

КИЕВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

ГОРЯЕВ Николай Константинович

КОМПЛЕКСНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СЕТИ
ТЕРМИНАЛОВ И ОРГАНИЗАЦИИ
МЕЖДУГОРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ
КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Специальность 05.22.01 "Транспортные системы
страны, ее регионов, городов и
промышленных центров"

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев - 1994



00801671 (N)

Диссертация является рукописью

Работа выполнена в Киевском (автомобильно-дорожном институте)

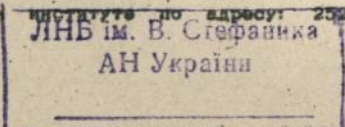
Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Воркут Анатолия Иванович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Долотов Александр Васильевич

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Збарский Леонид Владимирович

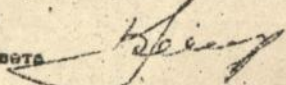
Ведущая организация: внешнеэкономическое объединение
"Укртранс", г. Киев

Защита состоится "20" мая 1994 г. в 10 часов
на заседании специализированного совета Д 01.27.01 при Киевском
автомобильно-дорожном институте по адресу: 252010, г. Киев,
ул. Суворова 1.



С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского
автомобильно-дорожного института.

Автореферат разослан "17" III 1994 г.

Ученая секретарь
специализированного совета  Дмитриев Н.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Повышение эффективности общественного производства, в условиях формирования и развития рыночных отношений, в значительной мере связано с сокращением затрат в сфере обращения. Это приводит к уменьшению размеров отправок, повышаются требования к скорости их доставки. Требованиям эффективности перевозок в этих условиях отвечает терминальная система доставки грузов. На практике значительные объемы перевозок ограниченных партий грузов осуществляются в прямом автомобильном сообщении. Это приводит к неоправданному росту затрат, повышенному расходу топлива и увеличению негативного воздействия транспорта на окружающую среду.

В Украине получила развитие эффективная система автомобильных терминальных перевозок грузов с преимущественным использованием среднетоннажных контейнеров. Главной особенностью этой системы является централизованное оперативное планирование и управление магистральными перевозками. В течение 1985-1990 годов объемы перевозок грузов в контейнерах возросли почти вдвое и составили около 1 млн. тонн в год. В связи со спадом производства, в период становления рыночной экономики, произошло значительное снижение объемов перевозок.

Терминальная система Украины находится в стадии становления, разработаны теоретические основы ее функционирования. Вместе с тем, вопросы рационального развития терминальной системы доставки грузов в контейнерах автомобильным транспортом, в частности, обоснования сети терминалов, не получили достаточного развития.

Объектом исследования является терминальная система междугородних автомобильных перевозок грузов в контейнерах.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является повышение эффективности междугородных перевозок на основе совершенствования сети контейнерных терминалов.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решались следующие задачи:

выбор и обоснование системы факторов, определяющих рациональную сеть терминалов;

теоретическое и экспериментальное исследование зависимости факторов, определяющих эффективность системы доставки грузов от количества терминалов;

разработка методики обоснования сети терминалов и программного обеспечения решения задачи;

разработка программного обеспечения для решения комплекса задач, связанных с функционированием терминальной системы;

апробация методики обоснования сети терминалов в конкретных условиях организации перевозок.

Взаимосвязь задач исследования представлена на рис. 1.

Методическая основа. В работе использованы отдельные положения системного анализа, логистический подход, математический аппарат теории вероятностей и математической статистики, методы имитационного моделирования.

Научная новизна работы заключается в разработке: математической модели формирования и функционирования сети терминалов, обеспечивающей комплексный учет изменений партионности и расстояний перевозки;

математической модели определения интегральной эффективности использования автопоездов в магистральном сообщении;

методики комплексного решения задачи выбора транспортных средств и маршрутов перевозки.



Рис. 1. Взаимосвязь и содержание основных задач исследования.

Практическая ценность. Предложенные методические разработки являются инструментом для решения задачи формирования рациональной сети терминалов с учетом конкретных условий организации перевозок. Результаты исследования могут быть использованы транспортно-экспедиционными предприятиями для повышения эффективности терминальных систем междугородных перевозок грузов.

