

На правах рукописи

ЯКУШЕВ НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ



**ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ТРАНСПОРТНО – СКЛАДСКИХ
СИСТЕМ С ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ГРУЗОПОТОКОВ**

Специальность 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические
системы страны, ее регионов и городов, организация
производства на транспорте

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург-2006

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения».

Научный руководитель -	Лауреат государственной премии РФ доктор технических наук, профессор Козлов Петр Алексеевич;
Официальные оппоненты -	доктор технических наук, профессор Калиниченко Анатолий Яковлевич; кандидат технических наук, профессор Гоманков Федор Степанович;
Ведущая организация	Институт технико-экономических изысканий и проектирования железнодорожного транспорта "ГИПРОТРАНСТЭИ"

Защита состоится «09» июня 2006 г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета КМ 218.013.01 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения» по адресу: 620034, г.Екатеринбург, ул.Колмогорова, 66, ауд. 283. Факс: (343) 358-55-02.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уральского государственного университета.

Отзыв на автореферат, заверенный печатью организации (в двух экземплярах), просим направлять в адрес Ученого совета УрГУПС.

Автореферат разослан «_08_» мая 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



М.Б. Петров

Общая характеристика работы.

Актуальность проблемы.

Рыночная экономика существенно меняет требования к транспортному обслуживанию производственных процессов. Значительно возрастают требования к надежности и эффективности транспортных связей. Увеличивается роль экономических критериев. Все чаще упоминается понятие «транспортный сервис».

Эффективное распределение потоков грузов в регионах требует создания эффективных складских систем. Причем грузопотоки внутри сети распределения должны быть организованы по правилам логистики.

Распределенная в пространстве система складов должна быть увязана управляемыми транспортными связями таким образом, чтобы можно было говорить о транспортно – складской системе. Только в этом случае емкости складов будут использоваться эффективно, а вся система способна эффективно преобразовать входные потоки в выходные, то есть поглощать и порождать всплески потоков.

Рациональное управление потоками в сети распределения требует создания автоматизированных управляющих систем, использующих оптимизационные модели. На транспорте, и особенно на железнодорожном, создана развитая информационная среда, создающая основу для эффективного управления.

Таким образом, назрела необходимость разработать методологическую основу построения эффективных транспортно – складских систем в регионах распределения грузопотоков, что позволит надежно обеспечить процессы товародвижения с минимумом затрат и необходимый транспортно – складской сервис потребителям продукции.

Цель и задачи исследования.

Целью диссертационного исследования является разработка методологии построения эффективных распределенных транспортно – складских систем с логистическим управлением грузопотоками.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить **следующие задачи:**

- 1) сформулировать понятие «эффективной емкости» транспортно – складской системы, как способности поглощать и порождать всплески потоков, и исследовать влияющие на нее факторы;
- 2) изучить природу динамических резервов внутри системы, возникающих в результате различных видов логистического управления и существенно повышающих ее демпфирующие свойства и предложить способы их активизации;
- 3) разработать методологию применения оптимизационных и имитационных моделей для совершенствования структурных параметров и технологии работы транспортно – складских систем;
- 4) сформулировать принципы рациональной работы системы при наличии случайного разброса в потреблении.

Объектом исследования являются региональные и межрегиональные транспортно – складские системы.

Методы исследования.

Теоретической и методологической базой выполненной работы послужили системный подход, методы исследования операций и моделирования, теория вероятностей. В исследовании автор опирался на труды отечественных и зарубежных ученых, в том числе В.Н. Образцова, А.П. Петрова, В.М. Акулиничева, Е.А. Сотникова, Ю.В. Дьякова, Б.А. Левина, Е.М. Тишкина, Л.П. Тулупова, В.Г. Шубко, В.А. Персианова, Н.С. Ускова, П.А. Козлова, В.А. Шарова, А.Ф. Бородина, А.П. Батурина, А.Т. Осьминина, Л.А. Баранова, А.Э. Александрова, В.Б. Положишникова, С.С. Шавзиса, а также Н.Н. Моисеева, Н.П. Бусленко, Д.А. Поспелова, Л.Р. Форда, Д.Р. Фалкерсона, В.Н. Вагина, О.В. Евсеева, В.Н. Буркова, В.Л. Ирикова.

Научная новизна.

Предложены принципы построения эффективных распределенных транспортно – складских систем с адаптивным взаимодействием элементов, основанном на логистическом управлении грузопотоками.

Исследована природа и сформулированы принципы активизации динамических резервов такого рода систем, возникающих вследствие адаптивного управления и замещающих по функции резервы складов.

Предложена методология использования оптимизационных и имитационных моделей для совершенствования структуры и технологии работы транспортно – складских систем.

Дано теоретическое обоснование режима подвода грузов при случайном разбросе в потреблении в зависимости от стоимостных параметров хранения груза и ущерба от задержки в потреблении.

Практическая значимость.

Результаты исследования могут быть использованы при создании региональных и межрегиональных транспортно – складских систем для повышения эффективности их работы, снижения затрат на склады и повышения надежности сервиса для клиентов в условиях нестабильного производства и потребления.

На защиту выносятся методология построения эффективных распределенных транспортно – складских систем с логистическим управлением грузопотоками, в том числе:

способы повышения эффективной емкости системы за счет динамических резервов различного рода;

методы логистического управления грузопотоками для активизации динамических резервов, замещающих по функции резервы складов;

методология использования оптимизационных и имитационных моделей для совершенствования структуры и технологии работы транспортно – складской систем;

принципы выбора режима взаимодействия складов при случайном разбросе в потреблении.

Реализация работы.

Разработанные теоретические и методологические подходы были использованы при организации межрегионального транспортно – складского

сервиса в компании «Уральская транспортная компания», и доказали высокую эффективность. Суммарная емкость складов была сокращена на 20-30% без потери надежности транспортного обслуживания.

