

ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ ЛЕНИНГРАДСКИЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ В.И.УЛЬЯНОВА/ЛЕНИНА/

На правах рукописи

Ярошевич Анатолий Васильевич

АВТОМАТИЗАЦИЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ВНУТРИГОРОДСКИХ
ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Специальность: 05.13.05 -Автоматизированные системы
переработки информации и управления

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ 1992

Работа выполнена в Минском радиотехническом институте
Научный руководитель -
доктор технических наук, профессор Смирнов А.Н.

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор Олейников В.А.
кандидат технических наук, доцент Тисейко В.Н.

Ведущее предприятие - Государственный научно-исследовательский
проектно-технологический институт ТО СВТ (г.Минск, Белорус-
ское объединение вычислительной техники и информатики)

Защита состоится " ____ " _____ 1992 г. в ____ час.
на заседании специализированного Совета К 063.36.03 Ленинградского
электротехнического института по адресу: 197376, г.Санкт-Петербург,
ул.проф.Попова 5

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института
Автореферат разослан " ____ " _____ 1992г.

Ученый секретарь
специализированного Совета

Кутузов О.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

В условиях, когда интензивный путь развития экономики становится важнейшим фактором роста благосостояния общества, особое значение приобретает совершенствование структур управления. Сложность хозяйственного механизма, расширение связей и интеграция различных отраслей экономики требуют строгого научного обоснования планово-управленческих решений с применением экономико-математических методов, системного анализа, вычислительной техники.

В основных направлениях экономического и социального развития страны на 1986-90 годы и на период до 2000 года указано, что внедрение автоматизированных систем в различные сферы хозяйственной деятельности является важным направлением решения ключевой политической и хозяйственной задачи - всемерного ускорения научно-технического прогресса. Эта задача особенно актуальна в сфере, непосредственно оказывающей услуги человеку, в городском пассажирском транспорте.

Работа городского пассажирского транспорта характеризуется значительным возрастанием объема перевозок пассажиров, опережающим рост численности городского населения. В 1978 году по сравнению с 1970 годом объем перевозок увеличился на 34,9% при росте численности городского населения на 17,7%. По прогнозам на 1990 год объем перевозок увеличился на 78...83% при росте численности на 44%. Значительное увеличение объема перевозок и задача улучшения качества при ограниченных трудовых и материальных ресурсах выдвигают совершенствование управления одним из основных направлений решения поставленных задач.

Тема работы относится к уровню календарного планирования в управлении внутригородскими пассажирскими перевозками. Необходимость автоматизации календарного планирования вызвана следующими основными причинами. Во-первых, для принятия обоснованных решений необходимо использовать большие объемы исходной информации (сведения о пассажиропотоках, условиях движения транспортных единиц на маршрутах, возможностях транспортных предприятий и т.д.). Первичная информация о пассажиропотоках города с миллионным населением только для городских автобусов составляет 750000...1000000 единиц. Во-вторых, изменения пассажиропотоков и воздействия окружающей среды имеют случайный характер.

В третьих, процедуры принятия управленческих решений сложны и основываются на методах математического программирования, теории расписаний, систем массового обслуживания. Управление внутригородскими пассажирскими перевозками требует участия специалистов высокой квалификации.

Обсуждаемой проблеме посвящено значительное количество работ советских и зарубежных ученых Артынова А.П., Бакаева А.А., Блатнова М.Д., Варелопуло Г.А., Крупникэва В.Ш.

Традиционные модели календарного планирования производства не могут использоваться в управлении городским пассажирским транспортом. Представляемая в работе модель предназначена для согласования во времени графиков пассажирского спроса с графиками движения транспортных единиц на маршрутах и является специфической моделью календарного планирования. В отличие от известных моделей составления расписаний, разработанная модель охватывает все этапы оперативного управления от получения данных о пассажиропотоках до формирования графиков движения и позволяет учесть перераспределение пассажиропотоков при изменении числа транспортных единиц на маршрутах.

Настоящая диссертационная работа выполнена в соответствии с комплексной программой развития транспорта в рамках хозяйственных НИР и договоров о научно-техническом сотрудничестве Минского радиотехнического института с производственно-техническим объединением "АВТОТРАНССИСТЕМА" Минавтотранса Белоруссии.