Реализация результатов работы. Полученные научные результаты диссертации использованы при выполнении научно-исследовательской работы по теме: "Разработка модели и методы оптимизации транспортных процессов и параметров технических средств в системах транспортно-экспедиционного обслуживания Украины", входившей в республиканскую научно-техническую программу РН.Ц.005 "Развитие и совершенствование транспортной системы в целях организации рациональных перевозок грузов в Украинской ССР" ('Транспорт').

Научные и практические результаты исследования использованы при разработке "Технологического процесса комплексной организации контейнерной доставки грузов в межобластном и внутриобластном сообщениях" объединения "Укртранс".

Результаты исследования и разработанное программное обеспечение используются в учебном процессе в Киевском автомобильно-дорожном институте (КАДИ) и Челябинском государственном техническом университете (ЧГТУ).

Апробация работы. Результаты исследования докладывались на научно-технической конференции "Роль молодых ученых на автотранспорте в новых условиях хозяйствования (Киев, 1988 г.), ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава КАДИ в 1990-92 гг. и ЧГТУ в 1991-1993 гг., а также на научно-методических семинарах кафедры "Транспортные системы и маркетинг" КАДИ.

Публикации. По теме диссертационных исследований опубликовано 3 статьи общим объемом 1,8 печатных листа.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, заключения и приложений. Работа содержит 126 страниц текста, в том числе 40 страниц приложения, 7 таблиц, 18 рисунков. Список литературы включает 102 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

В первой главе обобщен опыт функционирования терминальных систем междугородных автомобильных перевозок в стране и за рубежом, дан анализ научных исследований по рассматриваемым вопросам.

В настоящее время на территории Украины функционирует терминальная система доставки грузов в контейнерах автомобильным транспортом общего пользования, основу которой составляет 39 грузовых автомобильных станций (ГАС) в составе 25 областных транспортно-экспедиционных предприятий (ОТЭП). В 1988 году были разработаны и внедрены технологии контейнерных перевозок в смешанных авиационно- и водно-автомобильных сообщениях.

Анализ зарубежного опыта показал, что количество терминалов на сети зависит от конкретных условий организации перевозок. В Японии разработана и частично вступила в эксплуатацию высокоэффективная контейнерная транспортная система "Осинре санге", которая предусматривает наличие на территории страны 80 терминалов. Каждая из десяти крупнейших автотранспортных компаний

США имеет более ста терминалов. В Индии разработана программа развития сети терминалов (включая 30 магистральных и 74 перегрузочных терминала) для перевозки грузов в контейнерах автомобильным транспортом. В рамках Французской национальной логистической системы функционирует более ста терминалов.

Транспортный процесс при терминальных перевозках состоит из трех организационно и технологически самостоятельных (но четко скоординированных между собой) подсистем:

заказа грузов на терминал и вывоза с терминала;

переработки грузов на терминале;

межтерминальной перевозки грузов.

Анализ выполненных научных исследований показал, что эффективность контейнерной терминальной системы в значительной степени определяется количеством терминалов и их дислокацией. Основными факторами, определяющими рациональную сеть терминалов, являются: объемы перевозок и характер формирования грузопотоков, размер территории и развитие дорожной сети.

Во второй главе рассматриваются критерии эффективности и проводится теоретическое исследование факторов, определяющих рациональную сеть терминалов.

Задача обоснования сети терминалов является многокритериальной. При ее решении важную роль играют скорость доставки грузов и время оборота контейнеров. Скорость доставки грузов определяет привлекательность терминальных автомобильных перевозок в сравнении с железнодорожными, но последние характеризуются меньшей стоимостью доставки. Время оборота контейнера определяет не только себестоимость содержания контейнерного парка, но и его провозную способность.

В работе показано, что в качестве основного критерия могут

быть выбраны суммарные затраты на доставку контейнеров. Факторы, определяющие суммарные затраты на доставку контейнеров при терминальной технологии перевозок, представлены на рис. 2.

