

УКРАИНСКИЙ ТРАНСПОРТНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ШИРЯЕВА Светлана Владимировна

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖДУГОРОДНЫХ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ  
ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРНОГО ПАРКА

06.22.01 - Транспортные системы

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Киев - 1996

Диссертация является рукописью

Работа выполнена в Укра

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00761299 (Y)

Научный руководитель:

Воркут Анатолий Иванович

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор  
Игнатенко Александр Семенович

Официальные оппоненты:

1. Доктор технических наук, профессор Лигум Юрий Семенович

2. Кандидат технических наук, Пунь Владимир Павлович

Ведущая организация:

государственная акционерная  
автомобильная компания "Укртранс",  
г. Киев

Защита состоится "26" октября 1995 г. в 10<sup>00</sup> часов  
на заседании специализированного совета Д.01.27.01 при  
Украинском транспортном университете по адресу: 252010, г. Киев,  
ул. Суворова, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
Украинского транспортного университета.

Автореферат разослан "20" сентября 1995 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета  
ЛННБ ім. В. Стефаника  
канд. техн. наук, доцент  
All Ukraine

Даюба А.П.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Анализ инфраструктуры систем производства и потребления, а также тенденций их совершенствования свидетельствует о приоритетности развития международных перевозок грузов, особенно ограниченных партий.

Повышение эффективности перевозки партионных грузов неразрывно связано с их осуществлением по терминальной системе и рациональной концентрацией по направлениям перевозок. Наряду с ожидаемым преимущественным осуществлением пакетных перевозок сохраняются и получают развитие междугородные контейнерные перевозки, в первую очередь в смешанных сообщениях

Выполнение междугородных контейнерных перевозок (МКП) позволяет сократить сроки доставки, повысить при этом сохранность грузов, уменьшить товарно-материальные запасы в обороте, сократить расходы на хранение продукции, ускорить оборачиваемость контейнеров.

Диссертационная работа посвящена разработке эффективных методов организации междугородных автомобильных перевозок грузов в контейнерах, которые позволят повысить эффективность использования контейнерного парка. Опыт, научные разработки по данной проблеме существуют, а теории нет.

Объект исследования. Организация и процессы автомобильных перевозок, определяющие эффективность автомобильных перевозок и использование контейнерного парка в транспортно-технологической системе "производство - транспортировка - потребление".

В качестве исходных данных в исследовании использовались статистические данные государственной автомобильной акционерной компании "Укртранс" (АК "Укртранс"), характеризующие организацию работ реальной транспортно-технологической системы.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей диссертационной работы является разработка эффективных методов организации междугородных автомобильных перевозок с учетом факторов, определяющих использование контейнерного парка.

Взаимосвязь основных задач исследования представлена на рис. 1.

