

ДАВИДИЧ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ
ПО СОКРАЩЕНИЮ ВРЕМЕНИ
ОЖИДАНИЯ Пассажирами
ГОРОДСКИХ МАРШРУТНЫХ АВТОБУСОВ**

Специальность 05.22.10 — Эксплуатация автомобильного транспорта

*Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

076 20.070
Диссертационная работа выполнена на кафедре организации перевозок и дорожного движения Харьковского автомобильно-дорожного института.

Научный руководитель — кандидат технических наук,
доцент В. К. Доля.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор М. Н. Бедняк;
- кандидат экономических наук, доцент И. А. Дмитриев.

Ведущая организация — АТП-16329, г. Харьков, Украина

Защита диссертации состоится „ 22 “ апреля
1993 г. в 14 часов на заседании специализированного
совета К 068.12.02 при Харьковском автомобильно-дорожном
институте по адресу: 310078, г. Харьков, ул. Петровского, 25.

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

Автореферат разослан „ 12 “ марта 1993 г.

Ученый секретарь совета

А. В. КОСМИН

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00814614 (O)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Основная задача транспорта - своевременное и качественное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках; повышение эффективности его работы. Городской пассажирский транспорт общего пользования является неотъемлемой частью инфраструктуры города. Эффективность и качество его работы непосредственно связаны с результатами производственной деятельности жителей города. Перед пассажирскими транспортными предприятиями городов стоит задача организации перевозочного процесса с минимальными затратами времени на передвижение и высокой комфортабельностью поездок, особенно в периоды "пик", характеризующиеся высокой напряженностью и неравномерностью пассажиропотоков.

Время ожидания пассажирами транспортных средств является составной частью общих потерь времени пассажиров на передвижение. Оно занимает до 50% от времени поездки и до 20% общего времени на передвижение. В условиях сложившейся маршрутной системы снижение времени ожидания пассажирами автобусов является одним из основных направлений повышения качества перевозки пассажиров.

На величину времени ожидания влияет большое количество факторов таких, как количество и тип подвижного состава, протяженность маршрутов, характер пассажиропотоков, методы организации работы транспортных средств и другие. Существующие методы определения времени ожидания не позволяют в полной мере учесть неравномерности формирования пассажиропотоков на остановочных пунктах и характер движения автобусов на перегонах маршрута.

Объектом исследования является время, затрачиваемое пассажирами на ожидание транспортных средств на остановочных

пунктах маршрутов городского пассажирского транспорта.

Цель исследования - разработка мероприятия, позволяющих снизить время ожидания пассажирами маршрутных автобусов в условиях сложившейся схемы маршрутов, с учетом вероятностных факторов формирования пассажиропотоков и движения транспортных средств на маршрутах.

Методы исследования. Решение поставленных задач осуществлялось с применением экономико-математического аппарата теории вероятности, математической статистики, имитационного моделирования, принципов эффективной организации транспортного процесса при автомобильных перевозках.

Научная новизна работы заключается в следующем :

раскрыты факторы, влияющие на время ожидания пассажирами маршрутных автобусов, и на этой основе разработаны модели его оценки, использование которых позволяет рационально организовать процесс перевозки пассажиров;

основываясь на выявленных закономерностях влияния параметров маршрутов на величину времени ожидания пассажирами автобусов, разработана методика составления расписания движения автобусов в пиковые периоды, характеризующиеся частыми колебаниями пассажиропотоков.

Практическая ценность работы. Разработанные модели движения автобусов по маршруту позволяют оценить влияние параметров перевозки на время, затрачиваемое пассажирами на ожидание транспортных средств на остановочных пунктах, вероятность отказа пассажирам в посадке, скорость сообщения, значение динамического коэффициента использования вместимости автобусов. Предложенная модель расчета пассажиропотоков на участках маршрутной сети позволяет оценить неравномерность потоков пассажиров во времени, может быть использована для рассредоточения

времени начала работы предприятий и организаций в городах и позволяет составить расписание движения транспортных средств, позволяющее регулировать интенсивность их движения, в зависимости от колебаний потоков пассажиров.

Реализация результатов работы. Полученные научные результаты использованы при выполнении отраслевой научно-исследовательской программы Министерства Транспорта УССР " Разработать и внедрить методы повышения эффективности работы пассажирского автотранспорта республики " (1986 - 1990 гг.). Предложенные рекомендации были использованы на Украине в соответствии с "Планом развития науки и техники Министерства транспорта УССР" (1983 - 1990 гг.).

Полученные научные и практические результаты исследований использованы в методических указаниях " Рассредоточение времени начала работы предприятий и организаций в городах ", РД 200 УССР 84001-29-88 г., на основе которых были разработаны рекомендации по изменению времени начала работы предприятия и организация в городах Харьков и Шостка, и при разработке рациональной маршрутной системы пассажирского транспорта г. Харькова, что позволило получить годовой экономический эффект в размере 212.02 тыс.руб. в ценах 1991 г.

Апробация работы. Основные положения работы доложены :

на конференции молодых ученых в ГосавтотрансНИИпроекте Минавтотранса УССР (г. Киев, 1987 г.);

на VIII конференции молодых ученых и специалистов в НИИАТ Мчнавтотранса РСФСР (г. Москва, 1988 г.);

на 53-я (1990 г.), 54-я (1991 г.), 55-я (1992 г.) научно - технических и научно - методических конференциях профессорско-преподавательского состава ХАДИ (г. Харьков);

на 50 -я научно - исследовательской и научно - методичес-

ной конференции профессорско-преподавательского состава МАДИ (г. Москва, 1992 г.).

