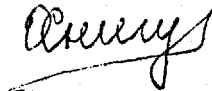


На правах рукописи

СНИГУР ОЛЬГА ВАЛЕРЬЕВНА



**ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ
ПЕРЕВОЗОК ВНЕШНЕТОРГОВЫХ ГРУЗОВ.**

Специальность 05.22.08 – «Управление процессами перевозкою».

Автореферат

**Диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук**

Москва - 2006

Работа выполнена на кафедре «Логистика, грузовая и коммерческая работа» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» (МИИТ)

Научный руководитель кандидат технических наук, профессор
Лысенко Николай Евгеньевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Маликов Олег Борисович
кандидат технических наук, доцент
Орлов Александр Михайлович

Ведущая организация: Российский научно-исследовательский Проектно -
конструкторский институт информатизации,
автоматизации и связи (ЦНИИТЭИ)

Защита состоится «7» июня 2006 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д218.005.07 в Московском государственном университете путей сообщения (МИИТ) по адресу: 127994, Москва, ул. Образцова, 15, ауд. 1504.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета путей сообщения.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по адресу Совета университета.

Автореферат разослан « » мая 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного Совета
доктор технических наук, профессор



В.И. Шелухин

Общая характеристика работы

Актуальность исследуемой проблемы. Переход к рыночной экономике привел к значительному перераспределению объемов перевозок грузов между различными видами транспорта. Обострение конкуренции на рынке транспортных услуг стимулирует внедрение новых технологий перевозок грузов. Перспективным направлением повышения конкурентоспособности железных дорог России является развитие контейнерных (комбинированных) перевозок, обеспечивающих сочетание достоинств железнодорожного и автомобильного транспорта. Развитие контейнерных перевозок позволит разгрузить и сохранить автомобильные дороги страны, значительно улучшить экологию окружающей среды, повысить надежность, безопасность и быстроту доставки грузов.

К числу важнейших предпосылок, повышающих эффективность функционирования контейнерных перевозок относятся различные мероприятия, направленные на снижение затрат по доставке грузов. Одним из таких мероприятий является формирование контейнерных поездов оптимального состава.

Поиск путей для согласования противоречивых интересов грузоотправителя и перевозчика является актуальной задачей исследования.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является выбор параметров влияющих на размер состава контейнерного поезда и разработка алгоритмов оптимизации составов поездов при различных вариантах их формирования.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решены следующие задачи:

- проведен анализ применения контейнерных перевозок в странах Западной Европы, США и Японии с акцентированием внимания на достаточно высокую эффективность их использования, а так же анализ результатов применения первых контейнерных перевозок в нашей стране, начиная с 1992г.;

- определена величина предотвращённого экономического ущерба воздушной среде при внедрении контрейлерных перевозок;
- выбраны основные показатели (параметры), характеризующие контрейлерные перевозки и оказывающие существенное влияние на величину оптимального состава поезда;
- разработаны алгоритмы оптимизации составов поездов при регулярных и нерегулярных поставках техники на станцию отправления, при полном информационном обеспечении о значениях всех выбранных параметров и при условии ограниченной информации о некоторых параметрах поставок;
- определены условия для заблаговременного и текущего определения оптимальных составов поездов; допустимых сроков накопления контрейлеров на станции отправления; сроков завершения формирования поездов оптимального состава. Текущее определение приведённых характеристик связано с принятием решений о прекращении или продолжении накопления техники после каждой очередной поставки. Под поставкой здесь и далее в тексте понимается совокупность «контрейлерных» грузов прибывающих на станцию отправления в одной партии за одни сутки;
- исследовано влияние ограниченности информационного обеспечения о показателях поставок на процесс оптимизации составов поездов;
- установлена необходимость получения прогнозных оценок для неизвестных показателей поставок, прежде всего для размеров поставок и величин временных интервалов между ними;
- определены способы повышения качества прогнозирования величин искомым показателей поставок.

Объект исследования. Железнодорожные контрейлерные перевозки.

Предмет исследования. Разработка алгоритмов оптимизации состава «контрейлерных» поездов в условиях изменения величин показателей (параметров) поставок «контрейлерной» техники и различного уровня

информационного обеспечения перевозчика (станции отправления) о значениях этих параметров.

Методика исследования. Методологической и теоретической основой диссертационного исследования являются труды отечественных и зарубежных учёных, специалистов в области развития и повышения конкурентоспособности в транспортной системе страны, транспортной логистики, планирования и прогнозирования перевозки грузов железнодорожным транспортом, математического моделирования транспортных процессов.

Методами математического моделирования решается большее число различных задач. Составной частью и одной из разновидностей математического моделирования является разработка алгоритмов для решения многих задач. Алгоритмы представляют собой упорядоченные наборы правил, указывающих какие действия и в каком порядке необходимо выполнить, чтобы после конечного числа шагов получить удовлетворительные решения. Разработанные в диссертации алгоритмы относятся к числу логико-арифметических, сочетающих в себе вычислительные операции и логические условия. Методы математического моделирования использовались в работе и для решения задач прогнозирования величин отдельных показателей поставок «контрейлерных» грузов.

Научная новизна работы состоит:

- в обосновании выбора показателей (параметров), характеризующих поставки «контрейлерной» техники и оказывающих решающее влияние на процесс формирования оптимальных составов поездов;
- в проведении классификации вариантов поставок по степени регулярности их поступления на станцию отправления и по полноте информации о показателях этих поставок;
- в разработке алгоритмов оптимизации составов поездов для регулярных и нерегулярных поставок техники при условии предоставления перевозчику

полной информации о выбранных показателях поставок и при условии отсутствия информации хотя бы об одном из показателей;

- в подготовке варианта табличной модели с пятью входами, позволяющей приближённо, но оперативно решать задачи, возлагаемые на целый ряд алгоритмов оптимизации. Такие таблицы весьма удобны при использовании их на стадии подготовки договоров между перевозчиком и грузоотправителем;
- в обосновании необходимости получения прогнозных оценок для величин показателей, по которым отсутствует необходимая информация на станции отправления;
- в исследовании причин, повышающих риск принятия ошибочных решений на отмену или продолжения накопления поставок техники на складе;
- в совершенствовании методов прогнозирования количественных показателей, имеющих прямое отношение к разработке алгоритмов оптимизации составов поездов, в части применения методов прогнозирования с выделением контрольной информации, в части построения трендов с так называемым «разделённым» временем.