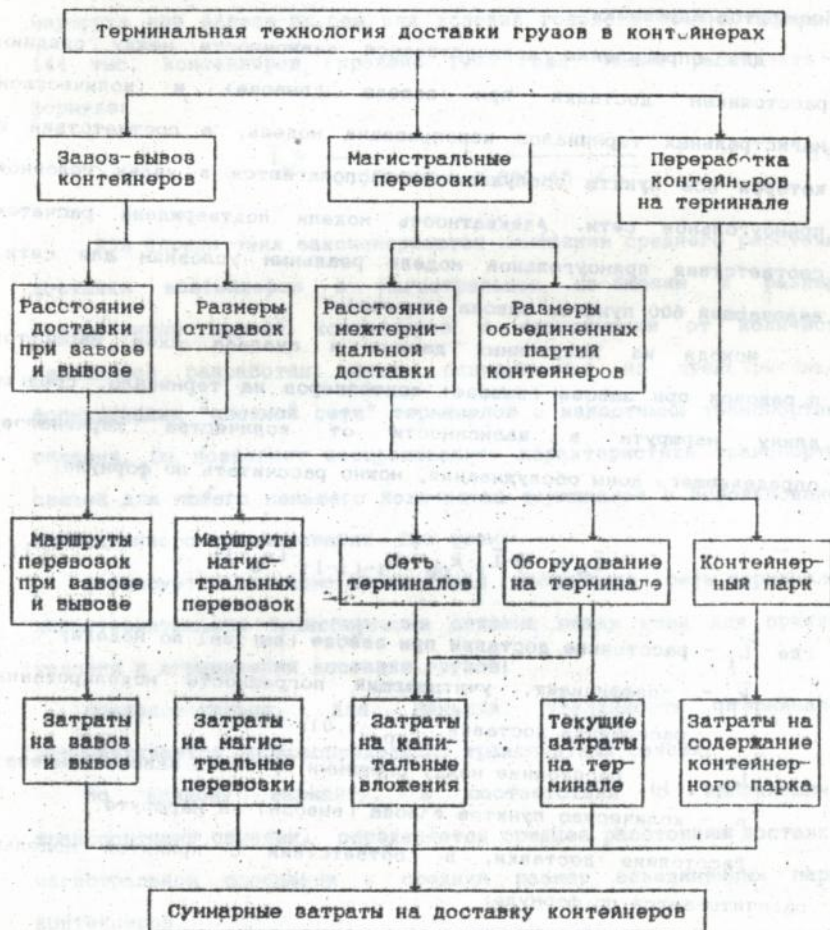


Рис. 2. Факторы, определяющие суммарные затраты на доставку контейнеров при терминальной технологии перевозок.

Основными факторами, определяющими затраты на перевозки, являются расстояние доставки и размеры перевозимых партий контейнеров и соответствующий им выбор транспортных средств и маршрутов перевозки.

Для определения количественной зависимости между средним расстоянием доставки при завозе (вывозе) и количеством магистральных терминалов использована модель, в соответствии с которой все пункты обслуживания располагаются в узлах условной прямоугольной сети. Адекватность модели подтверждена расчетом соответствия прямоугольной модели реальным условиям для сети, включающей 600 пунктов завоза (вывоза).

Исходя из полученных данных и анализа схем маршрутов перевозок при завозе (вывозе) контейнеров на терминалы, среднюю длину маршрута в зависимости от количества терминалов, определяющего зоны обслуживания, можно рассчитать по формуле:

$$\bar{L}_M = 2 \cdot \bar{L}_1 \cdot \bar{k}_{пр} + \bar{L}_{1-(i-1)} \cdot (\bar{n}_B - 1) \quad (1)$$

где \bar{L}_1 - расстояние доставки при завозе (вывозе) по модели;
 $\bar{k}_{пр}$ - коэффициент, учитывающий погрешность моделирования расстояния доставки, $\bar{k}_{пр} = 1,01$;
 $\bar{L}_{1-(i-1)}$ - расстояние между смежными пунктами завоза (вывоза);
 \bar{n}_B - количество пунктов завоза (вывоза) на маршруте.
 Расстояние доставки, в соответствии с принятой моделью, рассчитывается по формуле:

$$\bar{L}_1 = 0,5 \cdot \sqrt{S/n} \quad (2)$$

где S - площадь региона.

n - количество терминалов на сети.

Расстояние между смежными пунктами завоза (вывоза) не зависит от количества терминалов.