На защиту выносятся :

методика определения времени ожидания пассажирами городских маршрутных автобусов, учитывающая выявленные в работе закономерности влияния параметров маршрута на величину указанного времени;

методика составления дифференцированного расписания движения автобусов, учитывающая внутрисписочные колебания пассажиропотоков.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 9 статей, общим объемом 1.4 печатных листа.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и содержит 181 страницу, 12 таблиц, 28 рисунков, 186 наименований списка литературы и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность исследования, формулируется его цель и дается общая характеристика выполненной работы.

Первая глава посвящена анализу методов оценки и снижения времени ожидания пассажирами городских маршрутных автобусов.

Значительное влияние на формирование представленных позиций автора оказали исследования Московского, Киевского, Омского, Харьковского и Ташкентского автомобильно-дорожных институтов; ГосНИИАТа, ГосавтотрансНИИпроекта, ИАПУ ДВНЦ АН СССР и ведущих ученых М. Е. Антошвили, М. Н. Бедняка, М. Д. Блатнова, Г. А. Варелопуло, А. И. Воркута, Н. Я. Говорущенко, И. С. Ефремова, А. Х. Зильбертала, Л. Б. Миротина, Д. С. Самойлова, И. В. Спирина, М. П. Улицкого, Ю. Н. Шульги.

Анализ возможных путей снижения времени ожидания свиде-

тельствует о том, что особое внимание заслуживают методы, внедрение которых возможно без использования капитальных вложений. К таким методам относятся и рациональное формирование режимов движения автобусов на маршрутах. Данный метод еще не нашел своего широкого применения, вследствие своей недостаточной проработки, особенно в условиях неравномерностей пассажиропотоков во времени, и может быть объектом дальнейших исследований. Причем, исходные данные и закономерности, необходимые для изучения и внедрения этого метода, позволяют параллельно с ним разработать рекомендации по использованию, с целью сокращения времени ожидания на остановочных пунктах, другого метода - рассредоточения времени начала работы пассажиропоглощающих пунктов. Вместе с тем, как показал проведенный анализ, оценить эффективность мероприятия по снижению времени ожидания не всегда представляется возможным, вследствие наличия большого количества факторов, влияющих на его значение. Полнота учитываемых факторов влияет на точность полученных результатов. Модель, позволяющая учитывать так называемое явление "сдвигания" автобусов, при котором происходит резкое сокращение интервалов между несколькими автобусами смежных рейсов, позволит получить наиболее точное значение времени ожидания пассажирами автобусов на остановочных пунктах.

Это позволило сформулировать следующие задачи исследования:

1. Разработать модель совместного движения автобусов по маршруту, учитывающую:
 - влияние параметров маршрута на скорость движения автобусов;
 - влияние параметров маршрута на время простоя автобусов на остановочных пунктах;

- взаимного влияния автобусов на время их прохождения маршрута,

2. Разработать модель расчета пассажиропотоков на звеньях транспортной сети, основывающуюся на известных закономерностях и принципах, с учетом их совместной значимости для модели в целом и позволяющей производить частные и интегральную оценки изменения параметров перевозок.

3. Разработать методику составления дифференцированного расписания движения автобусов по маршруту, основывающуюся на закономерностях распределения потоков пассажиров в любой элементарный интервал времени периода "пик".

Пятая глава посвящена разработке математической модели определения вероятности отказа пассажирам в посадке на остановочном пункте, которая существенным образом влияет на величину времени ожидания.

В большинстве случаев учеными в области пассажирских перевозок под понятием вероятности отказа понимается доля пассажиров, не вошедших в автобус из-за его переполнения, от общего числа подошедших пассажиров. Количество пассажиров, подошедших на остановочный пункт, зависит от интенсивности подхода пассажиров и от величины интервала движения транспортных средств. Поток пассажиров, поступающий на i -ю остановку, является пуассоновским с параметром λ_i . Фактический режим движения зависит от многих факторов и подвержен определенным отклонениям от расписания. Изменение величины отклонения от среднего интервала движения может быть описано нормальным законом распределения со средним значением, равным нулю. В этом случае интервал изменяется на величину ΔI_z , что в свою очередь влияет на количество пассажиров, которое может подойти на остановку за время $I_{\text{ср}} + \Delta I_z$. Согласно теореме о полной вероятности события, веро-

ятность отказа пассажирам в посадке на i -я остановке $P_{отк_i}$ может быть представлена в виде суммы произведений вероятности появления определенного отклонения от интервала I_z и вероятности отказа при этом отклонении :

$$P_{отк_i} = \sum_{\substack{J_{ср} \\ \alpha J_z - J_{ср}}}^{J_{ср}} \left[\left(\sum_{K=\omega_i+1}^M \frac{(\lambda_i (J_{ср} + \alpha J_z))^K}{K!} e^{-(\lambda_i (J_{ср} + \alpha J_z))} \right) \times \right. \\ \left. \times \frac{K - \omega_i}{K} \right) \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{\alpha^2 J_z^2}{2\sigma^2}} T \right], \quad (1)$$

где $J_{ср}$ - интервал движения транспортных средств на маршруте, мин.; T - величина приращения отклонения от интервала; ω_i - количество свободных мест в транспортном средстве; k - случайная величина - количество пассажиров, прибывших к i -я остановке; M - максимально возможное количество пассажиров, подошедших к остановочному пункту. σ -среднеквадратическое отклонение от интервала движения.