Апробация работы. Основные положения диссертации были доложены и получили одобрение на научной конференции «Разработка и внедрение новых технологий на транспорте» (РАН, г.Москва, сентябрь 1993 г.), научной конференции «Фундаментальные и прикладные исследования – транспорту» (УрГАПС, г.Екатеринбург, 1995 г.), межгосударственной научно-технической конференции «Развитие сырьевой базы промышленных предприятий Урала» (МГМА, г.Магнитогорск, 1995 г.), юбилейной научно-технической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования – транспорту» (УрГАПС, г.Екатеринбург, 1996 г.), восьмой международной научно-практической конференции ИНФОТРАНС-2003 (г.Санкт-Петербург, 2003 г.), всероссийской научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта», посвященной 125-летию Свердловской железной дороги (г.Екатеринбург, 2003 г.), заседание кафедры «Управление эксплуатационной работой» УрГУПС (г.Екатеринбург, 2006 г.). Всего на 7 конференциях.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы (124 наименований). Основной текст – 143 страницы, включая 39 рисунков на 39 страницах и 5 таблиц на 7 страницах. Приложении 1 содержит исходные данные и результаты расчетов. Приложение 2 содержит фрагменты суточного план-графика.

Содержание работы.

Введение содержит обоснование актуальности проблемы и постановку цели исследования.

В первой главе дается обстоятельный анализ задач и состояния транспортно – складского сервиса в стране и за рубежом.

Транспортно-складские системы являются важным фактором современного транспортного обслуживания. Они позволяют преобразовать входные потоки в потоки удобные для получателей по величине, ритму прибытия и т.п. Чаще всего транспортно-складские системы включают в себя распределительный склад, систему складов у получателей и транспортных связей между ними. От согласованной работы этих трех составляющих зависит эффективность работы всей системы, а именно степень полезного использования складов и ее возможность поглощать и порождать всплески.

Транспортно-складской сервис входит как часть в рынок логистических услуг клиентам.

По оценкам, общий размер рынка логистических услуг в РФ в 2004 г. составил 290-300 млн. долларов США, при ежегодных темпах роста около 30%. Доля всех логистических затрат в ВВП РФ составляет около 1,5%. Для сравнения, доля логистических затрат в ВВП ЕС составляет 12,8%, США – 10,5%.

По сравнению с крупными восточно-европейскими транспортными центрами в России наблюдается выраженный недостаток складских мощностей международного класса. Наличие складской площади международного класса в пересчете на 1000 жителей, например, в Екатеринбурге в 10 раз ниже аналогичного показателя в Москве. Показатель Москвы в 12 раз уступает показателю Варшавы.

В Западной Европе существует ряд примеров успешно действующих и развивающихся проектов транспортно-логистических центров.

Выполнен обзор теоретических и методологических подходов к организации транспортно – складского сервиса.

Имитационные модели системы управления позволяют оценивать уровень обслуживания, количество заказов для сохранения определенного уровня запасов и уровень капиталовложений в запасы для установившегося состояния системы управления.

В 1963 г. была впервые сформулирована задача размещения предприятий с дискретным пространством решений как задача смешанного целочисленного программирования.

Одним из вариантов задачи размещения производства является задача о покрытии множества, т. е. задача определения числа и мест размещения.

На протяжении ряда десятилетий в транспортной науке достаточно интенсивно используются экономико-математические методы.

Развиваются оптимизационные модели, позволяющие найти оптимальную в динамике схему транспортных потоков. В качестве оптимизационных моделей выбираются динамические потоковые модели под общим названием «Динамическая транспортная задача с задержками» (ДТЗЗ) и ее дальнейшее развитие – «Метод динамического согласования» (МДС).

Сделан анализ управляемых и неуправляемых процессов внутри системы и более предметно сформулированы задачи исследования.

Вторая глава посвящена разработке работы транспортно – складской системы при случайном разбросе во времени доставки груза и потреблении. Исследуется природа динамических резервов системы, возникающих вследствие логистического управления, показана структура резервов системы определяющая ее эффективную емкость.

Склад в общем смысле работает как некоторый буфер для поглощения всплесков входных потоков и для порождения всплесков выходных. Однако в транспортно-складской системе с управляемыми потоками возникают, так называемые, динамические резервы.

Управление здесь заменяет избыточные складские емкости или резервы вагонов в ожидании выгрузки (назовем их статическими резервами), то есть по каждой сквозной струе потока суммированные резервы (величина буфера) будет равна:

$$RR_i^* = R_i^* + \tilde{R}_i + r_i, \text{ где}$$

RR_i^* - суммированный эффективный резерв по струе грузопотока;

R_i^* - эффективный резерв по струе в распределительном складе;

r_i^* - эффективный резерв в i -м складе у потребителя;

\tilde{R}_i - динамические резервы по струе.

Укрупненная оценка резервов транспортно-складской системы в этом случае будет:

$$RR^* = R^* + \tilde{R} + r_{cp}^*, \text{ где}$$

RR^* - средневзвешенная по струям эффективная емкость транспортно-складской системы;

R^* - средневзвешенная по струям эффективная емкость распределительного склада;

\tilde{R} - суммарные динамические резервы;

r_{cp}^* - средневзвешенная по складам у потребителя эффективная емкость.

Эффективная емкость определяется величиной всплеска потока, которую она способна погасить в реальной транспортно-складской системе с ее структурными связями и организацией потоков.

Динамические резервы заменяют статические по функции, но имеют другую природу. Это резервы управления. То есть развитое управление потоками заменяет в какой-то мере статические резервы.

Динамические резервы первого рода \tilde{R}^I возникают при гибком взаимодействии однородных потоков.

Динамические резервы второго рода \tilde{R}^{II} возникают при гибком взаимодействии разнородных струй. Управление заключается в придании приоритета и, значит, ускорении пропуска одной струи за счет замедления другой (рис. 1).