Проведенный регрессионный анализ показал, что среднюю длину маршрута при завозе-вывозе для условий годового объема перевозок 144 тыс. контейнеров (уровень 1993 года) можно рассчитать по формуле:

$$\bar{L}_H = \frac{1}{-0.003347 + 0.00545 \cdot \sqrt{n}} \quad (3)$$

Для определения закономерностей изменения среднего расстояния доставки контейнеров в магистральном сообщении и размеров объединенных партий контейнеров в зависимости от количества терминалов разработан метод, базирующийся на предельном формировании "плотной сети" терминалов с известными транспортными связями. Он позволяет воспроизводить характеристики транспортных связей для любого меньшего количества терминалов с использованием имитационного моделирования. При этом:

формируется заведомо достаточная (избыточная) сеть терминалов, характеризующаяся транспортными связями между ними для принятых условий и ограничений доставки грузов;

последовательно, для меньшей численности терминалов, устанавливается перераспределение транспортных связей;

по каждому варианту, в соответствии с изменившимися транспортными связями, определяется среднее расстояние доставки в магистральном сообщении и средний размер объединенных партий контейнеров.

Разработанная модель позволяет проводить многовариантные расчеты, отвечающие любой численности и сочетанию магистральных и накопительных терминалов.

Проведенный с использованием разработанной модели анализ, для

условий поочередного выключения из системы терминалов, начиная с минимального минимального контейнерооборота, показал, что среднее расстояние доставки в нежтерминальном сообщении практически не зависит от количества терминалов. При изменении на территории Украины количества терминалов с 25 до 39 оно уменьшится с 490,8 до 486,9 км, то есть на 0,8%.

Как показало исследование на имитационной модели, существенно зависят от количества терминалов размеры объединенных партий контейнеров, доставляемых в нежтерминальном сообщении. В соответствии с проведенным регрессионным анализом, при годовом объеме перевозок 144 тыс. контейнеров, зависимость среднего размера объединенных партий контейнеров от количества терминалов описывается следующей формулой:

$$\bar{g} = 1.509 + 69.343 \cdot n^{-1.516} \quad (4)$$

Если размер объединенной партии контейнеров равен или больше контейнерооборота (грузоподъемности) автопоезда, то перевозка осуществляется на маятниковых маршрутах. В противном случае возникает объективная необходимость организации перевозок сборно-раздаточными автопоездами. Для характеристики их эффективности введен показатель "коэффициент интегральной эффективности использования автопоездов", который определяется как отношение наименьшего удельного пробега при магистральных перевозках к действительному. Он позволяет учитывать дополнительный пробег, связанный с заездом в промежуточные пункты, а также неполное использование грузоподъемности на отдельных участках маршрута (для маятниковых маршрутов этот коэффициент равен коэффициенту использования грузоподъемности).

Проведенный регрессионный анализ данных в условиях перевозок сборно-раздаточными поездами показал, что коэффициент интегральной эффективности использования автопоездов в зависимости от среднего размера объединенных партий контейнеров описывается формулой:

$$k_{иэ} = 1 - e^{-(0,247 - 0,098 \cdot \bar{g})} \quad (5)$$

Анализ скорости доставки груза и времени оборота контейнера показал, что для принятых условий организации перевозок эти показатели практически не зависят от количества терминалов.

В третьей главе представлена методика обоснования сети терминалов по суммарным затратам на доставку контейнеров в условиях разделения функций экспедитора и перевозчика.

Средние затраты на перевозку одного контейнера в межтерминальном сообщении рассчитывались по формуле:

$$S_M = \bar{T}_M \cdot L_{уд} \quad (6)$$

где \bar{T}_M - средний покилометровый тариф при магистральных перевозках,

$L_{уд}$ - удельный пробег автопоездов, приходящийся на один контейнер, доставленный в межтерминальном сообщении.

Средний покилометровый тариф на перевозку в магистральном сообщении для заданной грузоподъемности подвижного состава рассчитывался по формуле:

$$\bar{T}_M = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot Q_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot L_i} \quad (7)$$

где T_i - покилометровые тарифы по договору с АТП, обслуживавшим данную ГАС,

Q_i - объемы отправления в магистральном сообщении данной ГАС,

\bar{L}_i - среднее расстояние доставки в магистральном сообщении с данной ГАС.

Удельный пробег автопоездов при перевозке одного контейнера в нежтерминальном сообщении рассчитывался по формуле:

$$L_{уд} = \frac{\bar{L}_Д}{k_{из} \cdot \bar{q}} \quad (8)$$

где $\bar{L}_Д$ - среднее расстояние доставки в нежтерминальном сообщении,
 \bar{q} - средняя контейнеровместимость автопоездов.