Практическая ценность работы состоит в следующем:

- разработано 18 алгоритмов оптимизации состава контейнерных поездов для различных условий организации перевозок. При этом алгоритмы позволяют учитывать как интересы грузоотправителя, так и перевозчика. Кроме того, на основе данных алгоритмов можно разрабатывать и другие подобные алгоритмы для других условий функционирования данного вида перевозок;
- предложены способы получения более точных прогнозных оценок для неизвестных величин показателей различного характера. Эти способы могут быть с успехом использованы для решения других транспортных задач, связанных с необходимостью получения прогнозных оценок различного назначения.

Внедрение работы. Основные положения и теоретические выводы диссертационной работы апробируются и внедряются в филиале ОАО РЖД «Трансконтейнер» для разработок относящихся к развитию и внедрению контейнерных перевозок в России, в учебном процессе и дипломном проектировании для дисциплины «Грузовая и коммерческая работа».

Апробация работы. Основные положения диссертации обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Логистика, грузовая и коммерческая работа», доложены на научно-теоретическом семинаре кафедры, а также на двух научно-практических конференциях в МИИТе в 2003 – 2005 годах.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в четырёх работах.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения и списка литературы. Общий объём работы составляет 207 страниц основного текста, в том числе 27 таблиц, 44 рисунка. Библиографический список состоит из 74 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность применения комбинированных (контейнерных) перевозок в России, изложена их значимость с точки зрения привлечения дополнительных объёмов на железную дорогу в условиях жесткой конкуренции с другими видами транспорта.

В первой главе диссертации проведён анализ современного состояния комбинированных перевозок в странах Западной Европы, США и Японии, показана достаточно высокая эффективность их использования, как в настоящее время, так и в ближайшем будущем.

Рассмотрены результаты первых комбинированных перевозок в нашей стране, начиная с 1992 г. Эти перевозки обеспечены комплектом нормативно-правовых документов, правилами перевозок, порядком исчисления провозных плат, техническими условиями размещения и крепления грузовых единиц контейнерных перевозок. Совместно с государственным таможенным

комитетом РФ разработана и утверждена технология перевозок под таможенным контролем автопоездов, автоприцепов и автофургонов с участием железнодорожного транспорта. К настоящему времени уже имеется достаточно ощутимый задел для развития контрейлерных перевозок в нашей стране.

Показана перспективность контрейлерных перевозок с точки зрения повышения качества транспортных услуг (доступность тарифов, относительно высокая скорость доставки, повышенный уровень надёжности и безопасности, снижение уровня экологического загрязнения), проведён анализ загрязнения окружающей среды и определена величина предотвращённого экологического ущерба воздушной среде при внедрении контрейлерной перевозки по сравнению с автомобильным транспортом.

Во второй главе диссертации рассмотрены различные варианты функционирования контрейлерных перевозок. Для повышения эффективности данных перевозок выделены и подробно рассмотрены важнейшие показатели (параметры), характеризующие тот или иной вариант перевозок. К таким параметрам отнесены:

- степень постоянства или точнее пределы варьирования размеров (объёмов) контрейлерных поставок: $A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$;
- степень постоянства временных интервалов τ между очередными поступлениями поставок на станцию отправления (степень регулярности поступления поставок). Поставки могут быть регулярными, $\tau = \bar{\tau}$ и нерегулярными, $\tau_{\min} \leq \tau \leq \tau_{\max}$;
- срок доставки груза на станцию назначения. Отправителем устанавливается допустимое время доставки T_d , как правило, превышающее нормативное T_n .
Отношение $\gamma = \frac{T_d}{T_n}$ в диссертации названо коэффициентом временного запаса.
- уровень информационного обеспечения станции отправления о приведённых выше характеристиках контрейлерной отправки.

В целях согласования интересов грузоотправителя и железной дороги предлагается использовать совокупность переменных по величине тарифов. Чем больше фактическое время доставки T_ϕ отклоняется от нормативной величины T_n , $T_\phi \geq T_n$, тем меньше тарифная ставка за перевозку единицы груза. Понижающие тарифы действуют, если T_ϕ не выходит за пределы интервала: $T_n \leq T_\phi \leq T_d$. В случае превышения фактического времени T_ϕ ($T_\phi > T_d$) - предполагается введение штрафных санкций.

Глава завершается постановкой задачи исследования, которая сводится к разработке совокупности алгоритмов, направленных на оптимизацию составов контройлерных поездов при различных вариантах поставок.

В третьей главе диссертации рассмотрены алгоритмы оптимизации составов контройлерных поездов при регулярном поступлении «контройлерных» грузов на станцию отправления.

Каждый вариант поставок и соответствующий ему алгоритм обозначается набором буквенных символов, табл. 1.

Таблица 1.