*

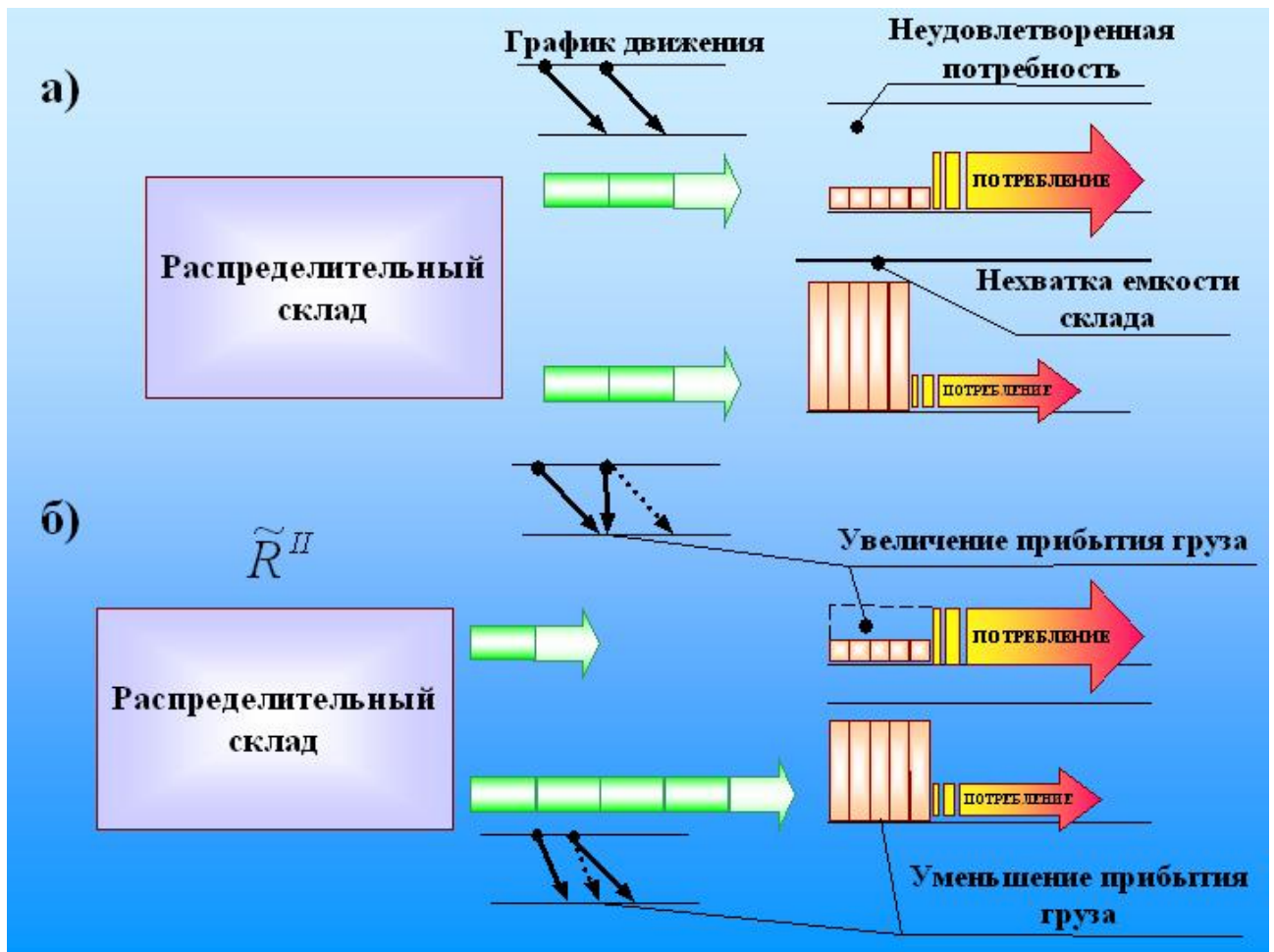


Рис. 1. Возникновение динамических резервов второго рода \tilde{R}^{II} .

Динамические резервы третьего рода \tilde{R}^{III} возникают в общем случае при гибком взаимодействии производства и транспорта.

Динамические резервы четвертого рода возникают при гибком взаимодействии потоков и структуры транспортно-складской системы.

Переброской пропускных способностей обеспечивается требуемый пропуск потоков и исчезает необходимость в дополнительных емкостях в распределительном складе. Возникает эффект резервов. Изменение пропускной способности может быть обеспечено переброской вагонов, контейнеров, автомобилей или изменением организации перевозок (например, ускорением оборота контейнеров).

Гибкое перераспределение площадей приводит так же к эффекту появления дополнительных резервов. Таким образом, суммарная эффективная

емкость транспортно-складской системы включает в себя эффективные емкости распределительного и конечных складов, а также динамические резервы. «Гармошка» динамических резервов (рис. 2) может как бы растягиваться и сжиматься в зависимости от эффективности управления потоками и организации работы всей системы. Суммарная необходимая емкость распределительного и конечных складов RR^* будет прямо зависеть от степени их использования \mathcal{U} и от величины динамических резервов \tilde{R} .

Ухудшение управления и уменьшение динамических резервов приведет к замещению их статическими, т.е. дополнительными емкостями складов.

В третьей главе приводится анализ возможностей оптимизационных моделей и методология их использования для улучшения свойств транспортно – складской системы в условиях неравномерного детерминированного и случайного потребления, а также для расчета ее оптимальных структурных параметров.

В качестве оптимизирующей модели выбирается динамическая потоковая модель под названием «Динамическая транспортная задача с задержками» (ДТЗЗ).