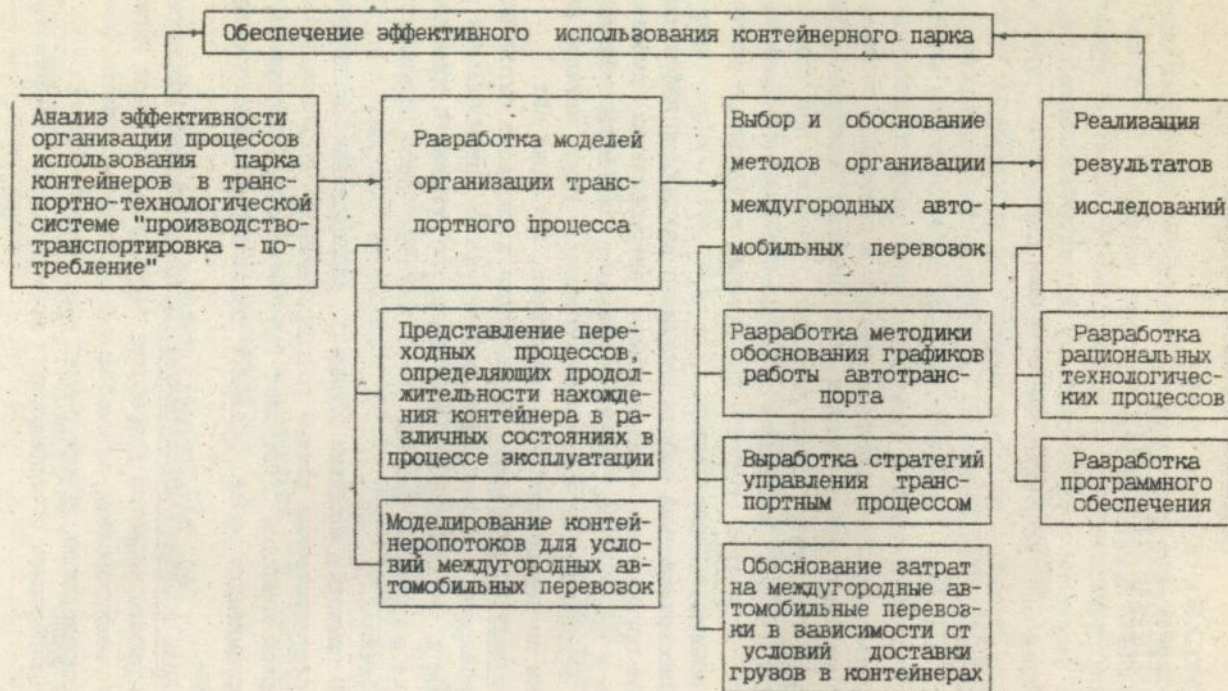


Рис. 1. Взаимосвязь и содержание основных задач исследования.

Научная гипотеза. Комплексный учет условий функционирования системы "производство - транспортировка - потребление" и вероятностно-статистическое обоснование графиков работы магистральных автопоездов, основанные на математическом аппарате теорий транспортных процессов и систем позволят существенно повысить эффективность использования контейнерного парка.

Методическая основа исследования. Разработки в области теории транспортного процесса и систем, отдельные положения системного анализа, математический аппарат теории вероятностей и математической статистики, методы имитационного моделирования и планирования экспериментов.

Научная новизна работы заключается в разработке:

- моделей контейнеропотоков для условий междугородных автомобильных перевозок с учетом структурной дифференциации грузов;

- стратегий управления транспортным процессом, позволяющих решать задачу комплексной оптимизации накопления грузов и использования транспортных средств;

- методики обоснования графиков работы автотранспорта при междугородных перевозках с учетом вероятностной характеристики загрузки автопоездов в прямом и обратном направлениях.

На защиту выносятся:

1. Результаты факторного исследования составляющих времени оборота контейнера.
2. Модели контейнеропотоков для условий междугородных автомобильных перевозок.
3. Методика обоснования графиков работы автотранспортных средств при междугородных перевозках.
4. Комплексное обоснование стратегий управления накоплением грузов и использования транспортных средств.

Практическая ценность работы. Разработанная методика обоснования графиков работы автотранспортных средств при междугородных перевозках позволяет сократить сроки доставки грузов и ускорить оборачиваемость контейнеров. Методика может применяться для перевозок в прямом автомобильном и для всех видов смешанных сообщений. Результаты исследования рассчитаны на использование в транспортно-экспедиционных

предприятиях, фирмах и др. организациях, обеспечивающих транспортный процесс. Использование зависимости себестоимости контейнерных перевозок от варьирующих факторов - среднего расстояния доставки грузов и среднего размера отправок грузов в контейнерах позволит обосновывать тарифы на международные перевозки.