Цель и задачи работы:

Разработать технологическую информационную модель и математические методы для автоматизации календарного планирования на примере внутригородских пассажирских перевозок.

В соответствии с указанной целью в работе поставлены и решены следующие задачи.

1. Разработана технологическая информационная модель, позволяющая перейти от задачи большой размерности, не имеющей приемлемых методов решения, к последовательности ряда задач, для которых предложены реализуемые на практике модели принятых решений.

2. Разработана система математических моделей, обеспечивающих приближенные к оптимальным значения не используемого ранее интегрального критерия оценки качества транспортного обслуживания пассажиров, отличающаяся возможностью учета перераспределения пассажиропотоков между маршрутами.

3. Предложен метод расчета межстаночных пассажирских корреспонденций, отличающийся большей точностью и позволяющий автоматизировать сбор исходных данных.

Методы исследования.

При разработке и исследовании модели и методов календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок использованы методы теории массового обслуживания, целочисленного программирования, математической статистики, декомпозиции, теории комбинаторных алгоритмов.

Научная новизна работы.

1. Разработана новая модель календарного планирования на примере внутригородских пассажирских перевозок на основе концепции технологической информационно-математической модели с использованием известного принципа декомпозиции.

2. Разработана система математических моделей, обеспечивающих принятие управленческих решений по новому интегральному критерию оценки качества транспортного обслуживания пассажиров и отличающаяся учетом перераспределения пассажиропотоков между маршрутами.

3. Разработан метод и алгоритмы расчета межстаночных пассажирских корреспонденций, позволяющий повысить точность расчета по сравнению с существующими методами при использовании автоматизированных способов обследования пассажиропотоков.

Достоверность основных положений и результатов подтверждается практическими расчетами по созданным в работе программам в ряде транспортных организаций, корректным применением математического аппарата и аргументацией сделанных допущений, сравнением разработанных моделей с существующими методами формирования графиков движения транспортных единиц по маршрутам.

Практическая ценность работы заключается в том, что разработаны инженерные методики и алгоритмы автоматизации календарного планирования для внутригородских пассажирских перевозок.

Практическая ценность подтверждается следующим.

1. Внедрением алгоритмов в ЦТО "АВТОТРАНССИСТЕМА" г.Минск.

2. Использованием некоторых результатов работы в научно-исследовательских работах кафедры АСУ Минского радиотехнического института.

3. Использованием результатов в качестве учебного материала в пробном курсе лекций и практических занятий по кафедре АСУ.

4. Опубликованием основных результатов работы.

Реализация результатов работы.

Результаты диссертационной работы внедрены в производственно-техническом объединении "АВТОТРАНССИСТЕМА" Минавтотранса Белоруссии для формирования информационного обеспечения и расчета матриц межостановочных корреспонденций при автоматизации календарного планирования. Годовой экономический эффект составляет 52 тысячи рублей.

Апробация работы.

Результаты работы докладывались автором и обсуждались на двух Республиканских научно-технических конференциях (г.Могилев, октябрь 1981 г., г.Минск, апрель 1982 г.), на Ленинградском городском научно-техническом семинаре "Проблемы построения АСУ" (ЛЭТИ, апрель 1986 г.), на научно-технических конференциях преподавателей, аспирантов и сотрудников Минского радиотехнического института в 1980-82 годах и Брестского политехнического института в 1983-86 годах.

Публикации.

По материалам диссертации опубликовано семь печатных работ.

Объем и структура работы.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения и четырех приложений. Основная часть работы изложена на 123 страницах машинописного текста, работа содержит 25 рисунков.

Список литературы включает 138 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и рассмотрены задачи научного исследования, приведены данные апробации работы и внедрения.

Первый раздел посвящен анализу и оценке состояния проблемы, на основе которых очерчен круг задач, подлежащих решению и намечены пути решения этих задач.

Требования к моделям календарного планирования сформулированы на основе анализа городского пассажирского транспорта как сложной системы. Этап макропроектирования при автоматизации календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок показал следующее:

- явная формулировка задачи приводит к большой размерности, задача не имеет приемлемых методов решения;
- попытки упростить задачу приводят к игнорированию важнейших параметров системы;

- решение лежит на пути декомпозиции, однако задача до сих пор не была решена.