	A	τ	γ	J_n	J_0	Индекс обозначения
1	\bar{A}	$\bar{\tau}$	$\bar{\gamma}$			$\{\bar{A}, \bar{\tau}, \bar{\gamma}\}$
2	\bar{A}	$\bar{\tau}$	$\bar{\gamma}$	J_n		$\{\bar{A}, \bar{\tau}, \bar{\gamma}, J_n\}$
3	\bar{A}	$\bar{\tau}$	$\bar{\gamma}$		J_0	$\{\bar{A}, \bar{\tau}, \bar{\gamma}, J_0\}$
4	\bar{A}	$\bar{\tau}$	$\bar{\gamma}$	J_n		$\{\bar{A}, \bar{\tau}, \bar{\gamma}, J_n\}$
5	\bar{A}	$\bar{\tau}$	$\bar{\gamma}$		J_0	$\{\bar{A}, \bar{\tau}, \bar{\gamma}, J_0\}$
6	\bar{A}	$\bar{\tau}$	$\bar{\gamma}$	J_n		$\{\bar{A}, \bar{\tau}, \bar{\gamma}, J_n\}$
7	\bar{A}	$\bar{\tau}$	$\bar{\gamma}$		J_0	$\{\bar{A}, \bar{\tau}, \bar{\gamma}, J_0\}$

\bar{A} , \bar{A} - размер поставки техники, имеющие соответственно одинаковые, $A = \bar{A} = const$, и различные (переменные) объемы, $A = \bar{A} \neq const$;

$\bar{\gamma}$, $\bar{\gamma}$ - коэффициенты временных запасов (КВЗ), соответственно постоянные и переменные по величине, определяемые по формуле (1):

$$\gamma = \frac{T_\phi}{T_n} = \frac{T_n + T_{\text{до}}}{T_n} \quad (1)$$

где T_m - допустимое время задержки (время хранения на складе);

J - уровень информационного обеспечения (J_n - наличие информации о значениях всех показателей, J_o - отсутствие информации о величинах показателей $\bar{A}, \bar{\gamma}$);

\bar{T} - постоянная величина временного интервала между поставками

Каждый из алгоритмов, указанных в табл. 1., по-разному отражает зависимость оптимального состава поезда $H_{\text{опт}} = \dot{H}$ от значений величин A, γ и уровня информационного обеспечения J , т.е. $\dot{H} = f(A, \gamma, J)$.

Основными элементами для построения алгоритмов, приведенных в табл. 1, являются следующие величины: $t_A, t_m, \Delta_p, \Delta B, CT$, где:

t_A - технологический ограничитель времени задержки поставок на складе, обусловленный тем, что общий объем S накопленных поставок на складе, не должен превышать размеры полносоставного поезда H_{max} , т.е.

$$S = \bar{A}N_A \leq H_{\text{max}} \quad (2)$$

где $N_A = \left[\frac{H_{\text{max}}}{\bar{A}} \right]$ - максимально допустимое целое число поставок, которое может быть включено в состав поезда ($t_A = N_A$);

t_m - допустимое время задержки поставок, устанавливаемое грузоотправителем через задание величины КВЗ γ , $t_m = T_{\text{зд}}$;

Δ_p - добавка (дополнение) формируемое из последней поставки, $A = A_{ca}$, и равное следующим разностям:

$$\Delta_p = \begin{cases} H_{\text{max}} - \bar{A}N_A, \text{ если } A = \bar{A} (\text{алгоритмы } \bar{A}, \bar{\gamma}, J_n; \bar{A}, \bar{\gamma}, J_n), \\ H_{\text{max}} - \sum_{i=1}^n A_i, \text{ если } A = \tilde{A} (\text{алгоритмы } \tilde{A}, \bar{\gamma}, J_n; \tilde{A}, \bar{\gamma}, J_n) \end{cases} \quad (3)$$

ΔB - величина изменения дохода (прибыли), получаемого перевозчиком, обусловленного присоединением добавки Δ_p к уже имеющемуся объему техники на складе:

$$\Delta B = B^{(0+\Delta)} - B^{(0)}, \quad (4)$$

где $B^{(0)}$ - величина прибыли без включения в состав поезда добавки Δ_p ;

$B^{(0+\Delta)}$ - величина прибыли, получаемая железной дорогой при условии, что

добавка Δ_r включена в состав поезда. Величина ΔB может быть как положительной, так и отрицательной (из-за дополнительной задержки на одни сутки всех ранее поступивших на склад поставок и связанных с этим дополнительных расходов).

СТ - сравнительная таблица, которая в разных вариантах используется в алгоритмах с непостоянным КВЗ, $\gamma = \bar{\gamma}$.

Сущность этой таблицы состоит в следующем. Если $t_A \leq t_m$, то количество поставок N , включаемых в состав поезда, равно:

$$N = \begin{cases} N_A = \lceil H_{\max} / \bar{A} \rceil, \text{ если } A = \bar{A}, \\ N_q = q, \text{ если } A = \bar{A}. \end{cases} \quad (5)$$

В соответствии с числом поставок (N), первую поставку \bar{A}_1 придется хранить на складе в течение: $P = N - 1$ (суток); вторую - $(N - 2)$ и т.д. вплоть до последней \bar{A}_N , которая является текущей с нулевым сроком хранения.

Иными словами, для формирования поезда из N поставок минимально необходимые сроки задержания T_{so}^{\min} (накопления) этих поставок должны представлять собой последовательно возрастающий ряд величин от нуля до P , т.е.

$$T_{so}^{\min} = T_r^* \quad (r = 1, 2, \dots, P) = 0, 1, \dots, P. \quad (6)$$

Этот ряд назван минимальным или теоретическим рядом. Последовательность фактических допустимых сроков задержки отличается от теоретического ряда. Рассмотрим это на конкретном примере представленном в табл. 2.

Таблица 2

T_r	T_1	T_2	T_3		T_P	T_N
T_r^*	p	$p-1$	$p-2$		1	0
R_r	R_1	R_2	R_3		R_p	R_N

В первой строке представлены фактические допустимые времена задержки T_r ($r = 0, 1, \dots, P$), которые при $\gamma = \bar{\gamma}$ будут одинаковыми, а при $\gamma \neq \bar{\gamma}$ - переменными; во 2-й строке даны значения T_r^* , в 3-й приводятся разности:

$$R_r = T_r - T_r^* \quad (7)$$

При этом возможны три ситуации: первая – все разности не меньше единицы, $R_i \geq 1$, вторая – хотя бы одна из разностей R_i равна нулю и третья – когда одна или несколько разностей отрицательны.