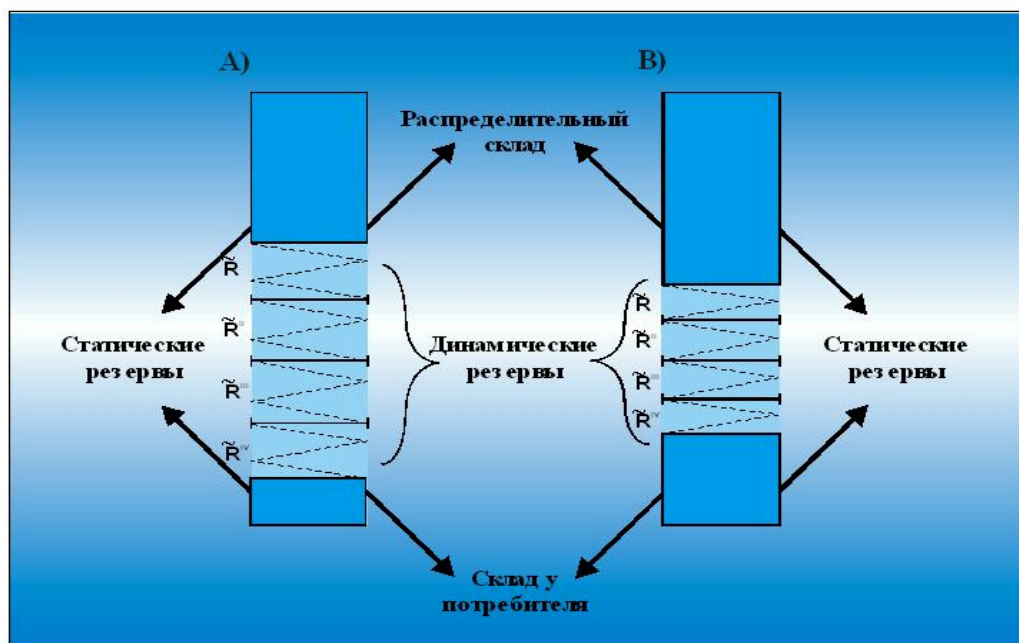


Рис. 2. Требуемая емкость складов

А) при развитой логистике, В) при неразвитой логистике.

МДС дополнительно позволяет осуществлять корректировку программ поставщиков.

Принципиальным отличием динамической транспортной задачи с управляемыми задержками является то, что по одной и той же линии для одних и тех же поездов допускается различное время хода.

Сформулируем динамическую транспортную задачу с учетом ущерба у потребителя (ДТЗЗ-П).

В этом случае функционал имеет вид:

$$J = J_1 + J_2 + J_3 + J_4, \text{ где}$$

$$J_1 = \sum_{t=0}^T \sum_{p_i, p_j \in P} c_{ij}(t) u_{ij}(t) - \text{транспортные расходы;}$$

$$J_2 = \sum_{t=0}^T \sum_{p_i \in P} c_{ii}(t) u_{ii}(t) - \text{затраты на хранение у отправителей;}$$

$$J_3 = \sum_{t=0}^T \sum_{p_j \in P} c_{jj}(t) u_{jj}(t) - \text{затраты на хранение у потребителей;}$$

$$J_4 = \sum_{t=0}^T \sum_{p_j \in P} c_j(t) \omega_j(t) - \text{ущербы от недопоставок.}$$

Здесь $u_{ij}(t)$ - поток груза,

$u_{ii}(t)$, $u_{jj}(t)$ - запас груза,

$\omega_j(t)$ - переменная, показывающая величину недопоставки у j -го потребителя в момент t .

Полная недопоставка получается суммированием по t .

Стохастическая постановка ДТЗЗ отличается от детерминированной учетом случайного разброса в параметрах задачи.

Пусть плотность вероятности распределения моментов потребления $\varphi(t)$.

Если груз прибыл в момент t_0 и момент потребления t должен был произойти раньше ($t < t_0$), то возникает ущерб от недопоставки, а если $t > t_0$, то

появляются дополнительные затраты на хранение. Пусть c_1 - единичный ущерб от недопоставки, c_2 - единичные затраты на хранение грузов, тогда ущерб от недопоставки равен

$$J_3 = \int_{-\infty}^{t_0} u_{ij}(t) \varphi(t) c_1 (t_0 - t) dt ,$$

а дополнительные затраты на хранение

$$J_4 = \int_{t_0}^{\infty} u_{ij}(t) \varphi(t) c_2 (t - t_0) dt .$$

Так как единичный ущерб от недопоставки c_1 , как правило, больше единичных затрат на хранение, то привозить груз в «центр распределения» нецелесообразно. Очевидно, что груз в этом случае необходимо поставлять с некоторым запасом времени, чтобы суммарные потери от случайного разброса $J_3 + J_4$ были минимальными. Обоснуем выбор точки рационального прибытия t_0 . Рассмотрим это для примера единичной поставки $u_{ij}(t) = 1$ (строгость вывода от этого не пострадает). Пусть готовность к потреблению описывается функцией плотности распределения вероятности $\varphi(t)$. Если $t < t_0$, возникает ущерб от недопоставки. Если ущерб пропорционален $(t - t_0)$, то

математическое ожидание потерь будет равно $\int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) c_1 (t_0 - t) dt$. В

случае, когда груз придет раньше того времени, когда производство будет готово его принять (правее точки t_0), мы получаем штраф от простоя груза на

складе $\int_{t_0}^{\infty} \varphi(t) c_2 (t - t_0) dt$.

Таким образом, общее математическое ожидание штрафа при подводе груза к точке потребления t_0 будет равно

$$\begin{aligned}
\Phi &= \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) \cdot C_1(t_0 - t) dt + \int_{t_0}^{\infty} \varphi(t) \cdot C_2(t - t_0) dt = \\
&= C_1 t_0 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) \cdot dt - C_1 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) t dt - C_2 t_0 \int_{t_0}^{\infty} \varphi(t) \cdot dt + C_2 \int_{t_0}^{\infty} \varphi(t) t dt = \\
&= t_0 \left(C_1 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) dt - C_2 \int_{t_0}^{\infty} \varphi(t) dt \right) - C_1 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) t dt + C_2 \int_{t_0}^{\infty} \varphi(t) t dt .
\end{aligned}$$

Так как $\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(t) t dt$ есть ничто иное, как определение математического ожидания, а $\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(t) \cdot dt = 1$, легко в подынтегральных выражениях можно перейти к одному интервалу интегрирования:

$$\begin{aligned}
C_2 \int_{t_0}^{\infty} \varphi(t) t dt &= C_2 \left(M - \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) t dt \right) = C_2 M - C_2 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) t dt , \\
C_2 \int_{t_0}^{\infty} \varphi(t) \cdot dt &= C_2 - C_2 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) \cdot dt .
\end{aligned}$$

Подставляя полученные выражения, получаем:

$$\begin{aligned}
\Phi &= t_0 \left(C_1 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) dt - C_2 + C_2 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) dt \right) - C_1 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) t dt + C_2 M - C_2 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) t dt = \\
&= C_2 (M - t_0) + (C_1 + C_2) t_0 \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) \cdot dt - (C_1 + C_2) \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) t dt .
\end{aligned}$$