В данной зависимости переменная ω_i изменяется для каждого остановочного пункта маршрута, вследствие наличия для него строго индивидуального количества вошедших и сошедших пассажиров. Величину данной переменной возможно определить моделированием движения автобусов по маршруту. В целом для маршрута вероятность отказа $P_{отк_M}$ может быть определена по зависимости:

$$P_{отк_M} = \frac{\sum_{i=1}^N \lambda_i P_{отк_i}}{\sum_{i=1}^N \lambda_i}, \quad (2)$$

где N - количество остановок на маршруте.

Таким образом, предложенная математическая модель оценки вероятности отказа пассажирам в посадке может быть использова-

на для расчета вероятности отказа пассажирам в посадке и времени ожидания пассажиров на автобусных маршрутах с одномарочным подвижным составом, без учета влияния характеристик трассы маршрута.

Третья глава посвящена моделированию процессов, происходящих при функционировании городского автобусного маршрута.

Процесс движения автобусов на маршруте целесообразно разделить на две составляющие: непосредственно движение на перегонах маршрута и простой на остановочных пунктах.

По результатам обследования маршрутов г. Харькова был определен закон распределения фактической скорости движения автобусов на перегоне маршрута. Закон распределения определялся для каждого перегона маршрута с учетом значения коэффициента использования вместимости автобусов. Результаты расчетов показали, что на всех перегонах, при любых значениях коэффициентов использования вместимости, колебания фактических скоростей движений автобусов возможно описать нормальным законом распределения. При анализе средних значений технической скорости движения автобусов и ее среднеквадратических отклонений была выявлена зависимость данных показателей от параметров перегона маршрута. В результате этого было сделано предположение о том, что трасса перегона маршрута влияет на значение средней технической скорости движения автобусов и ее среднеквадратическое отклонение. В связи с этим были определены регрессионные модели влияния параметров трассы маршрута и транспортного средства на среднюю техническую скорость движения автобусов на перегоне V_T и ее среднеквадратическое отклонение σ_v , которые имеют следующий вид:

$$\bar{V}_T = 17.831 + 13.436L_p - 1.056B_{p,pr} - 5.552B_{p,пов} + 0.25B_{н,pr} - 8.017B_{н,пов} - 5.623\gamma - 0.062t_p + 0.145V_p \quad (3)$$

где \bar{V}_T - средняя техническая скорость движения автобуса на перегоне маршрута, км./ч.; L_p - длина перегона, км.; $B_{p,pr}$ - количество регулируемых перекрестков с движением автобусов прямо; $B_{p,пов}$ - количество регулируемых перекрестков с изменением направления движения автобуса; $B_{н,pr}$ - количество нерегулируемых перекрестков с движением автобусов прямо; $B_{н,пов}$ - количество нерегулируемых перекрестков с изменением направления движения автобуса; V_p - скорость транспортного потока, км./ч.; t_p - время разгона автобуса до 60 км./ч., с.; γ - коэффициент использования вместимости автобуса.

Коэффициент множественной корреляции данной модели составил 0.88, а средняя ошибка аппроксимации - 7.93%.

$$\bar{b}_V = 0.825 + 0.152\bar{V}_T - 0.039V_p + 1.096B_{p,pr} + 0.545B_{p,пов} - 1.634B_{н,pr} - 0.858B_{н,пов} + 0.121L_p \quad (4)$$

Коэффициент множественной корреляции данной модели составил 0.96, а средняя ошибка аппроксимации - 7.84%.

Для описания второй составляющей процесса движения была получена регрессионная модель влияния пассажирообмена остановки и параметров транспортного средства на продолжительность простоя автобусов на остановке, которая имеет вид:

$$T_{пр} = \frac{25.479 + 1.496Q_{вхл} + 0.949Q_{всш} + 1.068Q_{всш}\gamma_1}{N_{дв}} \quad (5)$$

где $T_{пр}$ - продолжительность простоя автобуса на остановке, с.;

$Q_{выш}$ - количество пассажиров, вышедших на остановке; $Q_{вош}$ - количество пассажиров, вошедших в автобус; δ_i - коэффициент использования вместимости автобуса на остановке после выхода пассажиров; $N_{дв}$ - количество дверей в транспортном средстве,

Коэффициент множественной корреляции данной модели составил 0,97, а средняя ошибка аппроксимации - 7,49%.

Таким образом, полученные регрессионные модели и закон распределения скоростей движения автобуса на перегоне маршрута возможно использовать в имитационной модели движения автобусов на маршруте.

В четвертой главе описывается разработанная имитационная модель движений автобусов на маршруте и проводится анализ влияния различных факторов на время ожидания пассажиров.