Если все $R_i \geq 1$, то это означает, что имеется своего рода «запас» прочности по времени, позволяющий увеличить сроки задержки всех поставок, хранящиеся на складе, по крайней мере, еще на одни сутки. Этот временной запас позволяет рассматривать вопрос о включении в состав поезда добавки Δ_p .

В случае, когда хотя бы одна из R_i равна нулю (а все другие R_i больше единицы), никакого запаса времени нет, ожидать следующую поставку A_i , чтобы из нее получить Δ_p , нельзя. Оптимальный состав поезда в этом случае

будет равен:

$$H = \begin{cases} \bar{A}N_A, \text{ если } A = \bar{A}, \\ S_q = \sum_{i=1}^q \bar{A}_i, \text{ если } A = \bar{A}. \end{cases} \quad (8)$$

При наличии одной или нескольких $R_i < 0$ число планируемых поставок (N_A) или ($N_q = q$) для хранения на складе должно быть сокращено на величину той отрицательной R_i , модуль которой является наибольшей среди всех других отрицательных разностей $|-R|_{\max}$. При этом скорректированное число поставок N^* , которое допустимо хранить на складе, будет равно:

$$N^* = \begin{cases} N_A - |-R|_{\max}, \text{ если } A = \bar{A}, \\ N_q - |-R|_{\max}, \text{ если } A = \bar{A}. \end{cases} \quad (9)$$

В этом случае оптимальный состав поезда будет определяться формулой:

$$H = \begin{cases} \bar{A} \cdot N^*, \text{ если } A = \bar{A}, \\ S_{N^*} = \sum_{i=1}^{N^*} \bar{A}_i, \text{ если } A = \bar{A}. \end{cases} \quad (10)$$

После введения и раскрытия смысла некоторых величин ($\Delta_{A_i}, \Delta_{A_n}, \Delta_p, \Delta B, CT$), необходимых для разработки алгоритмов оптимизации, рассмотрим использование некоторые из них для этих целей.

Рассмотрим алгоритм $\{A, \bar{A}, J_n\}$. Данный алгоритм включает следующие операции.

1. Находится максимальное количество поставок N_d (2), которые могут быть включены в состав поезда и соответствующее этому числу поставок время возможного их накопления, $P = N_d - 1$.
2. Формируется сравнительная таблица (СТ) в виде рассмотренной выше табл. 2, и анализируются величины полученных в этой таблице разностей R_r ($r = 0, 1, 2, \dots, P$).
3. В зависимости от величин этих разностей принимается решение об относительном составе поезда. Если: $R_r = 0$, то $\dot{H} = \bar{A}N_d$; $R_r < 0$, то $\dot{H} = \bar{A}N^*$, где N^* - находится по уравнению (9).

При $R \geq 1$ появляется возможность включить в состав поезда добавку Δ_p . Если изменение прибыли ΔB будет больше нуля или некоторого порогового значения ΔB^* , то все N_d поставок, находящихся на складе, целесообразно задержать еще на одни сутки в ожидании прибытия следующей поставки, $\bar{A} = \bar{A}_{cr} = A_{N_p+1}$, из которой формируется добавка $\Delta_p = H_{\max} - \bar{A}N_d$. В этом случае $\dot{H} = \bar{A}N_d + \Delta_p = H_{\max}$.

Рассмотрим алгоритмы с ограниченным информационным обеспечением ($J = J_0$).

Алгоритм $\{\bar{A}, \gamma, J_0\}$ (№5 в табл. 1). Данный алгоритм состоит из совокупности отдельных во многом сходных циклов. Максимальное число циклов h не может превышать величину $T_{\text{до}}$, $h \leq T_{\text{до}}$, т.к. $T_{\text{до}}$ – это допустимое время задержки в сутках, а в каждые сутки на станцию отправления может пребывать одна поставка.

Каждый цикл включает следующие операции:

1. Оценку текущего состояния с поставками, находящимися на СО (на складе). Для этой цели после каждой очередной поставки определяется сумма:

$$S_r = \sum_{i=1}^r A_i, \quad r = 1, 2, \dots, T_{\text{до}} \quad (11)$$

2. Определение требуемой (желаемой) величины добавки

$$\Delta_p = (H_{\max} - S_r) \geq 0 \quad (12)$$

Если окажется, что $\Delta_p = 0$, то это значит, что $\dot{H} = H_{\max}$.

3. Анализ фактических добавок $\Delta^{(k)}$, определяемых выражением

$$\Delta^{(k)} = \begin{cases} \Delta_p, & \text{если } \Delta_p < A_{cs} = A_{r+1}, \\ A_{cs} = A_{r+1}, & \text{если } \Delta_p \geq A_{cs} \end{cases} \quad (13)$$

В связи с тем, что $H_{\min} \leq A_{r+1} \leq H_{\max}$, то и фактическая добавка $\Delta^{(k)}$ может принимать различные значения: $\Delta^{(k)} = (\Delta^{(1)}, \Delta^{(2)}, \dots, \Delta^{(k)}, \Delta^{(k+1)})$ (14)

4. Оценка экономической целесообразности включения указанных добавок в состав поезда. Одни из этих добавок могут дать прирост дохода $\Delta B > 0$, другие могут привести к его снижению, $\Delta B \leq 0$. Подставляя поочередно $\Delta^{(k)}$ в расчетное соотношение для ΔB , можно найти граничное значение $\Delta = \Delta_{sp}$, начиная с которого будет обеспечиваться прирост прибыли. Способы определения Δ_{sp} приводятся в 4-й главе. Чем меньше величина Δ_{sp} , тем больше вероятность того, что прирост прибыли ΔB будет положительным и тем меньше вероятность принять ошибочное решение о прекращении или продолжении накопления поставок на складе.