Проведен анализ используемых при управлении внутригородскими пассажирскими перевозками критериев оценки эффективности. Этот анализ показал, что:

- выбор критерия затруднен социальным характером системы и большим многообразием экономических оценок различных сторон деятельности транспорта;
- для моделей автоматизация календарного планирования необходим новый критерий, сочетающий учет интересов пассажиров и транспортных предприятий.

На основе анализа разработанных математических моделей для управления городским пассажирским транспортом, отмечено следующее. Сложность, случайный характер процессов в системе, ограниченное время для принятия решений обуславливают моделирование с использованием ЭВМ как единственный метод, позволяющий решать задачи управления транспортом. Разработанные модели, как правило, ориентированы на решение задач одного из следующих классов: проектирование структуры и ресурсов системы, календарное планирование и оперативное управление. Наиболее распространены в нашей стране и за рубежом математические модели проектирования маршрутных схем. Ведется интенсивная разработка моделей календарного планирования (составление графиков движения и расписаний). Развитие моделей оперативного управления находится в начальной стадии. Основным направлением в разработке автоматизированных систем управления является создание комплексов простых и понятных пользователям моделей.

Анализ показал, что методы классической задачи календарного планирования производства для исследуемой системы непригодны.

На основе проведенного анализа сформулирована основная задача при автоматизации календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок. Необходимо разработать комплекс согласованных математических моделей для получения графиков движения транспортных единиц по маршрутной сети города, обеспечивающих удовлетворение потребностей пассажиров в перевозках при минимальных затратах транспортных предприятий и городских структур.

Конкретным специфическим для внутригородских пассажирских перевозок является требование учета перераспределения пассажиропотоков между маршрутами при изменении интервала движения транспортных единиц, которое в применяемых до сих пор моделях не удовлетворено.

Анализ методов обеспечения автоматизации календарного планирования пассажирских перевозок достоверной информацией показал, что:

- структуры данных и методы сбора информации коренным образом отличается от традиционных в календарном планировании с одной стороны привязкой по времени и на маршрутной сети, с другой стороны большим объемом и затратами на их получение;

- наиболее приемлемым с точки зрения полноты данных, их точности и затрат на получение являются табличные методы обследования пассажиропотоков, дающие информацию о числе вошедших по остановкам маршрутов пассажиров;

- задача состоит в повышении точности расчетных методов получения матриц межостановочных корреспонденций по данным "вошло-вышло" путем уточнения предложений о предпочтениях пассажиров при выборе путей следования и построении на этой основе практических вычислительных алгоритмов.

Обоснованы пути решения перечисленных выше проблем:

- обобщение структуры ресурсов и технологических процессов для построения общей информационной модели календарного планирования городского пассажирского транспорта;

- декомпозиция общей задачи на ряд задач достаточной для получения решения размерности;

- выбор критерия эффективности, свободного от издержек стоимостных оценок и учитывающего интересы пассажиров с одной стороны и транспортных предприятий с другой;

- учет перераспределения пассажиропотоков между маршрутами при построении комплекса согласованных математических моделей календарного планирования;

- уточнение расчетных методов получения данных о пассажиропотоках.

Целью автоматизации календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок является получение графиков движения транспортных единиц по маршрутной сети города.

Поставленная цель достигается в настоящей работе формулировкой и решением трех основных задач.

1. Разработка технологической информационной модели календарного планирования, позволяющей перейти от задачи большой размерности к последовательности ряда задач, для которых предложены реализуемые на практике модели принятия решений,

2. Разработка системы математических моделей, обеспечивающей приближенные к оптимальным значениям интегрального критерия оценки качества пассажирских перевозок, отличающейся учетом перераспределения пассажиропотоков между маршрутами.

3. Разработка метода и вычислительного алгоритма расчета межстаночных пассажирских корреспонденций, отличающегося большей точностью при наличии возможности автоматизированного сбора данных.

Во втором разделе исследованы особенности и произведена декомпозиция модели календарного планирования пассажирских перевозок.