Имитационная модель позволяет моделировать процессы, происходящие при движении автобусов по маршруту. На остановочных пунктах с использованием закона Пуассона моделируется процесс подхода пассажиров, ожидание ими транспортного средства. Время прибытия автобусов на остановку определяется с учетом времени отправления автобусов с предыдущего остановочного пункта, длины перегона перед данной остановкой и фактической скорости движения, которая определяется с использованием зависимостей (3) и (4) по нормальному закону распределения. Величина времени простоя автобусов для высадки и посадки пассажиров определяется с использованием зависимости (5). Пассажиры, которым было отказано в посадке, остаются на остановке ожидать следующего транспортного средства. Время ожидания фиксируется для каждого пассажира путем определения разницы между временем его подхода на остановочный пункт и временем отправления автобуса, в который он совершил посадку. При одновременном прибытии нескольких автобусов на остановочный пункт количество

пассажиров, ожидающих посадки на остановке, распределяется между этими транспортными средствами обратно пропорционально значениям их коэффициентов использования вместимости после выхода пассажиров. Распределение пассажиров, вошедших на остановку, для выхода между последующими пунктами, производится пропорционально количеству корреспонденция между соответствующими пунктами. Блок-схема имитационной модели приведена на рис. 1.

Для оценки адекватности модели было проведено тестирование фактических показателей работы маршрутов, выявленных по результатам обследования, и расчетных, полученных путем моделирования. В качестве критерия оценки адекватности предлагаемой модели была использована средняя ошибка расчетных значений показателей по отношению к фактическим. В качестве показателей, по которым оценивалась модель, были выбраны следующие параметры: количество перевезенных пассажиров за рейс; время сообщения автобусов; коэффициент сменяемости за рейс.

Средняя ошибка по каждому показателю не превышает 8%, что позволяет сделать вывод о том, что предлагаемая имитационная модель описывает процессы, происходящие при функционировании автобусного маршрута, с достаточной точностью.

Разработанная имитационная модель движения автобусов по маршруту позволяет оценить влияние различных факторов на время ожидания пассажирами транспортных средств. Для оценки влияния количества автобусов, работающих на маршруте, на время ожидания было проведено моделирование функционирования маршрутов г. Харькова при различном количестве подвижного состава.

При моделировании фиксировались следующие показатели: количество пассажиров, подошедших на остановочные пункты; количество перевезенных пассажиров; вероятность отказа пассажи-

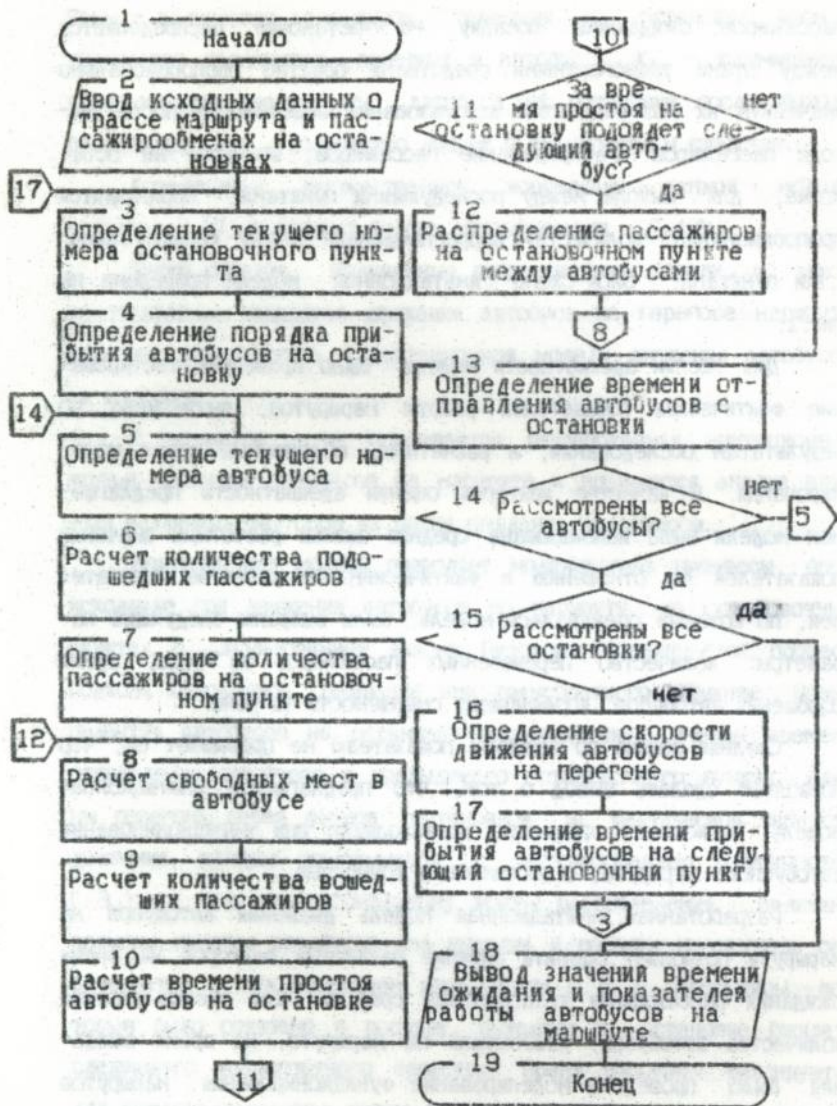


Рис. 1

Блок-схема имитационной модели движения автобусов по маршруту

рам в посадке; среднее время ожидания одного пассажира; суммарное время ожидания пассажиров; скорость сообщения; коэффициент динамического использования вместимости всех автобусов; количество "сдвиганий" автобусов на маршруте.