Однако есть возможность ослабить принятия ошибочных решений, если обратиться к получению прогнозных оценок для неизвестных значений A . Данному вопросу посвящена 5-ая глава работы.

Четвертая глава посвящена разработке алгоритмов оптимизации с нерегулярным поступлением автопоездов на станцию отправления. Полный перечень разработанных в данной главе алгоритмов представлен в табл.3.

Буквенные обозначения в данной таблице в основном совпадают с соответствующими обозначениями, указанными в табл.1.

$\tilde{A}, \tilde{y}, \tilde{r}$ - две волнистые черты сверху обозначают, что величины этих показателей неизвестны;

t_r - планируемые даты поступления поставок на СО.

Таблица 3

№/п	A	γ	$\bar{\tau}$	t_r	J	Сокращённое буквенное
1	\bar{A}	$\bar{\gamma}$		t_r	J_{II}	$\{\bar{A}, \bar{\gamma}, t_r, J_{II}\}$
2	\tilde{A}	$\tilde{\gamma}$		t_r	J_{II}	$\{\tilde{A}, \tilde{\gamma}, t_r, J_{II}\}$
3	A	$\tilde{\gamma}$		t_r	J_{II}	$\{A, \tilde{\gamma}, t_r, J_{II}\}$
4	\tilde{A}	$\tilde{\gamma}$		t_r	J_{II}	$\{\tilde{A}, \tilde{\gamma}, t_r, J_{II}\}$
5	$\tilde{\tilde{A}}$	$\tilde{\tilde{\gamma}}$		t_r		$\{\tilde{\tilde{A}}, \tilde{\tilde{\gamma}}, t_r\}$
6	\bar{A}	$\tilde{\tilde{\gamma}}$		t_r		$\{\bar{A}, \tilde{\tilde{\gamma}}, t_r\}$
7	\tilde{A}	$\tilde{\tilde{\gamma}}$		t_r		$\{\tilde{A}, \tilde{\tilde{\gamma}}, t_r\}$
8	$\tilde{\tilde{A}}$	$\tilde{\tilde{\gamma}}$		t_r		$\{\tilde{\tilde{A}}, \tilde{\tilde{\gamma}}, t_r\}$
9	A	γ	$\tilde{\tau}$			$\{A, \gamma, \tilde{\tau}\}$
10	$\tilde{\tilde{A}}$	γ	$\tilde{\tau}$			$\{\tilde{\tilde{A}}, \gamma, \tilde{\tau}\}$
11						$\{A, \gamma, N^o, T^o\}$

Прежде, чем рассматривать некоторые из приведенных в табл. 3 алгоритмов, изложим в сокращенном виде способы определения экономической целесообразности формирования ранее упомянутой добавки Δ с последующим включением ее в состав поезда.

Так если на станцию отправления поступило r поставок с суммарным объемом $s_r = \sum_{i=1}^r A_i$ единиц техники. Величина прибыли B^o за доставку контейнеров принимается за исходную и определяется равенством:

$$B^o = \bar{B}^o - 3^o \quad (15)$$

где \bar{B}^o – прибыль за доставку S^r контейнеров без учета затрат на хранение этих контейнеров на складе; 3^o – затраты средств за хранение $(r-1)$ поставок, т.к. одна поставка является текущей и еще не хранилась на СО, поэтому берется $(r-1)$;

$$B^o = \sum_{i=1}^r A_i \cdot d_{r-i} \quad (16)$$

где $d_0 > d_1 > d_2 \dots > d_{r-1}$ – ряд понижающих тарифов за доставку контейнеров получателю с различными сроками допустимых задержек: $T_{\eta} = 0, 1, 2, \dots, r-1$

(суток).

$$3^o = \eta \cdot t_{\eta} = \eta \cdot \sum_{i=1}^{r-1} A_i \cdot (r-i) \quad (17)$$

где η - расходы за хранение единицы «контрейлерной» техники в течение одних суток.

При дополнительной задержке всех r поставок еще на τ суток на складе прибыль уменьшается с учетом (15), (16), (17) и находится по формуле:

$$B^{r+\tau} = \bar{B}^{r+\tau} - 3^{r+\tau} = \sum_{i=1}^r A_i \cdot d_{r+\tau+i} - \eta \cdot \sum_{i=1}^r A_i \cdot (r+\tau-i) \quad (18)$$

Сравнивая значения доходов B^0 и $B^{r+\tau}$, находим уменьшение дохода (убыток) V^r , равный:

$$V^r = B^0 - B^{r+\tau} = \left(\sum_{i=1}^r A_i \cdot d_{r+i} - \sum_{i=1}^r A_i \cdot d_{r+i} \right) + \left(\eta \cdot \sum_{i=1}^r A_i \cdot (r+i-i) - \eta \cdot \sum_{i=1}^r A_i \cdot (r-i) \right) \quad (19)$$

При $\tau=1$ суткам, формула (19) примет вид:

$$V^1 = B^0 - B^{r+1} = \left(\sum_{i=1}^r A_i \cdot d_{r+i} - \sum_{i=1}^r A_i \cdot d_{r+i} \right) + \left(\eta \cdot \sum_{i=1}^r A_i \cdot (r+1-i) - \eta \cdot \sum_{i=1}^r A_i \cdot (r-i) \right) \quad (20)$$

При линейном законе убывания понижающих тарифов d_i , ($i=0,1,2,\dots$), когда:

$$d_i - d_{i+1} = \rho = const \quad (21)$$

Формула (20) имеет более простой вид:

$$V^1 = \rho \cdot \sum_{i=1}^r A_i + \eta \cdot \sum_{i=1}^r A_i = (\rho + \eta) \cdot \sum_{i=1}^r A_i = \alpha \cdot \sum_{i=1}^r A_i \quad (22)$$

В случае задержки на τ дней, выражение (22) примет окончательный вид:

$$V^r = \alpha \cdot \tau \cdot \sum_{i=1}^r A_i \quad (23)$$

Таким образом, решение о формировании добавки Δ связано с дополнительной задержкой всех r прибывших на СО поставок на τ суток, что с неизбежностью ведёт к снижению прибыли (убытку) V^r .