Путем обобщения, исследования и декомпозиции задачи календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок через анализ структуры ресурсов и технологических процессов осуществлена постановка задачи автоматизации управления и показано ее отличие от традиционной задачи календарного планирования производства. С использованием основных принципов декомпозиции сложных систем разработана технологическая информационная модель, являющаяся основой для создания математических моделей. Ориентировка на поиск оптимальных или близких к ним решений в каждой из выделенных частных моделей произведена формулировкой критериев оценки эффективности системы, полученных на основе построения дерева целей. Путем свертки ряд критериев сведен к более общим интегральным оценкам. Выбор критериев предваряет декомпозицию задачи, т.к. требование удовлетворения выбранному критерию оказывает влияние на процесс декомпозиции.

Процесс разработки технологической информационной модели имеет итерационный характер. Полученные путем декомпозиции промежуточные функции переработки информации и наборы информационных данных неизбежно уточняются при разработке математических и программных моделей. Во втором разделе приведена технологическая модель для разработки автоматизированной системы. Указаны основные предпосылки декомпозиции для выделения блока переработки информации и основные допущения, принятые при разработке модели. Выделены массивы данных, циркулирующие по информационным связям между блоками переработки информации. Сформулированы в общем виде связи информационных данных каждого блока и функции, выполняемые каждым из блоков.

Анализ соотношений между параметрами элементов изучаемой системы позволяет выделить следующее:

- состояние и процессы системы нельзя представить в виде ряда функциональных зависимостей, связывающих параметры элементов;

- система описывается некоторым функционалом, определяемым комбинацией параметров элементов;

- влияние параметров на состояние системы как правило является нелинейным;
- ряд параметров принимает набор дискретных значений;
- основные параметры элементов непрерывно изменяются во времени;
- число значений дискретных параметров велико, т.е. задача имеет большую размерность;
- большинство зависимостей параметров не имеет аналитического описания.

Задача составления графиков движения в такой системе может быть решена только путем декомпозиции. Декомпозиция глобальной модели на ряд частных осуществляется на основе следующих допущений:

- линеаризация зависимостей;
- отбрасывание несущественных связей;
- понижение размерности задачи.

Кроме указанных допущений в основу декомпозиции положены соображения по возможности подтверждения адекватности модели, по необходимости введения точек диалога для проверки реальности промежуточных результатов и учета неформализуемых факторов, по возможности использования существующих математических моделей, алгоритмов и программ для расчета, оценки и выбора промежуточных параметров.

В результате декомпозиции для составления графиков движения выделено шесть математических моделей, соответствующих шести блокам переработки информации технологической информационной модели.

Основные функции, выполняемые блоками переработки информации.

В блоке В1 определяется среднее значение и среднеквадратичное отклонение времени кругорейса t . Входная информация:

- m - граф маршрута;
- d - условия движения на перегонах маршрута;
- τ - посадочные характеристики остановочных пунктов;
- v - скоростные характеристики транспортных единиц;
- ℓ - усредненная интенсивность пассажиропотоков;
- ω - сетевой интеграл движения транспортных единиц всех маршрутов по остановочным пунктам.

$$t = t(m, d, \tau, \ell, v, \omega).$$

В блоке В2 определяется требуемое для обеспечения перевозок на маршруте число транспортных единиц N^r . Этот параметр определяется на основе:

- t - времени кругорейса, полученном в В1;
 \bar{e} - среднего значения вместимости транспортной единицы;
 w - набора возможных режимов работы водительских бригад;
 $a_i(t)$ - числа вошедших на каждом остановочном пункте пассажиров;
 $b_j(t)$ - числа вышедших на каждом остановочном пункте пассажиров.

$$n^T = n^T(t, \bar{e}, w, a_i(t), b_j(t)).$$

В блоке В3 производится распределение фонда транспортных единиц всех транспортных предприятий по маршрутам. Исходными данными для решения данной задачи являются:

- n^T - потребность в транспортных единицах на маршрутах, получаемая в блоке В2;
 N - фонд транспортных единиц всех транспортных предприятий;
 t_{max} - максимально допустимый интервал движения транспортных единиц на маршруте;
 e - нормативная вместимость транспортной единицы;
 a_i, b_j - данные о пассажиропотоках на маршруте.