Изменение некоторых из перечисленных показателей в зависимости от количества автобусов, работающих на маршруте, имеющие следующие параметры: длина маршрута 4,9 км.; количество автобусов на маршруте - 7 ед.; марка подвижного состава - Ив - 280, 280; пассажиропоток на максимально загруженном перегоне - 2250 пасс./ч., приведены на рис. 2. Также была произведена оценка изменения показателей работы маршрута в зависимости от вместимости и количества транспортных средств при постоянном количестве пассажиромест, предоставляемых на маршрут. Графики зависимостей различных показателей от количества и вместимости автобусов приведены на рис. 3 - 4. Анализ полученных зависимостей выявил, что изменение вероятности отказа пассажирам в посадке, суммарного времени ожидания, количества перевезенных пассажиров носит нелинейный характер с явно выраженными пиками значения на определенном интервале изменения вместимости транспортных средств. Это происходит вследствие того, что при большом количестве автобусов, которое обуславливает маленькая их вместимость, увеличивается количество "сдвиганий" автобусов и, как следствие, увеличиваются интервалы движения, что приводит к резкому росту вероятности отказа, времени ожидания и снижению количества перевезенных пассажиров. Однако по мере уменьшения вместимостей транспортных средств, а значит увеличения их количества, интервалы движения становятся настолько малыми, что "сдвигание" автобусов уже не приводит к росту вероятности отказа. Анализ зависимостей времени ожидания от вместимости и количества автобусов для маршрутов с различными

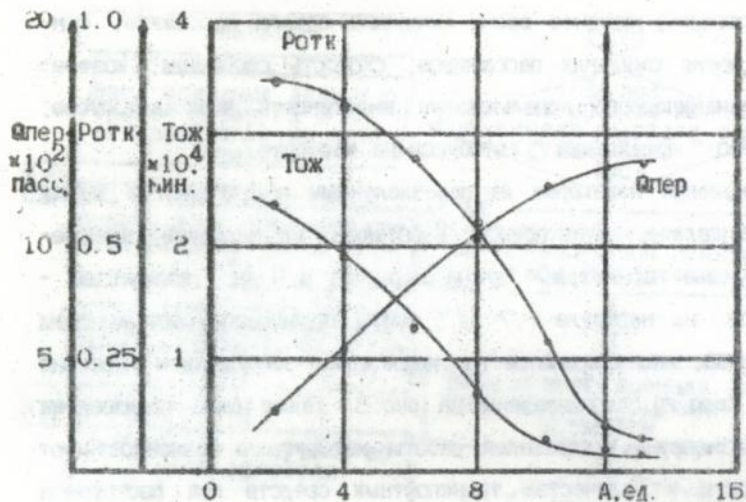


Рис. 2

Изменение показателей работы автобусов при различном их количестве на маршруте

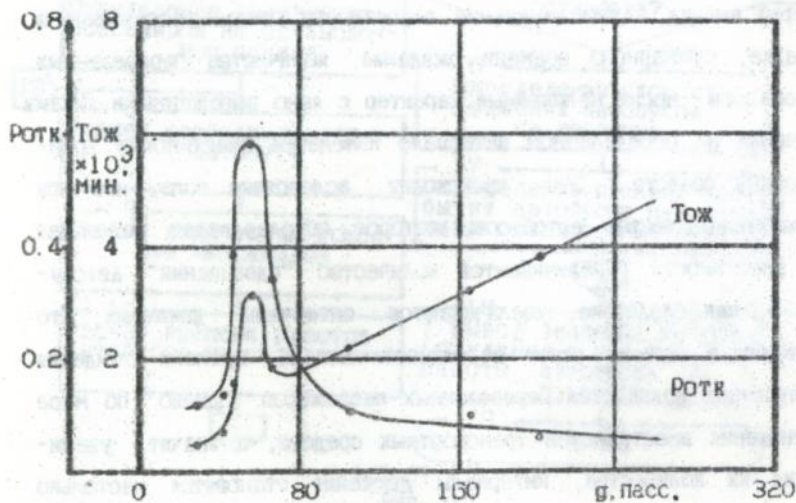


Рис. 3

Изменение времени ожидания и вероятности отказа пассажирам в посадке при различной вместимости автобусов, работающих на маршруте

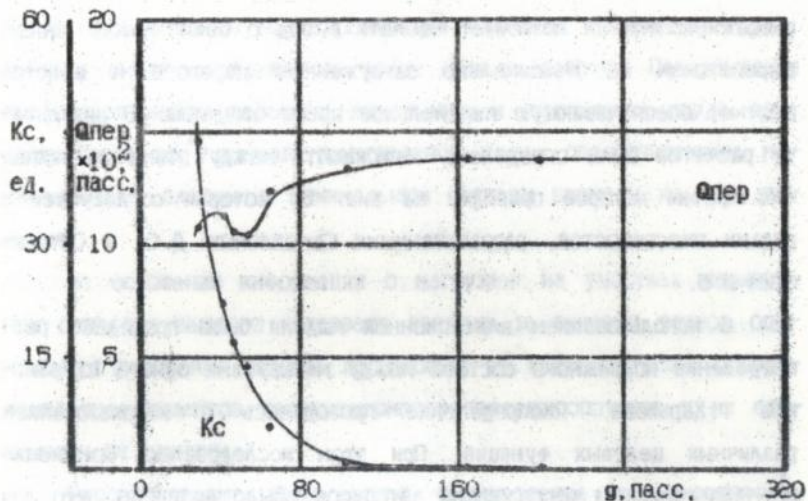


Рис. 4

Изменение количества перевезенных пассажиров и количества "сдвиганий" автобусов при различной вместимости автобусов, работающих на маршруте