Реализация результатов работы. Полученные результаты диссертации использованы при выполнении научно-исследовательских работ по темам: "Разработать и внедрить систему автомобильных междугородных перевозок грузов в контейнерах и мелкими отправками в смешанных авиационно-автомобильном, железнодорожно-автомобильном и водно-автомобильном сообщениях" (1988 г., 1989 г.), "Совершенствование технологии и организации транспортно-экспедиционного обслуживания при доставке грузов в международном и междугородном сообщениях" (1991 г.), "Разработать модели и методы оптимизации транспортных процессов и параметров технических средств в системах транспортно-экспедиционного обслуживания Украины" (1994 г.).

Разработанное программное обеспечение позволит оперативно корректировать существующие и формировать новые графики движения автопоездов при междугородных перевозках.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и получили одобрение на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава КАДИ в 1990-1992 г.г., на международной научно-технической конференции "Проблемы транспорта и пути их решения" в 1994 г. (УТУ), на научно-технической конференции "Новые технологии и организационные структуры на автомобильном транспорте" в 1994 г. (ВГТУ), на научно-методических семинарах секции по грузовым перевозкам и кафедры "Транспортные системы и маркетинг".

Публикации. По теме диссертационных исследований опубликовано 6 статей общим объемом 2 печатных листа. Результаты исследований, выполненных при непосредственном участии автора, представлены в 4-х депонированных отчетах о научно-исследовательской работе УТУ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 221 страницу текста, в том числе 82

страницы приложений, 8 таблиц, 31 рисунок. Список литературы включает 116 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, определены цель и задачи диссертационной работы, ее научная новизна и практическая ценность.

В первой главе проведен анализ методов организации междугородных автомобильных перевозок грузов в контейнерах в стране и за рубежом.

Анализ показывает, что значительный опыт в организации междугородных автомобильных перевозок грузов в контейнерах накоплен как в развитых странах, так и в государствах СНГ. В Украине накоплен опыт централизованного оперативного планирования с рациональной маршрутизацией в междугородном сообщении.

В соответствии с технологией непрерывного планирования контейнерных перевозок предусматривается вывоз грузов прямого и встречного направлений одним и тем же автотранспортным предприятием. При такой организации транспортного процесса контейнеры простаивают на ГАС в ожидании встречного автопоезда.

Рациональное согласование перевозок прямого и встречного направлений достигается при их организации по обоснованным графикам. В системе АК "Укртранс" ими было охвачено 30% перевозок в 1991 г. В основном за счет сокращения времени оборачиваемости контейнеров объем междугородных контейнерных перевозок в АК "Укртранс" за период с 1985 г. по 1991 г. увеличился почти вдвое и составлял 1 млн. 905 тыс. т, 60% из них - междугородные контейнерные перевозки.

В систему исследуемых междугородных перевозок транспортом общего пользования в универсальных контейнерах включено 39 грузовых автомобильных станций (ГАС), дислоцируемых во всех областях Украины. Кроме контейнеров большинство ГАС обрабатывает и мелкие отправки. В 1988 г. были разработаны и внедрены технологии контейнерных перевозок в смешанных авиационно- и водно-автомобильных сообщениях.

Наиболее значимым показателем эффективности организации контейнерных перевозок является время оборота контейнера. Исследование составляющих времени оборота контейнера и учет факторов, влияющих на время оборота контейнера позволят повысить эффективность использования контейнерного парка.

Вторая глава посвящена статистическому исследованию и анализу использования контейнерного парка.

Проведенный системный анализ состояний контейнера в процессе эксплуатации дает возможность исследовать движение контейнера от грузоотправителя до грузополучателя, а также время оборота контейнера. Перевозка контейнера выполнялась в прямом автомобильном и в смешанных водно-автомобильном, авиационно-автомобильном и железнодорожно-автомобильном сообщениях.

Разработанная классификация факторов, влияющих на время оборота контейнера позволяет вскрыть резервы ускорения оборачиваемости контейнеров.