С другой стороны, добавка Δ_{r+1} , получаемая из поставки A_{r+1} даст некоторый прирост прибыли V^* , равный: $V^* = d_0 \cdot \Delta_{r+1}$ (24)

где d_0 - стоимость, за перевозку единицы техники без всякой задержки, если учесть, что добавка Δ_{r+1} входит в состав поезда без всякой задержки.

Итоговый прирост прибыли ΔB получается путём объединения V^* и V^r :

$$\Delta B = V^* - V^r = d_0 \cdot \Delta_{r+1} - \alpha \cdot \tau \cdot \sum_{i=1}^r A_i \quad (25)$$

При малых значениях добавки Δ_{r+1} прирост может оказаться отрицательным, превращаясь в убыток. Из (30) легко найти граничное значение величины добавки Δ_{r+1}^* , равное:

$$\Delta_{r+1}^* \geq \alpha \cdot \tau \cdot \sum_{i=1}^r \frac{A_i}{d_i} \quad (26)$$

Тогда при значениях $\Delta_{r+1} > \Delta_{r+1}^*$ прирост ΔB будет положительным $\Delta B = \Delta B^*$, в случаях, когда $\Delta_{r+1} \leq \Delta_{r+1}^*$, прироста как такового не будет и при таких условиях от добавки следует отказаться.

Проанализируем в качестве примера некоторые из 11 разработанных и представленных в 4-ой главе алгоритмов.

Рассмотрим алгоритм $\{\bar{A}, \bar{\gamma}, t_r, J_{II}\}$. Первые операции направлены на вычисление временных ограничителей t_A и t_m . Графическая интерпретация расчётной модели представлена на рис.1:

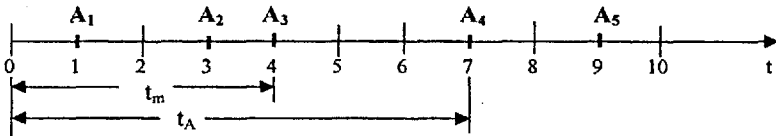


Рис. 1.

На рисунке показана временная ось t с обозначенными интервалами в одни сутки: 1, 2, 3,..... Прибытие поставок планируется на 1, 3, 4, 7 и 9 сутки. Используя схему приведённую на рис. 1 найдём значения t_A и t_m . Значение t_m определяется как и ранее по формуле: $t_m = T_n \cdot (\gamma - 1)$.

«Технологический» ограничитель t_A в связи с непостоянством временных интервалов $\tau = \bar{\tau}$ находится иначе, чем это делалось ранее:

$$t_A = \sum_{i=1}^{N_A} \tau_i, \quad \tau_i = \tau_i - \tau_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N_A \quad (27)$$

где N_A определяют по формуле (2).

Далее определяется разность $r = t_A - t_m$, которая может быть: а) $r = 0$; б) $r < 0$; в) $r > 0$. Алгоритм в соответствии с этим разделяется на три направления.

Для $r = 0$, $t_A = t_m$ вычисляется величина возможной допустимой добавки $\Delta = \Delta_{r+1} = H_{\max} - \bar{A} \cdot N_A$. Затем по известному значению следующего интервала $\tau_{ct} = \tau_{r+1}$ с использованием уравнения (25) находится величина прироста прибыли ΔB_{r+1} . Если $\Delta B_{r+1} > 0$, то можно ждать следующую поставку \bar{A}_{r+1} в течении $\tau = \tau_{r+1}$ суток, в противном случае оптимальный состав поезда \dot{H} должен включать только накопленные поставки без всякой добавки, т.е. $\dot{H} = \bar{A} \cdot N_A$.

При $r < 0$, $t_A < t_m$, расчёт выполняется по аналогичной схеме. Однако при этом имеются и различия. Оптимальный состав поезда при $t_A < t_m$ принимает одно из двух значений: $\dot{H} = \bar{A} \cdot N_A + \Delta_{N_A+1}$, либо $\dot{H} = \bar{A} \cdot N_A$. Первое значение \dot{H} имеет место при одновременном выполнении двух условий: 1) когда следующая поставка A_{N_A+1} , из которой формируется добавка Δ_{N_A+1} , по времени находится не более чем $1 \leq \tau_{N_A+1} \leq r$ и 2) величина Δ_{N_A+1} , обеспечивает прирост прибыли $\Delta B = \Delta B^*$, определяемый формулой (25), при этом Δ_{N_A+1} д.б. не меньше граничного значения Δ^* (26). При невыполнении любого из этих условий за оптимальное значение \dot{H} принимают величину $\dot{H} = \bar{A} \cdot N_A$.

При $r > 0$, $t_A > t_m$, оптимальный состав формируется либо в состав $\dot{H} = \bar{A} \cdot N_m + \Delta_{N_m+1}$, либо $\dot{H} = \bar{A} \cdot N_m$. Здесь N_m - это число поставок, которое может быть накоплено на складе за время $t = t_m$ (рис. 1). Заметим, что $N_m < N_A$ (рис. 1). Если добавка $\Delta_{N_m+1} = H_{\max} - \bar{A} \cdot N_m > 0$, то к накопленному грузу $H = \bar{A} \cdot N_m$ в принципе можно присоединить добавку Δ_{N_m+1} , получаемую из следующей поставки $A_{ct} = A_{N_m+1}$, при соблюдении двух условий: 1) когда временное расстояние $\tau_{N_m+1} = 1$ суткам и 2) величина добавки Δ_{N_m+1} обеспечивает прирост выручки $\Delta B = \Delta B^*$. При нарушении хотя бы одного из этих условий от добавки Δ_{N_m+1} следует отказаться и за оптимальное значение состава поезда принять величину $\dot{H} = \bar{A} \cdot N_m$.