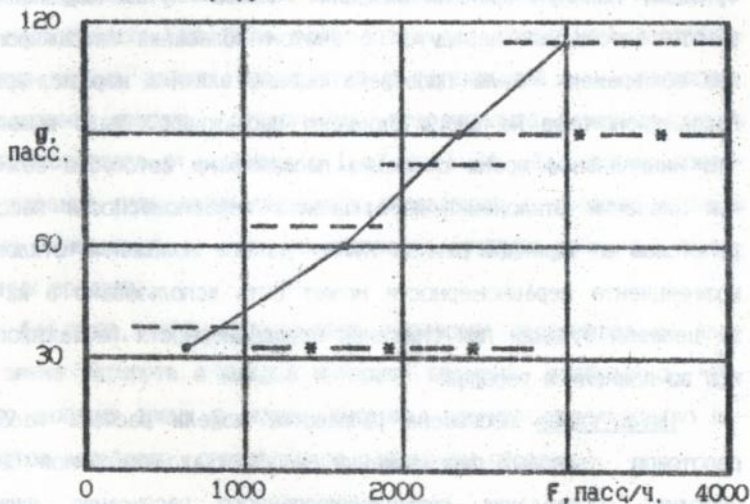


Рис. 5

Изменение рациональной вместимости транспортных средств на маршрутах в зависимости от пассажиропотока на максимально загруженном перегоне маршрута

— * — — — по Самойлову

— — — — — Львівський науково-дослідницький інститут економіки транспорту і зв'язу
АН України

пассажиропотоками позволяет сделать вывод о связи между пассажиропотоком на максимально загруженном перегоне и вместимостью, обеспечивающую минимальное время ожидания. В результате расчетов была определена зависимость между этими величинами, график которой приведен на рис. 5, которая согласуется с рядами вместимостей, разработанными Самойловым Д.С. и Островским Н.Б.

С использованием имитационной модели было проведено распределение подвижного состава между маршрутами одного из районов г. Харькова. Распределение проводилось с использованием различных целевых функций. При этом исследовалось изменение времени ожидания пассажирами автобусов. Было выявлено, что для снижения времени ожидания целесообразно проведение распределения автобусов по маршрутам с использованием, в качестве целевой функции, минимум времени ожидания. Также путем моделирования работы автобусных маршрутов с учетом колебаний пассажиропотоков во времени была проведена оценка влияния неравномерности пассажиропотоков на время ожидания пассажиров. Было выявлено, что минимальное время ожидания пассажирами автобусов возможно при значении отклонения коэффициента неравномерности пассажиропотоков от единицы равно нулю. Данное положение отклонения коэффициента неравномерности может быть использовано в качестве целевой функции при снижении неравномерности пассажиропотоков во времени в городах.

Пятая глава посвящена разработке модели расчета пассажиропотоков трудовых передвижений на участках маршрутной сети и методике составления дифференцированного расписания движения транспортных средств.

Определение значений пассажиропотоков на участках маршрутной сети производится путем моделирования процесса передви-

жения пассажиров от мест проживания и местам приложения труда, которые имеют определенное время начала работы. Передвижения пассажиров между районами жительства и приложения труда осуществляется по участкам транспортной сети, обеспечивающим минимальные и близкие к минимальным затраты времени на передвижение.

На основании информации о нагрузках на участках маршрутной сети для каждого интервала времени за пиковый период оцениваются колебания потоков пассажиров во времени путем определения коэффициентов неравномерности пассажиропотоков и их отклонения от единицы.

Рассматриваемая выше модель формирования пассажиропотоков может быть использована для рассредоточения времени начала работы предприятий в городах и позволяет проводить снижение неравномерностей пассажиропотоков только на наиболее загруженных магистралях. Она была использована для проведения рассредоточения начала работы предприятий и организаций в г. Харькове, позволившее снизить отклонение коэффициента неравномерности пассажиропотоков от единицы с 1.47 до 1.34. Дальнейшее совершенствование технологии перевозок пассажиров в пиковые периоды можно осуществить за счет формирования режимов движения транспортных средств.

Для того, чтобы организовать перевозку пассажиров на каждом звене маршрута в каждый интервал времени, необходимо, чтобы по данному звену в данный интервал времени проследовало количество автобусов, определяемое следующим образом:

$$A_{n_1 n_2, \Delta T_z} = F_{n_1 n_2, \Delta T_z} / v_{n_1} \quad , \quad (6)$$

где $A_{n_1 n_2, \Delta T_z}$ - количество автобусов, необходимое для пе-

перевозки пассажиров на звене $n_1 - n_2$ в x -й интервал времени ΔT , ед.: q_n - номинальная вместимость автобуса, пасс.; $F_{n_1 n_2, \Delta T}$ - значение пассажиропотока на звене $n_1 - n_2$ в x -й интервал времени ΔT .

Определив по зависимости (Б) для каждого интервала времени потребное количество автобусов для каждого звена, возможно определить время начала движения каждого автобуса по звену, обеспечивающее его прохождение по всему звену за величину интервала, времени, и время отправления с конечного пункта маршрута, при котором он преследует соответствующий участок в соответствующий интервал времени.

После определения времени выезда всех транспортных средств для каждого звена с конечного пункта имеет место информация, позволяющая выявить, с учетом времени оборота, расписание движения автобусов по маршруту.