Средние затраты на перевозку одного контейнера при заводе-выводе рассчитывались по формуле:

$$B_{з-в} = \frac{\bar{L}_М \cdot \bar{T}_{км}}{\bar{q}_Ф} + \frac{\bar{t}_М \cdot \bar{T}_ч}{\bar{q}_Ф} \quad (9)$$

где $\bar{T}_{км}$ - средний покилометровый тариф при заводе-выводе;

$\bar{q}_Ф$ - средняя фактическая контейнеровместимость автомобилей, используемых при заводе-выводе;

$\bar{t}_М$ - среднее время на маршруте при заводе-выводе;

$\bar{T}_ч$ - средний почасовой тариф при заводе-выводе.

Затраты на капитальные вложения определялись исходя из нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений, проектной стоимости грузовых автомобильных станций и принятых Правительством Украины коэффициентов индексации основных фондов.

Определено, что затраты на содержание контейнерного парка и текущие расходы, в расчете на один доставленный контейнер,

практически не зависят от количества терминалов на сети для принятого диапазона изменения значений.

Полученные зависимости позволили определить средние суммарные затраты на доставку одного контейнера. Зависимости суммарных затрат от количества терминалов для различных объемов грузозок контейнеров автомобильным транспортом в Украине, представлены на рис. 3.

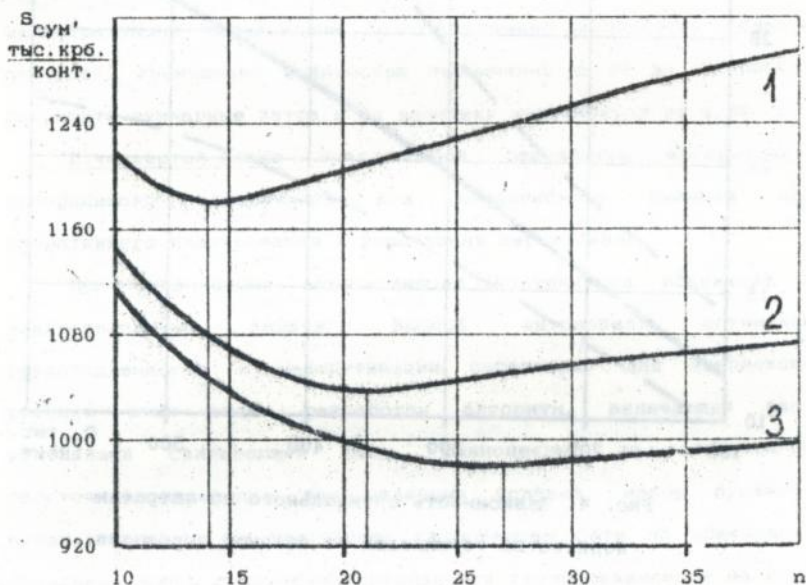


Рис. 3. Зависимость суммарных затрат на доставку одного контейнера от количества терминалов при годовом объеме перевозок:

1 - Q_г = 144 тыс.; 2 - Q_г = 288 тыс.; 3 - Q_г = 432 тыс.

Функция зависимости суммарных затрат имеет минимум, соответствующий оптимальному по затратам количеству терминалов

(см. рис. 3). Зависимость оптимального количества терминалов $N_{\text{опт}}$ на транспортной сети Украины от годового объема перевозок с указанием границ области, для которой затраты отличаются от расчетного минимума не более чем на 1%, представлена на рис. 4.