Проводился анализ наиболее существенных составляющих времени оборота контейнера - продолжительности доставки контейнера магистральным автопоездом на ГАС ( $t_d$ ), продолжительности нахождения контейнера на ГАС назначения, включая ночное время (время от момента прибытия контейнера на ГАС до момента прибытия к клиенту -  $t_{гас(в)}$ ), продолжительности нахождения контейнера на ГАС без учета ночного времени - ( $t_{гас(бн)}$ ) и "остаточного" времени нахождения контейнера на ГАС -  $t_{ост}$  (время с момента прибытия магистрального автопоезда до конца работы клиентов).

Как показывает статистический анализ "остаточного" времени нахождения контейнера на ГАС, что из-за недостатков в организации вывоза грузов в контейнерах при  $t_{ост} = 5 - 7$  ч не вывезено 26% прибывших контейнеров, а при  $t_{ост} = 7 - 9$  ч не вывезено 13% контейнеров. Установлено, что только 6.87% прибывших контейнеров вывозятся клиентам в 1-е сутки.

Проведенные статистические исследования и анализ использования контейнерного парка позволяют сделать вывод, что устранение неоправданных потерь времени ускорит оборачиваемость контейнеров.

В третьей главе представлено вероятностно-статистическое обоснование графиков работы автотранспортных средств

при междугородных перевозках ограниченных партий грузов.

В работе представлена постановка задачи обоснования графиков работы автотранспортных средств при междугородных контейнерных перевозках. В качестве критерия ваята вероятность заданной загрузки автопоезда. Управляемыми параметрами являются периодичность вывоза груза -  $t$  и грузоподъемность автопоезда -  $q$ . Для решения поставленной задачи разработаны аналитические и имитационная модели контейнеропотоков, позволяющие определять вероятности  $k$  контейнеров, подлежащих отправке с ГАС за время  $t$ :

$$P_k(t) = \sum_{n=1}^k P_n(t) \cdot q_k^{(n)}(t), \quad (k = 1, 2, \dots) \quad (1)$$

где  $P_n(t)$  - вероятность  $n$  отправок контейнеров с ГАС за время  $t$ ;

$q_k^{(n)}(t)$  - распределение суммы  $n$  независимых случайных величин  $X_i$ ;

$X_i$  - число контейнеров в  $i$ -ой отправке.

Для Пуассоновского потока эта формула принимает вид:

$$P_k(t) = \sum_{n=1}^k P(n, \lambda t) \cdot P(k-n, a_n), \quad (2)$$

где,  $a_n$  - параметр Пуассона;

$\lambda$  - интенсивность потока отправок и поступлений контейнеров.

Если математическое ожидание  $m_2(t) = \lambda \cdot t \cdot (a+1) > 16$ , то это распределение целесообразней аппроксимировать нормальным законом.

Составлен алгоритм решения рассматриваемой задачи методом имитационного моделирования.

Вероятность заданной загрузки автопоезда на маршруте в прямом и обратном направлениях определяется как произведение вероятностей заданной загрузки автопоезда соответственно прямого и обратного направлений.

Периодичность отправления автопоездов в неделю на маршруте определялась с учетом вероятности заданной загрузки автопоезда. Экономический анализ проводился по суммарным затратам на контейнерные перевозки. Разработано программное обеспечение обоснования графиков.

Выполненные исследования и разработанные модели позволили предложить методику вероятностного обоснования графиков работы автотранспортных средств. Укрупненная блок-схема алгоритма обоснования графиков работы автотранспортных средств представлена на рис.2.

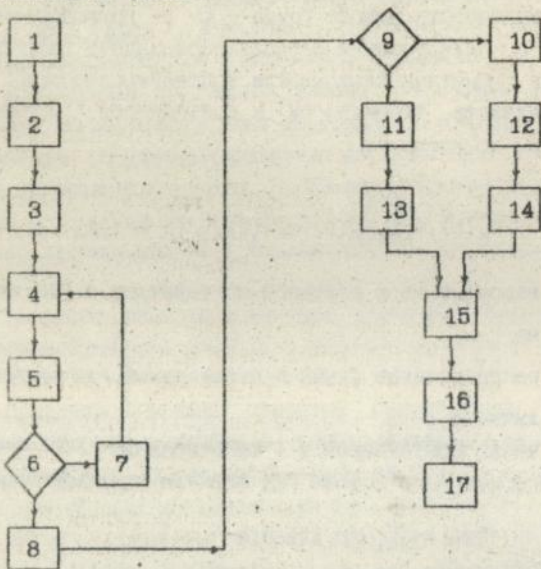


Рис.2. Укрупненная блок-схема алгоритма обоснования графиков работы магистральных автопоездов :