Число транспортных единиц, выделяемых на маршрут

$$n = n(n^T, N, t_{max}, e, a_i, b_j).$$

При реализации функции блока В3 предусмотрена точка диалога Д1. В этой точке предварительное решение по распределению транспортных единиц на маршруты n^* оценивается человеком. При необходимости лица, принимающие решение вносят коррективы в решение Δn^* .

В блоке В4 осуществляется закрепление маршрутов за транспортными предприятиями, т.е. назначение каждой транспортной единице каждого предприятия конкретного маршрута для работы. Исходными данными для расчета являются:

- n^m - число транспортных единиц, выделенных для работы на маршруте;
 t_m^k - время холостого пробега транспортной единицы от транспортного предприятия K на маршрут m ;
 n_q^k - число транспортных единиц типа q вместимостью e k -го транспортного предприятия.

Число транспортных единиц q -го типа k -го транспортного предприятия, закрепленных за маршрутом m .

$$n_q^{mk} = n_q^{mk}(n^m, t_m^k, n_q^k).$$

Предварительно определенное число транспортных единиц n_q^{mk}

визуализируется лицами, принимающими решение в точке диалога Д2 и при необходимости корректируется на величину Δn^{mq} .

В блоке В5 определяются режимы работы транспортных единиц на маршруте. Режимы определяются на основе:

- $\sum n^{mq}$ - фактическое выделение транспортных единиц на маршрут;
- e - фактическая вместимость транспортной единицы;
- α_i, β_j - потребности в перевозках на маршруте;
- w - режимы работы водительских бригад, которые могут быть использованы;
- t - время кругорейса.

Режимы работы задаются матрицей (2.6). Элементы матрицы

$$p_{ij} = p_{ij}(n^{mq}, e, t_{max}, \alpha_i, \beta_j, w, t).$$

В блоке В6 составляется собственно график движения, т.е. определяется время выхода транспортной единицы в каждый рейс, прохождения контрольных пунктов маршрута, начала и окончания отстоя и обеденных перерывов, окончания работы на маршруте. Исходными данными для расчета являются:

- p_{ij} - режимы работы транспортных единиц;
- t - время кругорейса;
- m - граф маршрута;
- h - вспомогательные параметры для составления расписания.

Контрольные моменты времени в работе транспортной единицы на маршруте

$$t_{ij}^k = t_{ij}^k(p_{ij}^k, t, m, h).$$

Выделение на основе технологической информационной модели частные задачи и выбранные критерии оценки эффективности являются базой для построения математических моделей и алгоритмов автоматизации календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок.

Разработанные в третьем разделе математические модели и алгоритмы реализуют функции блоков переработки информации технологической информационной модели. Информационная модель содержит лишь указания о структуре проектируемой системы. Блоки переработки информации представлены в виде "черных ящиков" с обозначением входных и выходных параметров и функций, выполняемых блоками. Математические модели наполняют их конкретным содержанием, формируют способы преобразования информации.

Описание каждой из разработанных моделей приводится по следующей схеме:

II

- ограничения на входные и выходные параметры;
- требования к модели;
- приняты при разработке допущения и ограничения;
- обоснование выбора критерия эффективности выполнения функций блока;
- описание модели;
- анализ адекватности модели.

В разделе решена проблема сопряжения разработанных моделей с существующим алгоритмом формализации функций собственно составления графиков движения транспортных единиц, а так же исследованы оптимальность и адекватность всего комплекса моделей.

Существо разработанных моделей следующее.

VI - нормирование времени кругорейса. Под нормированием времени кругорейса понимается определение продолжительности движения транспортной единицы по маршруту и интервалов между прохождением пунктов контроля регулярности движения.

Задача решается методом непосредственной имитации процесса движения транспортной единицы по маршруту. Имитационная модель позволяет получить среднеквадратное отклонение времени кругорейса. Закон распределения времени кругорейса является нормальным. В диссертации разработан алгоритм моделирования с шагом до следующего события и правило остановки, основанное на определении репрезентативности выборки нормального распределения. Отдельные ситуации описываются как созданными другими авторами и проверенными ранее, так и разработанными в диссертации моделями. Имитационная модель является достаточно простой и пригодна для промышленной эксплуатации.