В главе разработаны два алгоритма № 9, 10 табл. 3, отличительной особенностью которых является не только непостоянство интервалов поступления поставок, но главное неизвестность их значений для станции отправления. После прибытия на станцию отправления очередной поставки A_r , ничего определенного нельзя сказать о времени (дате) поступления следующей поставки $A_{r+1} = A_{r+1}$. Известно лишь, что A_{r+1} должна прибыть в интервале $1 \leq \tau \leq \tau_{\max}$, где τ_{\max} - известное максимальное время ожидания следующей поставки. Для удобства описания данные алгоритмы разделены на 3 блока:

1. Анализ исходного состояния накопленных поставок на станции отправления с целью выявления возможностей дополнительной задержки уже прибывших поставок.

2. Вычисление требуемой (желательной) добавки Δ_r (4), сопоставления ее с возможной фактической добавкой Δ , определение величины прибыли ΔB , которую можно было бы получить от этих добавок при $\tau_{r+1} = 1$. Если такие добавки обнаружатся, то следует переходить к следующему блоку, приняв $\tau_{r+1} = 2$. При некотором значении τ_{r+1} может оказаться, что вместо прироста прибыли ΔB^+ будет иметь место ее убыток ΔB^- . Уровень неопределенности в данном случае будет еще выше из-за неизвестности величин возможных интервалов между поставками, следовательно, актуальность обращения к получению прогнозных значений A, γ, τ еще больше возрастет.

3. Если в результате реализации 2-го блока операция добавка Δ окажется полезной, то возникнет новое состояние, оцениваемое суммой $S_{r+1} = \sum_{i=1}^{r+1} A_i$ и оставшимися запасами времени на продолжение хранения. Если $S_{r+1} < H_{\max}$, и запас времени еще есть, то осуществляется переход к следующему блоку операций, повторению по сути дела 1 и 2 блока и т.д.

Пятая глава посвящена применению методов прогнозирования для получения оценок неизвестных значений размеров поставок $A = \tilde{A}$, временных интервалов между очередными поставками $\tau = \tilde{\tau}$. Кроме того, объектами

прогнозирования могут быть неизвестные величин КВЗ $\gamma = \bar{\gamma}$, величины ожидаемой прибыли, суммарное количество поставок N^0 за тот или иной период времени (месяц, квартал) и др.

Отсутствие информации хотя бы об одном из показателей A или τ , либо об обоих одновременно, во-первых, не позволяет перевозчику заблаговременно находить оптимальные составы поездов H , даты их отправки и потребные сроки хранения на складе; во-вторых, вынуждает принимать решения в условиях неопределённости, приводящей иногда к ошибочным решениям.

Для повышения качества (точности и достоверности) прогнозирования применён метод прогнозирования с выделением контрольной информации. Идея выделения контрольных уровней (точек) не нова. Недостатком её является то, что в контрольную область выделяются последние и потому самые ценные данные и эти данные к тому же исключаются из объёма статистической информации, используемой для определения параметров прогностической модели. Покажем эти области на рис. 2.

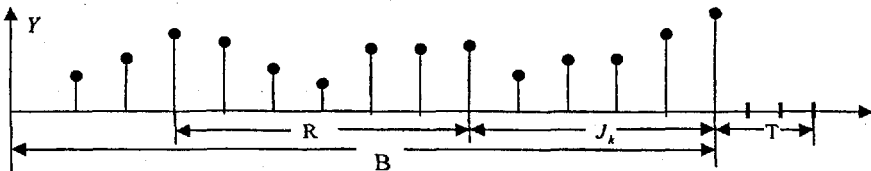


Рис. 2.

На этом рисунке B – область ретроспективных данных, область предистории; R – расчётная область, по данным которой находятся величины коэффициентов искомых моделей; J_k – контрольная область.

В работе предполагается ряд способов, повышающих качество прогнозирования. К числу таких способов отнесены:

1. Двукратное использование точек, включенных в контрольную область. Сущность такого использования состоит в следующем. В начале методом проб и ошибок по точкам R и J_k ищется наиболее подходящий вид (тип) модели и определяется его точность по данным, принадлежащим J_k . На втором этапе

область J_4 объединяется с расчётной областью R , увеличивая её объём. И параметры выбранной модели рассчитываются уже по всем точкам, входящим в R и J_4 . Такой приём способствует повышению точности прогнозирования.

2. Построение моделей трендов временных рядов в двух видах: а) в виде однофакторных зависимостей $\bar{Y}_t = f(t)$, где \bar{Y}_t - расчётное значение прогнозируемого показателя, например, размера поставки, t - временной фактор (признак), принимающий дискретные значения $t = 1, 2, 3, \dots, T$, например в сутках; б) в виде своеобразной двумерной модели $\bar{Y}_t = \mathcal{G}(t, N)$, где «сплошное» время t , ($t = 1, 2, 3, \dots, T$) разделено на две его разновидности: на «длинные» интервалы N (это могут быть недели, декады, месяцы) и на «короткие» сплошные интервалы, $t' = 1, 2, 3, \dots, t^*$, заполняющие длинные интервалы. Расчёты, проделанные автором, подтверждают, что в большинстве случаев такие модели оказываются более высокого качества, чем обычные $\bar{Y}_t = f(t)$.