1 - начало; 2 - ввод исходных данных в матричной форме; 3 - определить среднесуточные объемы отправления контейнеров  $\bar{G}_{сут}$  и записать в матричной форме; 4 - определить интенсивности потока отправок и поступлений грузов в контейнерах -  $\lambda_{ij}$  и записать в матричной форме; 5 - определить  $G_{0,05}$ ; 6 - проверка ( $\lambda_{ij} > 1$ ); 7 - взять новое значение  $\lambda_{ij}$ ; 8 - составить маятниковые маршруты перевозок, а затем сборно-развозочные; 9 - проверка ( $\bar{G}_{сут} < G_{0,05}$ ); 10 - определить необходимое количество автопоездов в сутки ( $n_c = \bar{G}_{сут} / G_{0,05}$ ); 11 - определить периодичность отправления грузов в контейнерах ( $t = G_{0,05} / \bar{G}_{сут}$ ); 12 - определить периодичность отправления грузов в контейнерах в неделю ( $t = 1 + t_{доп}$ ); 13 - определить необходимое количество автопоездов в неделю на конкретном маршруте ( $n_n = N_p \cdot t$ ); 14 - определить необходимое количество автопоездов в неделю ( $n_n = N_p \cdot n_c + N_p / t_{доп}$ ); 15 - определить вероятность полной загрузки автопоездов  $P$ , математическое ожидание  $m$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma$ ; 16 - вывод результатов на печать; 17 - конец.

Расчеты по обоснованию новых и пересмотру существующих графиков движения автопоездов, проводились по данным АК "Укртранс".

Проведенным анализом работы автопоездов по графикам, включающим 12 грузовых автостанций западной части Украины, установлено, что большое количество "срывов" графиков -  $N_{ср}$  происходит на маршрутах, где существует значительное отклонение от расчетного недельного графика ( $\Delta N$ ). Регрессионно-корреляционный анализ подтверждает заметную степень корреляции между  $\Delta N$  и  $N_{ср}$  ( $r=0.57$ ). Уравнение прямолинейной регрессии имеет вид :

$$N_{ср} = 3 + 4 \cdot \Delta N \quad (3)$$

В четвертой главе представлено комплексное обоснование стратегий управления накоплением грузов и использования транспортных средств.

В силу варьирования объема перевозок на маршруте организация перевозок грузов по графику может осуществляться с использованием различных стратегий: вывоз грузов и накопление грузов. Варианты организации междугородных контейнерных перевозок по графикам в зависимости от условий доставки представлены на рис.3.

Анализ суммарных затрат на междугородные контейнерные перевозки позволяет сделать вывод, что наиболее значимой составляющей является себестоимость контейнерных перевозок. С использованием аналитической модели и метода планирования эксперимента исследовано влияние на себестоимость варьирующих факторов - среднего расстояния доставки грузов -  $\bar{\Gamma}_i$  и среднего размера отправок грузов в контейнерах -  $\bar{E}_p$ .

Для построения математической модели  $S=f(\bar{\Gamma}_i; \bar{E}_p)$  применялся полный факторный эксперимент. В результате математическая модель объекта была составлена в виде уравнения связи отклика и факторов, включающего только значимые оценки коэффициентов:

$$Y = 128,49 + 76,43X_1 - 25,3X_2 - 18,44X_1X_2 - 19,47X_1^2 \quad (4)$$

где  $Y = S_T$ ,  $X_1 = \bar{\Gamma}_i$ ,  $X_2 = \bar{E}_p$ .