Для оценки целесообразности применения дифференцированного расписания по данной методике было разработано расписание движения автобусов на маршруте N 55 г. Харькова и проведено сравнение времени ожидания пассажиров при движении автобусов по данному расписанию и при их работе в соответствии с расписанием, обеспечивающим равноинтервальное движение транспортных средств.

По потребному количеству автобусов для перевозки пассажиров оба варианта равноценны. Сравнение величины времени ожидания пассажиров для обоих вариантов проводилось с использованием имитационной модели движения автобусов по маршруту. Результаты расчетов показали, что использование дифференцированного расписания движения позволяет снизить вероятность отказа пассажирам в посадке с 0.33 до 0.12 и время ожидания с 14379 до 8181 мин.

Таким образом, без привлечения дополнительных капитальных вложений, только за счет изменения режимов движения автобусов по маршруту, возможно уменьшить время ожидания.

Практическая проверка экономической эффективности предложенных методик снижения времени ожидания осуществлялась при рассредоточении времени начала работы предприятия и организаций в городах Харьков и Шостка, и при совершенствовании маршрутной системы г. Харькова, что позволило получить годовой экономический эффект в размере 212,02 тыс. руб. в ценах 1991 г.

ВЫВОДЫ

1. Предложенная математическая модель определения вероятности отказа пассажирам в посадке позволяет оценить среднее время ожидания пассажирами автобусов, с учетом стохастического характера подхода пассажиров к остановочным пунктам и движения автобусов на маршрутах. Это позволяет прогнозировать время ожидания пассажирами автобусов при различном соотношении спроса и предложения на маршруте.

2. Проведенные исследования позволили установить закономерности функционального влияния параметров трассы перегона маршрута, транспортного потока на перегоне и транспортного средства на среднюю скорость движения автобусов на перегоне маршрута и ее среднеквадратическое отклонение, а также взаимосвязь между величиной пассажирообмена остановочного пункта, характеристиками транспортного средства и временем простоя автобусов на остановках. Кроме того, выявлено, что изменение фактической скорости движения автобусов на перегоне маршрута, возможно описать нормальным законом распределения вне зависимости от значения коэффициента использования вместимости.

3. Разработанная имитационная модель движения автобусов по маршруту позволяет оценить влияние параметров перевозки на

времени, затрачиваемое пассажирами на ожидание транспортных средств на остановочных пунктах, вероятность отказа пассажиров в посадке, скорость сообщения, значение динамического коэффициента использования вместимости автобусов. Выявлено, что значительное влияние на указанные параметры оказывает процесс "сдвигания", без учета которого можно сделать не совсем верные выводы об использовании того или иного метода совершенствования перевозок пассажиров.

4. Проведенные исследования свидетельствуют, что уменьшение вместимости автобусов, работающих на маршруте, при постоянном количестве предоставляемых пассажиромест, не всегда приводит к уменьшению суммарного и среднего времени ожидания пассажирами автобусов. Полученные в результате исследований закономерности позволяют выбрать рациональное количество и вместимость автобусов на маршрутах, использование которых позволяет снизить время ожидания пассажирами автобусов на 4-6 % по сравнению со значением этого времени при используемых в настоящее время количестве и вместимости транспортных средств на маршрутах.

5. Выявленные закономерности влияния неравномерности пассажиропотоков на время ожидания пассажирами автобусов позволяют определить локальные критерии, заключающиеся в минимизации отклонения от единицы коэффициентов неравномерности указанных потоков, достижение которых позволяет снизить время ожидания.

6. Разработанная модель расчета пассажиропотоков на участках маршрутной сети позволяет оценить неравномерности потоков пассажиров во времени и может быть использована для расщелочения времени начала работы предприятий и организация в городах, а также для составления расписания движения транспортных средств, позволяющего регулировать интенсивности их движения в зависимости от колебания потоков пассажиров. Ис-

пользование указанных мероприятий позволяет снизить до 30% время ожидания пассажирами автобусов при неизменном их количестве, работающих на маршрутах города.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих работах :

1. Давидич Ю. А., Доля В.К., Нефедов Н.А., Серых Н.Д. Об одной математической модели определения оптимального количества автобусов на городских маршрутах. - Рукоп. депон. в УкрНИИИТИ 27.07.88, № 498-Ук87. - 4с.

2. Давидич Ю. А., Доля В.К., Нефедов Н.А., Серых Н.Д., Определение вероятности отказа пассажирам в поездке на городских автобусных маршрутах. Совершенствование экономической работы на автотранспорте. Межвуз. научн. сб. / Саратов. политехн. институт. Саратов, 1987. - с. 43 - 45.

3. Давидич Ю. А., Доля В.К. Рассредоточение времени начала работы предприятий и организация в городе Харькове. - М., 1989. - с. 54-68. (Передовой произв. опыт и научн - техн. достижения, рекомендуемые для внедрения на автомоб. трансп. Сер. Вопросы автомоб. перевозок: Информ. сборник / М-во автомоб. трансп. РСФСР. ЦБНТИ; Вып. 1.).

4. Давидич Ю. А., Доля В.К. Повышение качества обслуживания пассажиров путем рассредоточения времени начала работы предприятий и организация. Технический прогресс на автомобильном транспорте. (Тезисы докладов научно - технической конференции) - Алма-Ата, 1989. - с. 34 - 35.

5. Давидич Ю. А., Доля В.К. О рассредоточении времени начала работы в крупных городах. Применение математических средств и вычислительной техники к задачам автомобильного транспорта. (Тезисы докладов региональной научно - технической конференции) - Волгоград, 1989. - с. 38 - 40.