B2 - определение потребности маршрута в транспортных единицах производится на основе графиков пассажирского спроса. Сущность модели в алгоритме покрытия графика пассажирского спроса величиной удовлетворения потребности одной транспортной единицей с определенным режимом работы на маршруте. Простой перебор вариантов покрытия требует пересмотров порядка 10^{20} вариантов. В диссертации разработан алгоритм, позволяющий найти рациональное решение эвристическим путем по критерию отсутствия отказов в поездках при минимальном числе холостых (недогруженных) рейсов. Модель позволяет использовать реальные режимы работы транспортных единиц в отличие от среднего времени работы на маршруте и имеет приемлемое время при реализации на ЭВМ.

В3 – распределение фонда транспортных единиц по маршрутам производится с учетом определенной в предыдущем блоке потребности с учетом наполнения транспортной единицы и приоритета маршрута. Сущность модели в том, чтобы привести определяемый здесь интегральный критерий оценки эффективности для всех маршрутов в область допустимых решений и обеспечить возможно близкое к оптимальному значению критерия.

В случае невозможности приведения всех маршрутов в область допустимых значений критерия предусмотрена точка диалога с лицом, принимающим решения для выбора пути дальнейшего решения задачи. Блок В3 несет основную нагрузку содержания модели в целом, т.е. в нем учитывается перераспределение пассажиропотоков между маршрутами.

В4 – закрепление маршрутов за транспортными предприятиями по критерию минимума пробегов транспортных единиц от транспортных предприятий до маршрутов. Модель учитывает ограничения по потребности в транспортных единицах, по наличию транспортных единиц различной вместимости и по ограничениям на назначение на маршрут из-за формальных причин (например правила дорожного движения). Модель удалось сформулировать как линейную задачу целочисленного программирования, решение которой на ЭВМ не представляет затруднений.

В5 – определение режима работы транспортных единиц на маршрутах заключается в покрытии пассажирского спроса величиной удовлетворения потребности выделенными на маршрут транспортными единицами. Критерием согласования пассажирского спроса и удовлетворения потребности является минимум холостых (недогруженных) рейсов. Выходными параметрами модели являются время выхода транспортной единицы на линию, периоды отстоя, обеденных перерывов и время снятия транспортной единицы с маршрута, которые используются алгоритмом Управления пассажирского транспорта Мосгорисполкома для формирования собственно графика движения.

На базе методов теории массового обслуживания, имитационного моделирования, целочисленного программирования, математической статистики и эвристических алгоритмов разработан комплекс согласованных математических моделей принятия решений при календарном планировании внутригородских пассажирских перевозок.

В отличие от известных, разработанные модели позволяют учитывать изменения интенсивности пассажиропотоков на маршрутной сети в целом за счет перераспределения их на соприкасающихся

участках маршрутов и отличаются большей точностью и полнотой учета входных параметров.

Адекватность согласования графиков пассажирского спроса с графиками работы транспортных единиц на маршрутах подтверждается корректным применением математических методов и аргументацией сделанных допущений, практически созданными алгоритмами, а так же косвенно сравнением разработанных моделей с существующими методами формирования графиков движения транспортных единиц.

Разработанные модели доведены до практических алгоритмов для составления программы календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок.

В четвертом разделе выполнена разработка и исследование методов, алгоритмов и программ формирования информационной базы календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок.

Решению задачи повышения точности расчетных методов получения элементов матрицы корреспонденций на основе гипотезы о предпочтениях пассажиров при выборе остановки выхода и использованием дополнительных сведений, содержащихся в материалах обследования, посвящена первая часть данного раздела.

Сформулированная в диссертации на основе принципа максимума энтропийной модели расчета матрицы является приемлемой с точки зрения отражения смыслового содержания задачи. Однако, она не может использоваться для получения исходных данных при планировании работы транспорта в такой сложной системе, какой является пассажирский транспорт большого города из-за чрезмерно больших затрат машинного времени ЭВМ на решение задачи.

Целевая функция является нелинейной выпуклой, решение подобных задач нелинейного программирования требует значительных затрат машинного времени ЭВМ.