Наша задача – найти такое значение t_0 , при котором значение Φ достигает своего минимума. Поэтому берем производную Φ по t_0 и приравниваем ее к нулю.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t_0} = -C_2 + (C_1 + C_2) \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) \cdot dt + (C_1 + C_2) t_0 \varphi(t_0) - (C_1 + C_2) t_0 \varphi(t_0)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t_0} = -C_2 + (C_1 + C_2) \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) \cdot dt = 0$$

или

$$(C_1 + C_2) \int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) \cdot dt = C_2.$$

Таким образом, мы получили условие минимума функционала, достигаемое в такой точке t_0 , для которой

$$\int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) dt = \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

Действительно, при значениях C_2 , значительно превышающих C_1 , выражение

$\int_{-\infty}^{t_0} \varphi(t) \cdot dt$ должно быть ближе к единице, чтобы минимизировать большие

штрафы по C_2 . И наоборот, при значениях C_1 , значительно превышающих C_2 , подынтегральное выражение должно быть ближе к нулю, то есть минимизировать большие штрафы по C_1 .

Теоретической основой для построения модели расчета оптимальной структуры транспортно-складской системы (МРОС) является аппарат ДТЗЗ. Однако здесь вводятся связи структурной адаптации. Предполагается, что пропускная способность каналов $d_{ij}(t)$ и емкость бункеров (емкостей) $d_{ii}(t)$ могут меняться во времени. Меняются они двумя способами. Во-первых, за счет связей адаптации от канала к каналу и от бункера к бункеру. Во-вторых, создаются, так называемые, банки емкостей и пропускных способностей. От банков проводятся соответствующие связи адаптации к каналам и бункерам. Связи адаптации вступают в силу только тогда, когда ДТЗЗ не имеет решения, то есть с использованием всех типов динамических резервов некоторый поток не может быть пропущен из-за недостатка пропускной способности канала или груз не может быть размещен на складе из-за нехватки площадей.

Гармоничной структура будет тогда, когда выдержаны соотношения между пропускными способностями d_{ij} каналов и емкостями d_{ii} бункеров с учетом конкретной структуры S и параметров потока X .

На рис. 3 представлена схема адаптивного построения оптимальной структуры – за счет перестройки существующей (рис. 3а)) и корректировки существующей за счет банков емкостей и пропускных способностей (рис. 3б)).

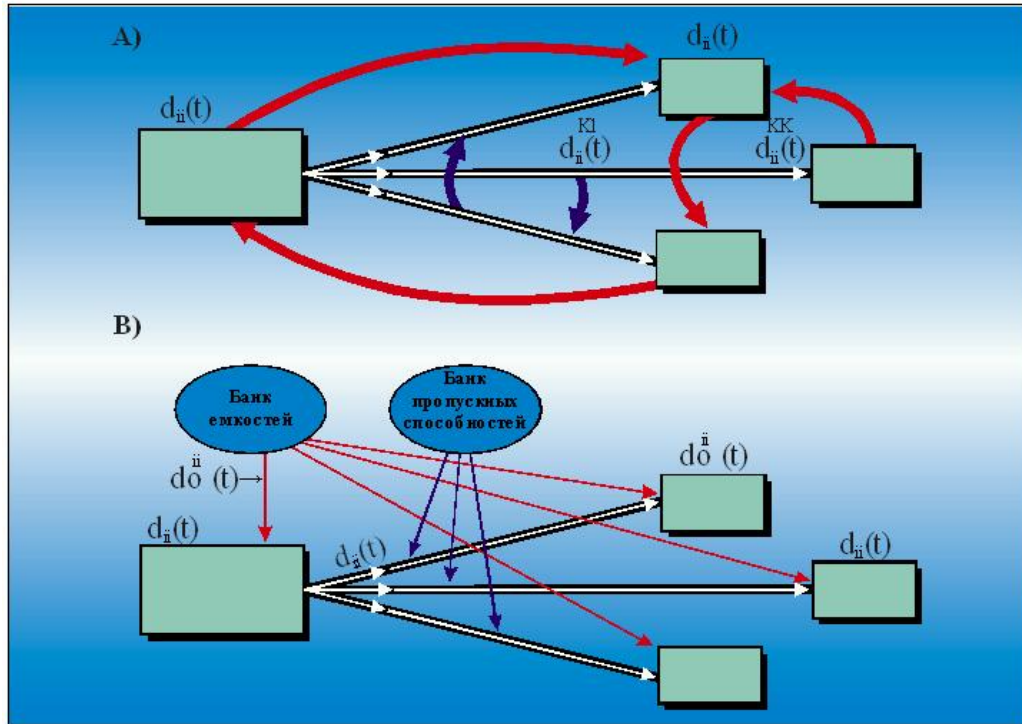


Рис. 3. Схема адаптивного построения оптимальной структуры.

Введем связи между элементами структуры, по которым как бы передается пропускная способность или, соответственно, емкость $d_{ij}^{kl}(t)$.

Оптимизация транспортно-складской системы, таким образом, ставится как задача расчета в динамике оптимальных транспортных потоков, динамики остатков грузов на складах и построения оптимальной динамической структуры при минимуме суммарных затрат

$$J_1 + J_2 \rightarrow \min,$$

$$J_1 = \sum_{t=0}^T \sum_{(i,j)} c_{ij}(t) u_{ij}(t),$$

$$J_2 = \sum_{t=0}^T \sum_{\substack{(i,j) \\ (k,l)}} h_{ij}^{kl}(t) d_{ij}^{kl}(t).$$

В реальных условиях:

динамики изменения запасов в пунктах P_i –

$$u_{ii}(t+1) = u_{ii}(t) + q_i(t) + \sum_{i \neq j} (u_{ji}(t - t_{ji}) - u_{ij}(t));$$

динамики изменения пропускных способностей дуг –

$$d_{ij}(t+1) = d_{ij}(t) + \sum_{(k,l) \neq (i,j)} (\beta_{kl}^{ij} d_{kl}^{ij}(t - t_{kl}^{ij}) - d_{ij}^{kl}(t));$$

ограничения потоков пропускными способностями –

$$0 \leq u_{ij}(t) \leq d_{ij}(t) \quad .$$

Здесь $q_i(t)$ – функция производства. Если $q_i(t) > 0$, то P_i – производитель, $q_i(t) < 0$, то P_i – потребитель, при $q_i(t) = 0$, P_i – промежуточный узел. Очевидно, что предельную емкость бункеров задает пропускная способность $d_{ii}(t)$.