6. Давидич Ю. А., Доля В. К. О составлении дифференцированного расписания движения транспортных средств на маршрутах городского пассажирского транспорта в утренний период "пик". Повышение эффективности транспортного комплекса. (Тезисы докладов областной научно - практической конференции) - Омск, 1989. - с. 118 - 119.

7. Давидич Ю. А., Нефедов Н. А., Серых Н. Д. Оценка вероятности отказа пассажиров в посадке на маршрутах городского пассажирского транспорта. Пути интенсификации работы автомобильного транспорта. Межвуз. научн. сб. / Саратов. политехн. институт. Саратов, 1989. - с. 88 - 92.

8. Давидич Ю. А. Совершенствование организации перевозок пассажиров в утренний период "пик". - Автомобильный транспорт: Респ. межвед. Научн. - техн. сб., вып. 27, 1990. - с. 16 - 18.

9. Давидич Ю. А. О рациональном формировании режимов движения подвижных единиц на маршруте городского пассажирского транспорта. Достижения ученых - народному хозяйству. (Тезисы докладов областной конференции) - Харьков, 1990, с. 333 - 334.

Подписано к печати 18.02.93г.

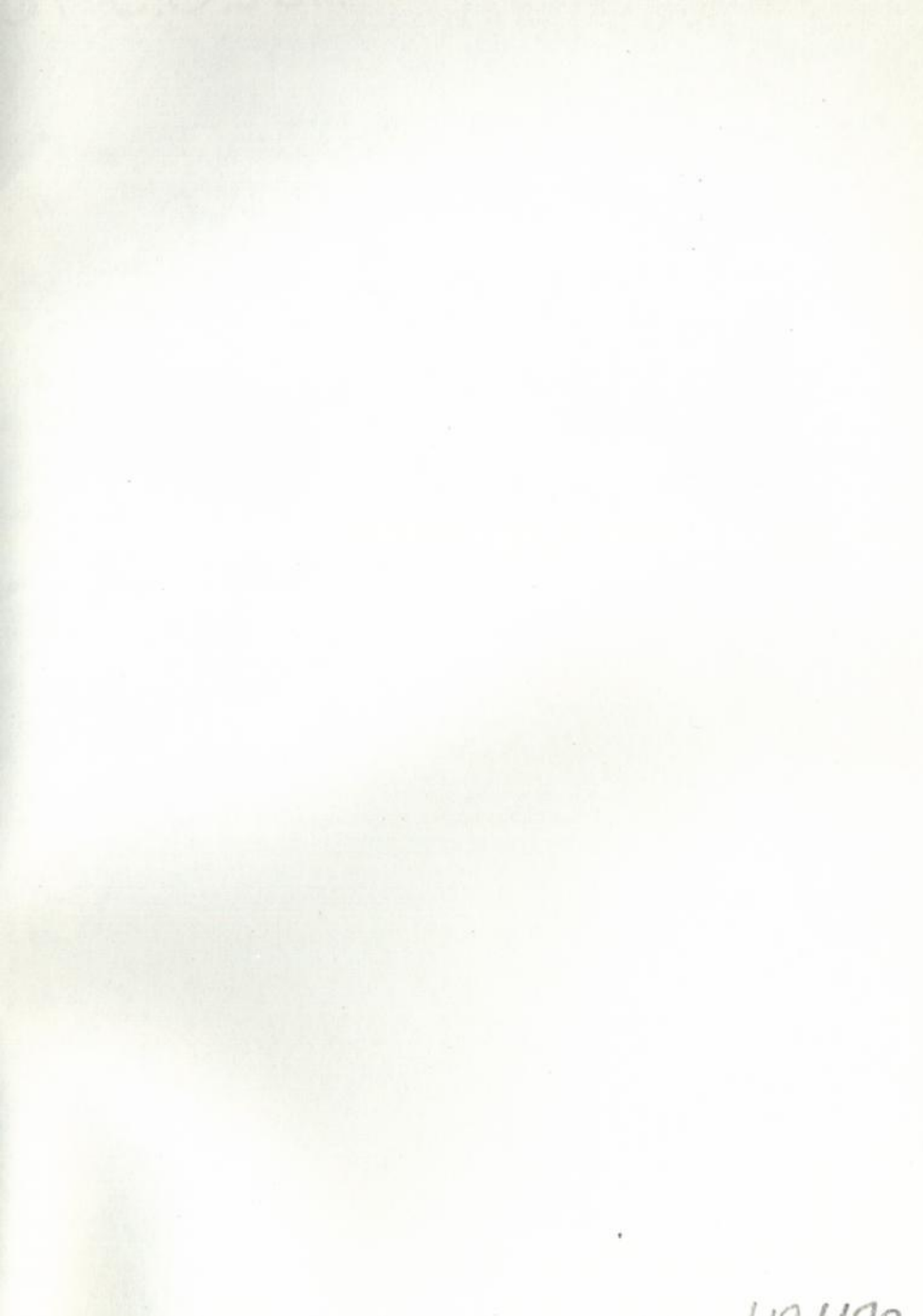
Объем 1,5 печ.л. Уч. - изд.л. 1,25

Формат бумаги 60 x 84

Тираж 100 экз.

Зак. 240

Типография ХВВКИУРБ, ул. Сумская 77/79



Ab 26.948

Ab 26.948