Проверка гипотезы об адекватности производилась с ис-

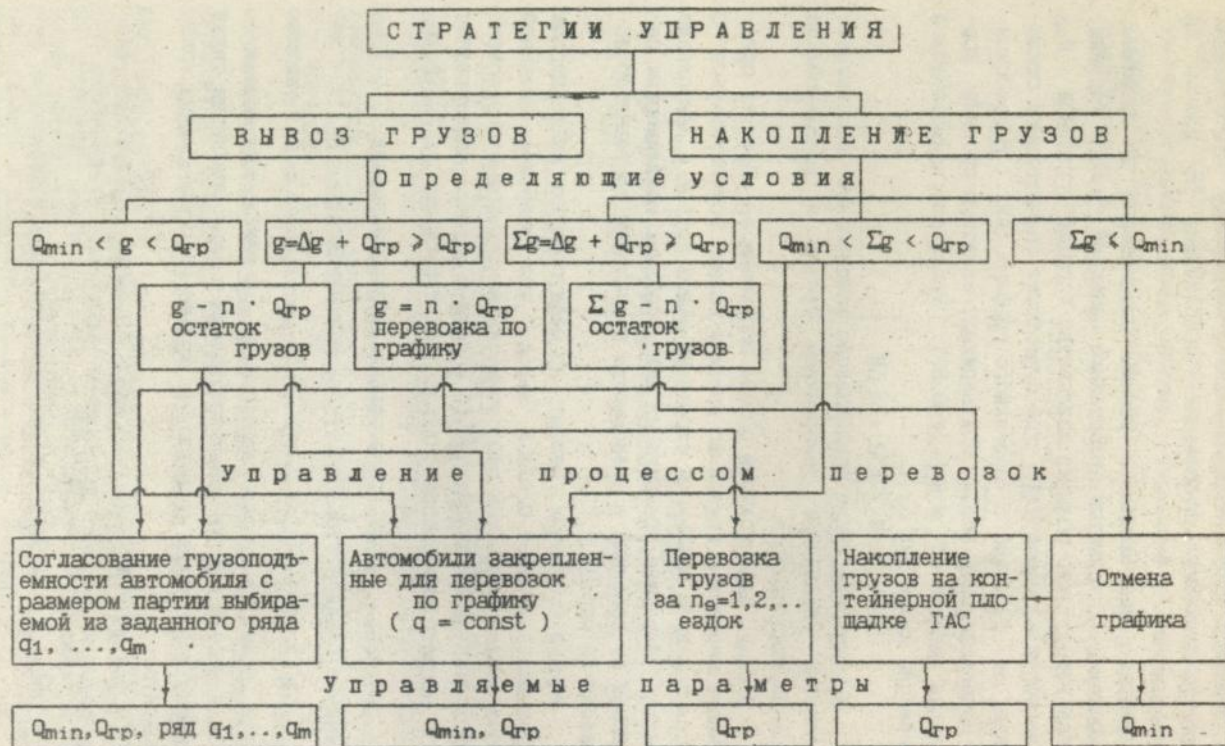


Рис. 3. Управление использованием автотранспортных средств.

пользованием F - критерия Фишера (эмпирическое значение критерия  $F_0 = 2.9557$ , а табличное  $F_T = 3.24$ ).

Графически зависимость себестоимости контейнерных перевозок от среднего расстояния доставки грузов и среднего размера отправок представлена на рис.4.