Окончательная структура транспортно-складской системы с помощью модели МРОС получается итерационными расчетами.

Четвертая глава посвящена методологии расчета и оптимизации структурных и технологических параметров на имитационных моделях. В качестве аппарата выбрана имитационная модель ИСТРА.

Последовательность и условия выполнения технологических, информационных и управляющих операций определяется оператором управления. В модели реализован ситуационный принцип управления, так как он наиболее соответствует процессам управления в сложных транспортных системах.

Оптимизация структуры и технологии работы системы с использованием имитационных моделей будет представлять собой итерационную последовательность расчетов.

Многократно снизить число вариантов расчета для достижения оптимума позволяют особенности построения автоматизированной модели и специальный метод ускорения оптимизации - «имитационный спуск».

Поскольку выбранный пользователем показатель работы транспортно-складской системы, который требуется улучшить прямо или косвенно влияет на задержки в модели, то в качестве функционала примем стоимость суммарных задержек.

$$S = \sum_t \sum_{z_i} \sum_{O_j} c_{ij} \Delta\tau_{ij}(t),$$

где S - суммарная стоимость задержек в модели;

c_{ij} - стоимость единичной задержки из-за элемента z_i в операции O_j ;

$\Delta\tau_{ij}(t)$ - величина задержки в операции O_j из-за элемента z_i в момент времени t .

Процесс оптимизации заключается в проведении серии расчетов для достижения определенного пользователем уровня задержек при выбранной структуре и технологии работы моделируемой транспортно-складской системы.

Оптимумом будет считаться такой уровень задержек $\Delta\bar{\tau}$, дальнейшее снижение которого при имеющихся условиях практически невозможно.

В пятой главе приводится экспериментальная проверка эффективности разработанных теоретических подходов на примере реальной межрегиональной транспортно – складской системы.

Для экспериментов была выбрана главная часть реально существующей системы – центральный распределительный склад в Москве и распределительные склады у пользователей в городах Уральского региона.

В рамках этой системы была перестроена существующая неэффективная организация доставки грузов, акцент сделан на логистическое управление. В экспериментах показана частичная реализация динамических резервов за счет различного вида управления и их влияние на эффективность работы распределенной системы.

Управление заключается в следующем:

- а) Управление временем доставки груза. Выбором различного способа доставки можно реализовать динамические резервы второго рода.
- б) Управление емкостями на складах. Адаптивное изменение параметров структуры складов, а, значит, и системы приводит к появлению динамических резервов IV рода.
- в) Управление структурой груза в вагоне, тем самым мы как бы адаптивно изменяем пропускную способность линий доставки по струям грузопотока. Появляются динамические резервы IV рода.
- г) Управление расчетными моментами прибытия груза при случайном разбросе в потреблении. Уменьшается ущерб от неудовлетворительного потребления. Осуществляется за счет изменения вида доставки, т.е. за счет динамических резервов II рода.

При данных условиях работы трудно реализовать динамические резервы I рода, так как груз имеет конкретное назначение. Динамические резервы III рода могут быть реализованы, но они здесь не рассматриваются, потому что на данном этапе трудно организовать производственно-транспортную систему. Это потребует согласования ритмов поставщиков, транспорта и получателей и другого уровня договорных отношений.

Режим подвода рассчитывается с помощью МДС, затем процесс имитируется с помощью системы ИСТРА.

За счет управления снижается среднее время хранения груза на складах (рис. 4).

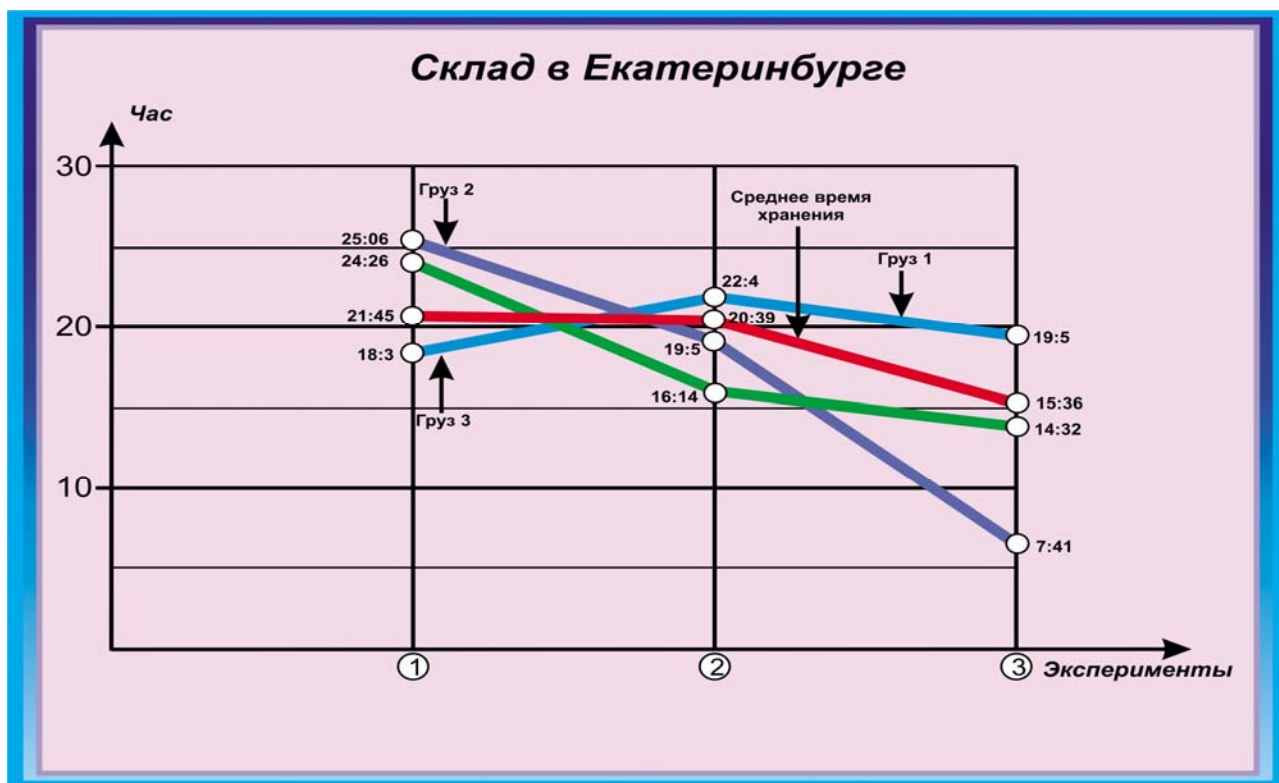


Рис. 4. Склад в Екатеринбурге.

