заданном интервале времени $[t_1, t_2]$ вычисляется итоговая функция грузопотока $Q(t)$. С учетом внешних условий работы станции (грузового района) ($g(t)$, $X_1, \dots, X_8$) нейронная сеть проводит диагностику эксплуатационной обстановки, после чего выносит одно из решений (D_s).

Непосредственно решение задачи управления и конструкция нейронной сети представлены в [3].

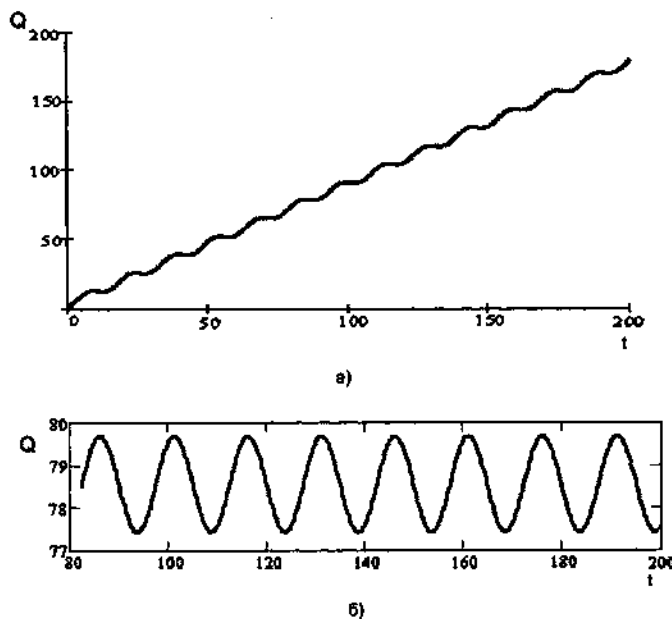
Следует отметить, что представленный на схеме алгоритм является полисистемным в смысле, употребляемом А.К. Черкашиным [4], так как представляет собой частный случай, когда нейронной сетью уже поставлен один из диагнозов относительно работы грузового фронта. Однако может быть несколько групп таких диагнозов, и для каждой группы диагнозов нижняя часть алгоритма $F(Q(t), D_s)$, расположенная после вывода решения нейронной сети, будет индивидуальной. Таким обра-

зом, алгоритм распадается на несколько слоев, которые соединяются в точке расчета экономической эффективности решения E . При этом сценарии учитывают критические значения: затрат на освоение грузопотока Z , пропускной способности N , удельных затрат на переработку одной порции груза C или иных необходимых условий.

Одним из вариантов управления, наиболее наглядно представленным в опыте эксплуатационной работы железнодорожного транспорта, может выступать регулирование потока через входящий буфер (вплоть до ограничения поступления грузопотока).

Сценарий управления работой грузового фронта заключается в применении такого управления, которое с достаточной степенью достоверности и точности приведет сложившуюся картину на фронте к оптимально рассчитанной траектории, или же отклонение от таковой не превысит определенной точности.

В качестве примера рассматривается управление функционированием грузового фронта станции железной дороги – филиала ОАО «РЖД» в условиях постоянно возрастающего воздействия (рис. 2 а). Такое воздействие приводит к тому, что работа грузового фронта многократно останавливается согласно сценарию прекращения работы, который представляет собой частный случай обобщенной схемы алгоритма (см. рис. 1).



Р и с. 2. Грузовой фронт станции Самара при отсутствии управления (случай «а») и введение управляющих воздействий с определенного момента времени (случай «б»)

Управляя скоростью поступления грузопотока, изменив при помощи организационных мер и использования буферов закон поступления грузопотока, решив соответствующее дифференциальное уравнение, приходим к тому, что оптимальным управлением по экономическим критериям (максимальная прибыль от работы грузового фронта) является график, представленный на рис. 2 б (при уровне перерабатываемой способности фронта, несколько меньшем максимальной перерабатываемой способности).

Общие принципы построения управления грузовыми фронтами, выявленные на основе анализа практики Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», и

проверенные на экспериментальных математических моделях, можно сформулировать следующим образом.

1. Грузовой фронт является системой, функционирующей в режиме реального времени и изменяющейся эксплуатационной обстановки, вследствие чего он может быть представлен определенными эволюционными дифференциальными уравнениями.