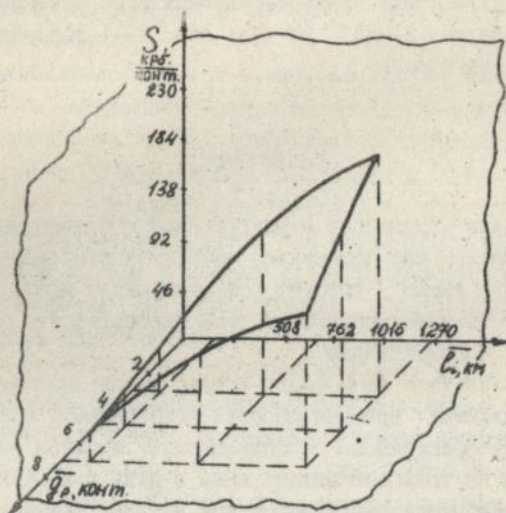


Рис.4. Зависимость себестоимости контейнерных перевозок от среднего расстояния доставки грузов и среднего размера отправок грузов в контейнерах.

В результате можно сделать вывод, что на себестоимость контейнерных перевозок существенное влияние оказывают среднее расстояние доставки грузов и средний размер отправок грузов в контейнерах.

Исследования и сбор статистических данных по контейнерным перевозкам проводились в тот период, когда объемы контейнерных перевозок возрастали. Как отмечалось раньше, внедрение новых технологий - в сочетании с реконструкцией ГАС и вводом эффективных перегрузочных средств по переработке контейнеров обеспечило увеличение объемов контейнерных перевозок почти в 2 раза (с 1038 тыс. т в 1985 г. до 1905 тыс. т в 1990 г). Все эти мероприятия позволили сократить время оборота контейнеров до 7.5 суток. На этом этапе годовой эконо-

мический эффект составлял 5 млн. 333 тыс. руб. (в ценах 1990 г.).

На II этапе определялся годовой экономический эффект от ускорения оборачиваемости контейнеров на 13% в результате обоснования графиков работы автотранспортных средств при междугородных контейнерных перевозках. Годовой экономический эффект составляет 6 млн. 77 тыс. крб. на 1 контейнер (в ценах на 1.01.1995 г.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ процессов междугородных контейнерных перевозок показывает, что повышение эффективности использования контейнерного парка требует рассмотрения всех элементов транспортно-технологической системы "производство - транспортировка - потребление".

2. В результате факторного исследования наиболее значимых составляющих времени оборота контейнера, установлено, что из-за неэффективного использования времени нахождения контейнеров на грузовой автостанции в день прибытия не вывозится 39% прибывших контейнеров при наличии времени в интервале 5 - 9 ч до конца работы клиентов, что является существенным резервом ускорения оборачиваемости контейнеров.

Разработана классификация факторов, влияющих на время оборота контейнера.

3. Разработаны аналитические и имитационная модели контейнеропотоков, отражающие закономерности их формирования, отличающиеся учетом вероятностей размеров и периодичностей отправок контейнеров. С их использованием представляется возможность описать контейнеропотоки при условиях реализации стратегий накопления грузов и их вывоза.

4. Разработана методика и программное обеспечение обоснования графиков работы автотранспортных средств при междугородных контейнерных перевозках, позволяющие определять количество отправок автопоездов по графику в зависимости от заданного предельного уровня загрузки автопоездов. Обоснование перевозок грузов по графикам позволяет сократить неоправданные потери времени.

5. В результате проведенного корреляционно-регрессионного анализа установлено, что существует заметная степень корреляции между отклонением от расчетного недельного графика и количеством отмены отправок автопоездов в реальных условиях, что подтверждает целесообразность внедрения графиков работы магистральных автопоездов, разработанных по предложенной методике.

6. Выполненный анализ суммарных затрат на междугородные контейнерные перевозки подтверждает, что наиболее значимой их составляющей является себестоимость. Проведено исследование влияния на себестоимость контейнерных перевозок варьирующих факторов - среднего расстояния доставки грузов и среднего размера отправок грузов в контейнерах с использованием аналитической модели и метода планирования эксперимента, и получены зависимости, позволяющие обосновывать тарифы на междугородные перевозки.