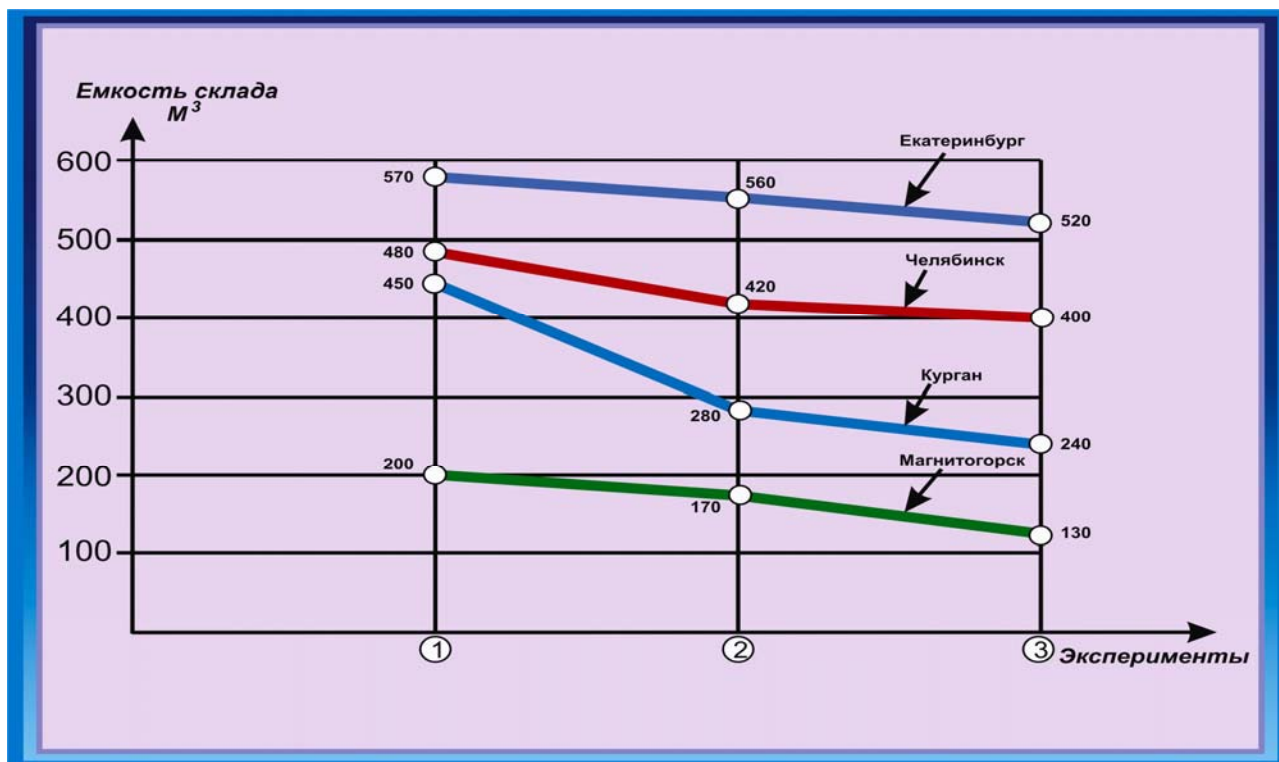


Рис. 5. Зависимость требуемой емкости складов от управления.

При логистическом управлении взаимодействием складов уменьшается требуемая их емкость без потери надежности работы (по сути, это и будет величина динамических резервов) (рис. 5).

Опережающее прибытие сокращает задержки в потреблении, естественно, по-разному в разных складах (рис. 6).