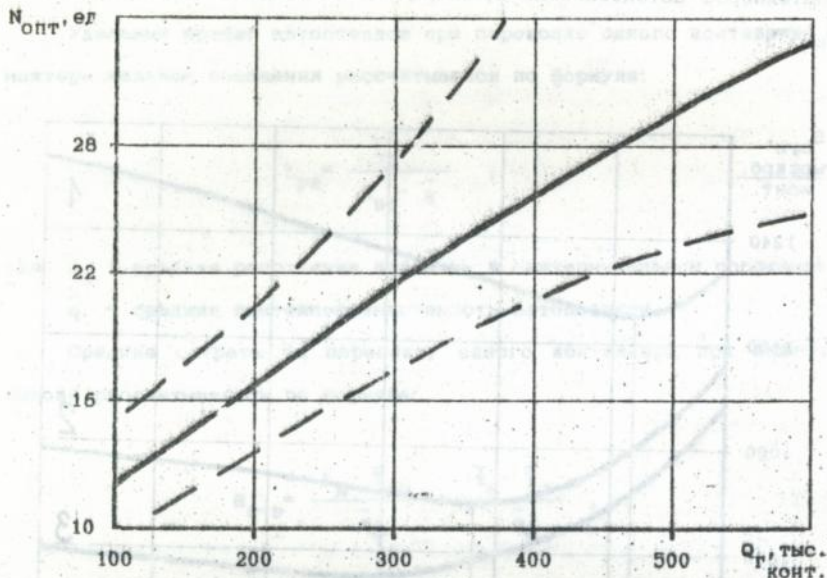


Рис. 4. Зависимость оптимального по затратам количества терминалов от объемов перевозок.

Для объемов перевозок в Украине, соответствующих уровню 1990 года, рациональная сеть терминалов должна включать около 40 терминалов. При годовом объеме перевозок в Украине 144 тыс. контейнеров (соответствует уровню 1993 года), сокращение количества терминалов до оптимального, позволило бы уменьшить суммарные затраты на 8,8%. В условиях наблюдаемого сокращения

объемов производства, возникает проблема концентрации перевозок на меньшем количестве терминалов и рационального использования высвобождающихся мощностей. Требуя временного перепрофилирования малодейственных магистральных терминалов, которые могут быть использованы в качестве пунктов накопления контейнеров (накопительных терминалов) для близлежащих магистральных терминалов. На данном этапе развития системы, с учетом организационной структуры управления, можно ограничиться 25 магистральными терминалами (соответственно количеству областных центров). Уменьшение количества терминалов с 39 до 25 позволит сократить суммарные затраты на доставку контейнеров на 4,6%.

В четвертой главе представлена разработка алгоритмов и программного обеспечения для комплексного решения задач оперативного планирования и управления перевозками.

При организации завоза-вывоза контейнеров возникает две взаимосвязанные задачи: выбора автомобиля оптимальной грузоподъемности и маршрутизации перевозок. Для комплексного решения этих задач разработан алгоритм, включающий расчет кратчайшей связывающей сети, равноценных по себестоимости расстояний перевозки для заданных условий, набор пунктов в маршруты на основе кратчайшей связывающей сети по общепринятой методике, выбор автомобиля оптимальной грузоподъемности на основе равноценного по себестоимости расстояния перевозки, проверку на возможность включения пунктов в маршрут.

Данный алгоритм реализован в виде программного комплекса, работа которого организована в диалоговом режиме. Практическая эксплуатация этого комплекса показала, что он отвечает требованиям оперативности планирования при решении задачи с учетом непрерывного обновления информации и многочисленных практических

требований и ограничений, ватрудняющих формализованное решение.

Разработанный алгоритм и его программная реализация вошли в раздел в "Технологический процесс комплексной организации контейнерной доставки грузов в межобластном и внутриобластном сообщениях" объединения "Укртранс".

Другим составным элементом решения задачи совершенствования сети терминалов и оперативной маршрутизации магистральных перевозок является задача определения кратчайших расстояний. Для оперативного решения этой задачи разработан программный комплекс, выполненный на языке Турбо-Паскаль версии 5.0 с использованием пакета прикладных программ Turbo-Professional. Работа программы организована в диалоговом режиме. Время счета по программе зависит от количества узлов транспортной сети и не превышает 15 минут для 1000 узлов.

Большинство ГАС Украины имеют несбалансированные объемы отправления и получения груженых контейнеров в межтерминальном сообщении, поэтому возникает объективная необходимость перевозок порожних контейнеров. В настоящее время все ГАС отчисляют в централизованный фонд осуществления перевозок порожних контейнеров 15% своего дохода, поэтому оптимизация перевозок порожних контейнеров является актуальной задачей.

С учетом требования совместности с базой данных АРМ диспетчера по планированию магистральных перевозок, разработана программа оптимизации перевозок порожних контейнеров. Первоначальное выполнение осуществляется по методу Коцига, получение оптимального решения - с помощью метода потенциалов. Программа выполнена на языке Турбо-Паскаль версии 5.0 с использованием пакета прикладных программ Turbo-Professional. Время счета по программе зависит от количества отправителей и

получателей и для матрицы размерностью 20*20 не превышает 3 минут. Работа программы организована в диалоговом режиме, с развитой системой контекстных подсказок и проверок вводимых значений. Данная программа широко используется в учебном процессе по специальности "Организация перевозок и управление на транспорте" в Киевском автомобильно-дорожном институте и Челябинском государственном техническом университете.