7. Внедрение разработанной методики обоснования графиков работы магистральных автопоездов и лежащих в ее основе математических моделей контейнеропотоков в системе АК "Укртранс" обеспечило получение годового экономического эффекта в размере 6 млн. 77 тыс. крб. на 1 контейнер (в ценах на 1.01.1995 г.) за счет ускорения оборачиваемости контейнеров на 13%.

8. Дальнейшие исследования следует вести в направлении обоснования графиков работы магистрального транспорта при перевозках грузов в смешанных сообщениях и пакетных перевозках в прямом автомобильном сообщении.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Воркут А.И., Цуканов И.Н., Волянская С.В. Моделирование контейнеропотоков при междугородных перевозках. - Киев, Техніка, научно-технический сборник "Автомобильный транспорт", 1992. - вып.29 - с. 3-9.

2. Воркут А.И., Цуканов И.Н., Ширяева С.В. Вероятностное моделирование контейнеропотоков при междугородных перевозках. - Киев, рук. деп. в УкрИНТЭИ 04.06.92, N816 - Ук 92 - 9 с.

3. Ширяева С.В. Исследование составляющих времени оборота контейнера при междугородных автомобильных перевозках. - Киев, рук. деп. в УкрИНТЭИ 04.06.92, №15 - Ук 92 - 12 с.

4. Ширяева С.В. Ускорение оборачиваемости контейнеров при междугородных автомобильных перевозках. - Киев, рук. деп. в УкрИНТЭИ 04.06.92, №17 - Ук 92 - 9 с.

5. Воркут А.И., Ширяева С.В. Вероятностно-статистическое обоснование методов организации междугородных автомобильных перевозок грузов в контейнерах. Тезисы доклада на международной научно-технической конференции "Проблемы транспорта и пути их решения". - Киев, УТУ, 1994. - с. 22.

6. Воркут А.И., Ширяева С.В. Вероятностно-статистическое обоснование графиков работы автотранспортных средств при междугородных контейнерных перевозках. Тезисы доклада на научно-технической конференции "Новые технологии и организационные структуры на автомобильном транспорте". - Винница, ВГТУ, 1994. - 55-56 с.

Ширяева С.В. Розробка методів організації міжміських автомобільних перевезень, які забезпечують ефективне використання контейнерного парку.

Дисертація на здобуття наукової ступені кандидата технічних наук по спеціальності 05.22.01 - транспортні системи, Український транспортний університет, Київ, 1995.

Дисертаційна робота містить результати факторного дослідження складових часу оборту контейнера, моделі контейнеропотоків для умов міжміських автомобільних перевезень, методику обґрунтування графіків роботи автотранспортних засобів при міжміських перевезеннях, комплексне обґрунтування стратегій керування нагромадженням вантажів та використання транспортних засобів.

Розроблена методика обґрунтування графіків роботи автотранспортних засобів при міжміських перевезеннях дозволяє скоротити час оборту контейнерів на 13-20%.

Shiryeva S.V. The development of methods for organizing the intercity shipments by automobile and securing efficient utilization of container fleet.

Dissertation thesis for the academic degree of candidate of science; speciality 05.22.01 - transport systems, Ukrainian Transportation University, Kiev, 1995.

Dissertation thesis contains the results of factor analysis for the components of full turn-over time of a container, computer simulation of container streams for the case of intercity shipments by automobile, methods for justification of work time-table for motor transport in intercity shipments; complex justification of strategies for management of cargo accumulation and utilization of transport means.

The proposed methods for justification of work time-table of motor transport intercity shipments, allowed to reduce the full turn-over time of container by 13-20%.

Ключевые слова:

междугородные контейнерные перевозки, магистральный автопоезд, время оборота контейнера, график движения автопоездов.

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

Нідписано до друку 27.06.1995р.

Формат папири 60x84, 1/16.

Обл.-вид. л. 0,62. Др. л. 0,93. Тираж 105.Зам.646.

РВК "Українтеравтосервіс", Київ, вул. Володарського, 23.



Mr F. M. H.

AB 33.068