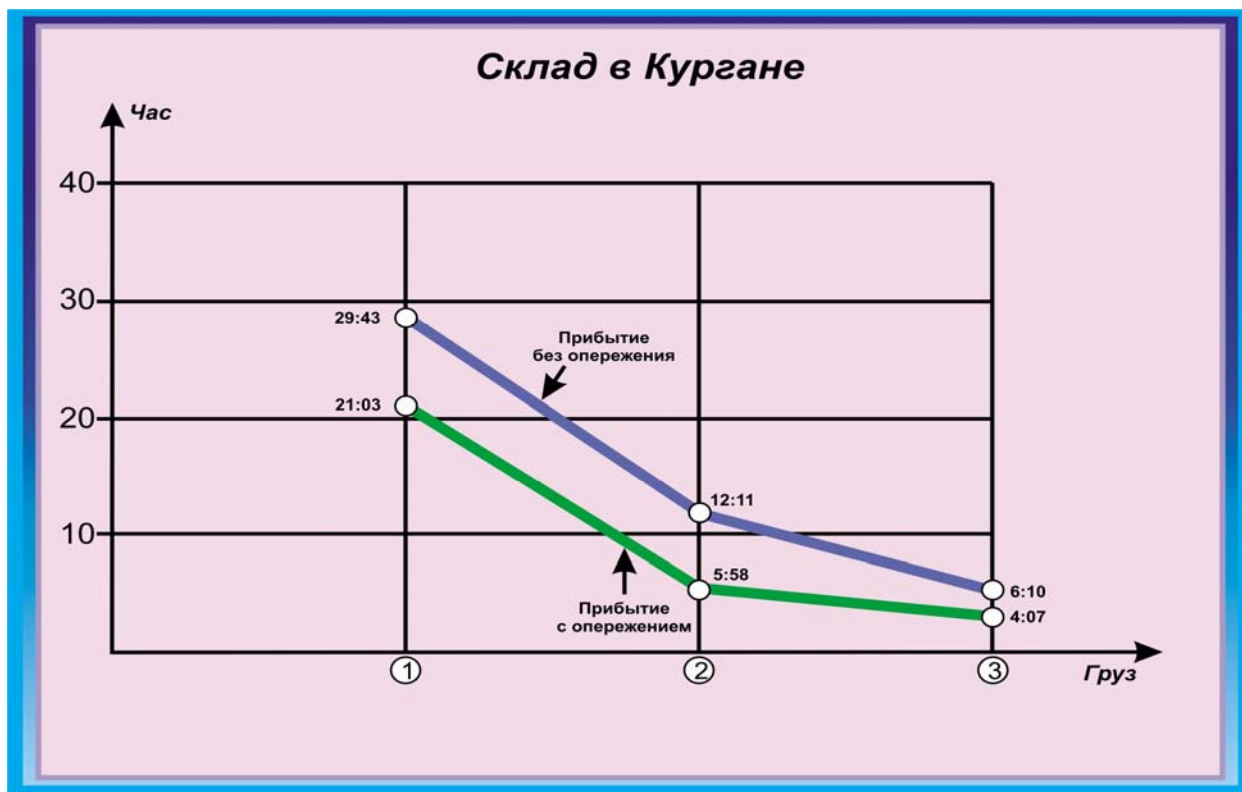


Рис. 6. Склад в Кургане.

Заключение.

В результате проведенного исследования решена задача рациональной организации распределенных транспортно-складских систем с логистическим управлением грузопотоками. В том числе, получены следующие результаты.

1. Сформулированы роль и значение транспортно-складских систем в организации товародвижения. Сделан сравнительный анализ форм организации и уровня развития такого рода систем в стране и за рубежом. Анализ позволяет сделать вывод о необходимости интенсивного развития транспортно-складского сервиса в стране.

2. Сформулированы принципы рациональной организации транспортно-складских систем. Адаптивное взаимодействие складов и управление грузопотоками между ними повышают суммарную эффективную емкость системы, т.е. способность поглощать и порождать всплески потоков.
3. В результате логистического управления грузопотоками возникают динамические резервы, которые замещают по функции резервы складов. Дана классификация видов динамических резервов и виды управления, необходимые для их активизации. Динамические резервы повышают суммарную эффективную емкость транспортно-складской системы.
4. Выбор оптимальных режимов логистического управления требует применения специальных моделей. Сформулирована методология применения оптимизационных и имитационных моделей для решения этой задачи, а также оптимизации параметров транспортно-складских систем.
5. Предложена рациональная организация взаимодействия складов при наличии случайного разброса в потреблении. Дана строгая формулировка режима подвода грузов.
6. Проведена экспериментальная проверка предложенных принципов организации транспортно-складских систем. Показано, что логистическое управление и возникающие при этом динамические резервы сокращает среднее время хранения грузов, требуемые размеры складов и задержки в потреблении.
7. На основании теоретических исследований и экспериментальной проверки можно сделать вывод: эффективные распределенные транспортно-складские системы должны строиться как адаптивные с опорой на логистическое управление грузопотоками внутри них. В этом случае суммарная их емкость будет зависеть не только от размера складов, но и от величины динамических резервов в них.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Якушев Н.В. Динамическая модель оптимизации потоков в транспортно-складской системе в стохастической постановке / Ресурсосберегающие технологии в структурных подразделениях Западно-Сибирской железной дороги: Материалы научно-практической конференции / - Омск: ОмГУПС, 2006. - С. 216-222.

2. Якушев Н.В. Динамические резервы транспортно-складской системы / Совершенствование схем устройств электроснабжения транспорта и проектирование их конструкций: Сб. науч.тр. / под ред. А. Г. Галкина. – Екатеринбург: УрГУПС, 2006. – С. 15-20.

2. Александров А.Э. , Якушев Н.В. Стохастическая постановка динамической транспортной задачи с задержками с учетом случайного разброса времени доставки и времени потребления // Управление большими системами / Сб. трудов.-М.: ИПУ РАН, 2006. - Вып.12...13. - С. 5-14.

4. Фрейберг А.Ю. , Якушев Н.В. Имитационное моделирование транспортных объектов на ПЭВМ (тезисы) // Фундаментальные и прикладные исследования – транспорту / Тез. докл. юбилейной науч.-техн. конф. -Екатеринбург: УрГАПС, 1996. - Часть2. - С. 53-54.

5. Козлов П.А., Якушев Н.В. Системный анализ устойчивости работы промышленного транспортного узла / Проблемы наращивания мощности ж.д. станций и узлов: Межвуз.сб.науч. тр. -М: МИИТ, 1990. - Часть 2.- Вып.840.- С.121-123.

6. Козлов П.А. , Шавзис С.С. , Якушев Н.В. Повышение надежности работы узла за счет гибкой технологии / Разработка и внедрение новых технологий на транспорте: Тезисы докладов научной конференции. - М.: РАН.-1993. - С.119-120.

7. Кудряшова М.С. , Якушев Н.В. Дисплейный тренажер для маневровых диспетчеров / Развитие сырьевой базы промышленных предприятий Урала/ Межгосударственная науч.-техн.конф. -Магнитогорск: МГМА, 1995.- С.219-221.

8. Кудряшова М.С. , Якушев Н.В. Имитационная модель внеклассной сортировочной станции // Фундаментальные и прикладные исследования – транспорту / Тез.докл. науч.-техн.конф.-Екатеринбург: УрГАПС, 1995. - Часть1. - С.205-206.

ЯКУШЕВ НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

**ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ТРАНСПОРТНО – СКЛАДСКИХ
СИСТЕМ С ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ГРУЗОПОТОКОВ**

Специальность 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические
системы страны, ее регионов и городов, организация
производства на транспорте

Лицензия на издательскую деятельность ИД 03581 от 19.12.2000 г.

Сдано в набор
Формат 60X86 1/16
Заказ

Подписано к печати 04.05.2006 г.
Объем 1.5 п.л.
Тираж 100 экз.

Типография УрГУПС, 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66