Разработанное программное обеспечение позволило существенно сократить время решения рассмотренных задач (с учетом необходимости подготовки исходной информации).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Системный анализ факторов, определяющих условия организации междугородных перевозок грузов в контейнерах, показывает, что решение проблемы повышения их эффективности в значительной мере связано с формированием рациональной сети терминалов.

2. Обоснование терминальной сети требует выявления в конкретных условиях зависимости расстояния доставки и партионности перевозок от количества терминалов, что определяет условия заезда (вывоза) контейнеров на терминалы и перевозок между ними. Для решения этих задач разработаны аналитические и имитационные модели, позволяющие проводить анализ факторов, определяющих рациональную сеть терминалов.

3. Показателем интегральной эффективности межтерминальных перевозок может служить средний пробег автопоездов, приходящийся на 1 доставленный контейнер (удельный пробег). Этот показатель существенно зависит от уровня концентрации перевозок и,

соответственно, размеров объединенных партий контейнеров, доставляемых в межтерминальном сообщении. Для условий Украины, при годовом объеме перевозок 144 тыс. контейнеров, уменьшение количества терминалов с 39 до 25 приведет к увеличению средних размеров объединенных партий контейнеров - с 1,799 до 2,062. При этом удельный пробег автопоездов в межтерминальном сообщении сократится на 6,4%.

4. Разработана методика определения по критерию минимальных затрат рациональной терминальной сети. Проведенный с использованием полученных зависимостей анализ показывает, что оптимальное количество терминалов на сети существенно зависит от объемов перевозок. С уменьшением объемов перевозок минимум функции зависимости суммарных затрат от количества терминалов становится более выраженным. Для объемов перевозок в Украине, соответствующих уровню 1990 года, рациональная сеть должна включать около 40 терминалов. При падении объемов перевозок в 4 раза, для условий спроса на перевозки в 1993 году, уменьшение количества магистральных терминалов до 25 позволяет сократить суммарные затраты на доставку контейнеров на 4,6%.

5. В ходе решения основной задачи исследования разработаны алгоритм и программное обеспечение совместного выбора подвижного состава и маршрутов перевозок, являющиеся составной частью программного комплекса. Программный комплекс включает, дополнительно, задачи определения кратчайших расстояний и оптимального плана перевозок порожних контейнеров при межтерминальных перевозках. Разработанные алгоритмы решения задач и программное обеспечение учитывают особенности организации терминальных контейнерных перевозок и отвечают условиям непрерывного обновления данных.

6. Полученные результаты использованы при разработке, с участием автора, технологического процесса комплексной организации контейнерной доставки грузов в межобластном и внутриобластном сообщениях, определяющего организацию контейнерных перевозок транспортно-экспедиционными предприятиями внешнеэкономического объединения "Укртранс".

Выполненные разработки вошли в программное обеспечение учебного процесса по специальности "Организация перевозок и управление на транспорте" в Киевском автомобильно-дорожном институте и Челябинском государственном техническом университете.

7. Дальнейшие исследования следует вести в направлении комплексного обоснования формирования грузопотоков при организации терминальных перевозок в условиях рыночной экономики.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Воркут А.И., Тышик М.Д., Горяев Н.К. и др. Технологический процесс комплексной организации контейнерной доставки грузов в межобластном и внутриобластном сообщениях. Киев, Минтранс УССР, 1989 г. - 36 с.

2. Горяев Н.К., Заляпина Н.Н. Маршрутизация мелкопартионных перевозок на микро-ЭВМ. Автодорожник Украины. 1989 г., №4. стр. 12-13.

3. Горяев Н.К., Заляпина Н.Н., Вейдерман Е.Я. В сборнике "Компьютерная технология в учебном процессе высшей школы". Челябинск, ЧПИ, 1989, стр. 147-149.

Зак. 147 14 03 94 Объем 1,00 п.л. Тир. 100
Ротавриет предприятия "Укрдортехнология"

AB 29.556