3. Использование комбинированных моделей, объединяющих уравнения трендов и авторегрессионных уравнений и имеющих вид:

$$\bar{Y}_t = A_0 + A_1 \cdot Y(t-N) + A_2 \cdot Y(t-2N) + f(t) \quad \text{или} \quad \bar{Y}_t = A_0 + A_1 \cdot Y_{t-1} + A_2 \cdot Y_{t-2} + \mathcal{G}(t, N)$$

где $Y(t-N), Y(t-2N)$ - уровни временного ряда, сдвинутые относительно исходных данных на N и $2N$ временных интервала «длиной» в N суток (N - неделя, декада или месяц); $f(t)$ и $\mathcal{G}(t, N)$ - уравнения трендов.

4. Включение в состав факторов для моделей при нерегулярных поставках грузов вместо временного фактора t «номерного» фактора r . Под «номерным» фактором понимается порядковый номер очередной поставки, принимающий равноотстоящие значения $r = 1, 2, 3, \dots, N_d$. Этот приём позволяет неравношаговую шкалу преобразовать в равношаговую, что может приводить к повышению качества формируемых моделей прогнозирования.

В главе проводится также анализ критериев оценки качества на основе среднеквадратической ошибки S , средней относительной ошибки δ , коэффициентов множественной корреляции R и детерминации D , F -

критерия. Более оправданной является оценка точности моделей и отбор наиболее подходящей из них по контрольной информации.

Значительное внимание в главе уделяется построению временных рядов, содержащих периодические компоненты. Рассматривается известный гармонический анализ, позволяющий представлять периодические компоненты в виде набора тригонометрических функций: синусоид и косинусоид. Однако в нашем случае наибольшее предпочтение отдано методам, согласно которым сначала определяется уравнение тренда, а потом по остаткам (разностям между уровнями временного ряда и расчётными значениями) строится авторегрессионная зависимость первого или второго порядка. Такой подход обеспечивает получение более качественного решения прогностической задачи.

К основным результатам диссертационного исследования отнесены следующее:

1. Подробный анализ применения контейнерных перевозок в зарубежных странах и рассмотрены результаты применения первых контейнерных перевозок в нашей стране.

2. Оценка возможного снижения экологического ущерба при внедрении контейнерных перевозок наносимого автомобильным транспортом воздушной среде, посредством уменьшения выбросов выхлопных газов большегрузных автомобилей и продлении их срока службы, что позволяет сократить износ шин, хранение и утилизация которых, также пагубно сказывается на состоянии атмосферного воздуха и здоровье людей. Так при перевозке 412 полуприцепов величина предотвращённого экономического ущерба воздушной среде при внедрении контейнерной перевозки составит 159 тыс. руб при тепловозной тяге и 292,4 тыс. руб при электрической.

3. Выбраны отдельные показатели (параметры), наиболее полно характеризующие контейнерные перевозки при условии строгого соблюдения требований грузоотправителя, в части доставки его грузов на станцию назначения и при условии недопущения снижения уровня дохода железной

дороги ниже некоторых граничных значений. К числу таких показателей отнесены: размеры поставок, допустимые сроки доставки грузов, степень регулярности поступления контрейлерных грузов на СО и уровень информационного обеспечения перевозчика о вариантах планируемых к перевозке поставок.

4. Результаты исследования некоторых путей повышения рентабельности контрейлерных перевозок, снижения уровня их себестоимости и увеличения денежного дохода за перевозку груза. Основным направлением решения этих задач является поиск оптимальных составов контрейлерных поездов.

5. Разработаны и подробно представлены в работе алгоритмы оптимизации составов контрейлерных поездов. Предложена их классификация по степени регулярности поставок и по уровню информационного обеспечения предполагаемых контрейлерных перевозок. Разработанные алгоритмы могут использоваться и для других вариантов функционирования контрейлерных перевозок.

6. Предложены пути снижения вероятностей ошибок при принятии решений на продолжение или прекращение дальнейших поставок с целью их накопления на складе.

7. Обоснована необходимость применения методов прогнозирования во всех случаях, когда отсутствует информация о каких-либо показателях. Установлено, что наиболее обоснованными методами прогнозирования таких показателей, как размер поставок (A), интервалы между поставками (τ) являются методы прогнозирования с выделением так называемой контрольной информации.

8. Обоснована целесообразность применения для прогнозирования - смешанных авторегрессионных моделей. Расчётные примеры подтверждают достаточно хорошие возможности таких моделей.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Глазунова О.В., «Определение рационального числа вагонов в составе поездов в условиях действия временных ограничений и непостоянства объемов поставок» Управление перевозками и транспортная логистика, Межвузовский сборник научных трудов, Хабаровск, Издательство ДВГУПС, 2005г.
2. Глазунова О.В., Семеркин А.А., «Контрейлерные перевозки – частичное решение экологической проблемы» Логистика, грузовая и коммерческая работа, Сборник научных трудов, Санкт-Петербург 2004г.
3. Лысенко Н.Е., Глазунова О.В., «Экологические аспекты контрейлерных перевозок» Задепонирована ВИНТИ РАН 07.04.2004г. №017/0982 от 07.04.2004г.
4. Лысенко Н.Е., Глазунова О.В., «Перспектива внедрения контрейлерных перевозок». Научно-практическая конференция, Неделя науки – 2003. «Наука - транспорту», Труды, Москва 2004г.

СНИГУР ОЛЬГА ВАЛЕРЬЕВНА

**ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ
ПЕРЕВОЗОК ВНЕШНЕТОРГОВЫХ ГРУЗОВ**

Специальность 05.22.08 – «Управление процессами перевозок»

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Подписано в печать - *24.04.06.*

Усл.-печ.л. – *1,5.*

Печать офсетная. Бумага для множит. апп.

Формат 60x84 1/16

Тираж 80 экз. Заказ № *192.*

Типография МИИТ: 127994, г. Москва, ул. Образцова, 15