2. Наиболее частым в практике эксплуатационной работы на железнодорожном транспорте является представление грузового фронта при постоянном внешнем воздействии, что может быть показано в виде разомкнутой системы, однако лишь для целей описания и мониторинга событий, но не для управления. Оптимальное управление как единичным грузовым фронтом, так и группой грузовых фронтов станции возможно только с использованием механизма обратной связи.

3. Для определения экономической эффективности процесса управления выдвигается предположение о том, что в рассматриваемой ситуации следует вернуться к управлению по скорости, при этом основное влияние на результат работы грузового фронта вносит внешняя составляющая.

4. В ряде случаев построение программного управления не является экономически эффективным, так как, несмотря на математическую оптимальность решения, затраты на поддержание такого режима управления оказываются несоразмерно большими, чем возможная выгода от системы управления.

Кроме того, работа грузового фронта осуществляется в условиях связи со станцией; по крайней мере, это описывается в технологических процессах различных логистических систем.

В таком случае следует ввести режим управления работой грузового фронта с использованием обратной связи.

Математически управление с обратной связью основывается на принципе динамического программирования Беллмана [5].

Система управления грузовым фронтом с обратной связью может быть реализована как непосредственно путем решения уравнения с обратной связью, так и в виде набора сценариев, включающихся после проверки выполнения некоторых условий, в том числе по пропускной способности станции, по непосредственным ограничениям самого грузового фронта, а также по экономическим критериям.

Пусть грузовой фронт описывается моделью вида

$$\begin{cases} \max_u \left\{ \frac{\partial \varphi(t, Q)}{\partial t} + \frac{\partial \varphi(t, Q)}{\partial Q} \times (a \times \sin wt + u(t)) - \lambda Q^2(t) \right\} = 0 \\ \varphi(t_2, Q) = -F(Q) = -\lambda Q^2(t) \end{cases}, \quad (1)$$

где $u(t)$ – управление грузопотоком, поступающим на грузовой фронт; $Q(t, u)$ – выходной грузопоток фронта; a, w – соответственно величина амплитуды и частоты внешнего воздействия на грузовой фронт; $\varphi(t_2, Q)$ – функция граничного условия; λ – удельная величина затрат на управление грузопотоком, штрафных ед./ед.грузопотока.

Анализ встречающихся в практике эксплуатационной работы ситуаций в сочетании с экспериментами над данной моделью показывает, что при квадратичном функционале качества управления и синусоидальных внешних воздействиях в условиях зафиксированных моментов начала и окончания управления t_1 и t_2 адаптивное

управление грузовыми фронтами должно строиться с учетом как самой искомой функции управления, так и первой производной функции управления по времени.

Таким образом, в настоящей работе автором проанализированы основы целеполагания и построения системы приоритетов, свойственных каждому грузовому фронту как логистической системе, сформулированы общие принципы построения системы управления грузовыми фронтами.

Изложенные основы методологии управления грузовыми фронтами могут быть применены при создании новых автоматизированных систем управления железнодорожными терминалами, принадлежащими как ОАО «РЖД», так и иным владельцам инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ольшанский А.М., Рязанов А.Ю. Эволюция понятия «грузовой фронт» // Дни студенческой науки: Материалы 34-й науч. конф. студентов и аспирантов. – Самара: РИО СамГАПС. – 2007. – С. 120.
2. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А.М. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.
3. Ольшанский А.М. Экономико-математическая модель адаптивного управления работой грузовых систем // Вестник Самар. гос. эконом. ун-та. – 2009. – № 2 (52). – С. 66-70.
4. Черкашин А.К. Полисистемный анализ и синтез. – Новосибирск: Изд-во «Наука. Сибирское предприятие», 1997. – 502 с.
5. Пантелеев А.В., Бортакровский А.С. Теория управления в примерах и задачах: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – 583 с.

Статья поступила в редакцию 12 сентября 2009 г.

UDC 656.073+330.4

PROGRAMS AND PRINCIPAL APPROACH AS APPLIED TO CARGO SYSTEMS MANAGING AS LOGISTICS SYSTEMS

A.M. Olshansky

The Ministry of Transport Samara State Railway University
443066, The 1-st Bezmyannaya street 18 Samara Russia

The main general premises of the cargo points control system creation will be reviewed in this article. Basic principles of system approach and programs and principal approach are formulated with reference to cargo point as an elementary logistic system. Also hierarchy of objectives of cargo point is analyzed. Author's findings are used as basic theses for the creation of general algorithm of cargo systems managing.

Key words: cargo point, algorithm, tree of objectives, programs and principal approach.