Одномерность графа маршрута и направлений от начала к концу порядок входа, выхода и проезда пассажиров позволяет получить на основе гипотезы о распределении вероятностей выхода с математическим ожиданием средней дальности поездки вычислительной алгоритм, экономный по затратам времени для машинного решения.

Идея алгоритма заключается в том, что количество пассажиров i -ой остановки, вышедших на j -ой из общего числа пассажиров i -ой остановки, подбравших к j -ой пропорционально вероятности P_{ij} выхода пассажира i -ой остановки на j -ой остановке. Вероятность P_{ij} в данном случае трактуется как вероятность того, что пассажир i -ой остановки вышел при проезде от i -ой до $j+1$ -ой остановки, то есть P_{ij} имеет смысл интегральной функции.

Математическая модель основана на гипотезе, отражающей содержательную постановку задачи и реализуется достаточно простым и экономным по затратам машинного времени алгоритмом, что позволяет считать ее наиболее приемлемой для использования в автоматизированной системе календарного планирования городского пассажирского транспорта.

Вторая часть данного раздела посвящена разработке метода выбора способа хранения данных, обеспечивающего минимизацию суммарного времени поиска информации для условий конкретного программного обеспечения.

Как правило, существует несколько вариантов организации набора данных, определяемых признаком сортировки, способом задания структуры объекта управления и т.п. Примером объекта, имеющего несколько альтернативных вариантов представления структуры, может служить городской пассажирский транспорт. Маршрутная сеть, являющаяся основной структурой городского пассажирского транспорта, может задаваться перечнем маршрутов с указанием остановок, перечнем остановок с указанием проходящих маршрутов, перечнем пересечений маршрутной сети. Методы обследования пассажиропотоков дают информацию по рейсам транспортных единиц, по остановкам маршрутной сети, по расположению транспортных единиц на перекрестках. Интуитивный выбор способа хранения наборов данных не обеспечивает оптимальность информационного обеспечения АСУ по критерию минимума времени обработки данных.

Предложен метод выбора варианта организации наборов данных, обеспечивающий оптимальность по времени поиска записей. Метод основан на построении графа связей информационных массивов.

Разработан алгоритм отыскания способа представления записей в наборах данных, базирующийся на идее метода ветвей и границ. Основой для построения алгоритма служит граф информационного обеспечения, структура которого задается матрицей инцидентности вершин.

Установлено, что существующие системы управления базами данных не пригодны для формирования информационного обеспечения автоматизации календарного планирования внутригородских пассажирских перевозок. Разработанный на ПЛ/1 в ОС БС комплекс программных модулей обеспечивает не только формирование информационной базы для автоматизации календарного планирования, но и решение ряда учетных задач в практике управления городским пассажирским транспортом.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В диссертационной работе поставлена и решена новая научная задача автоматизации календарного планирования для внутригородских пассажирских перевозок. Основные результаты работы состоят в следующем.

1. На основе опыта проектных и научных организаций страны и разработок ведущих зарубежных фирм показано, что:

- методы классической задачи календарного планирования производства для автоматизации управления пассажирскими перевозками не пригодны из-за коренных структурных отличий в системе;
- полная формулировка задачи приводит к большой размерности и не имеет приемлемых методов решения;
- решение находится декомпозицией общей задачи на ряд задач меньшей размерности путем обобщения структуры ресурсов и технологических процессов и построения общей информационной модели;
- особую роль в автоматизации календарного планирования играют методы обеспечения полной и достоверной информацией.

2. Путем декомпозиции сформулированной новой задачи автоматизации календарного планирования для внутригородских пассажирских перевозок разработана технологическая информационная модель, позволяющая перейти от задачи большой размерности к последовательности ряда задач.

3. Разработан комплекс согласованных математических моделей принятия решений при календарном планировании городских пассажирских перевозок. В отличие от известных, разработанные модели позволяют учитывать изменения интенсивности пассажиропотоков на маршрутной сети в целом за счет перераспределения их на соприкасающихся участках маршрутов и отличаются большей точностью и полнотой учета входных параметров.

4. Разработаны методы обеспечения автоматизации календарного планирования полной и достоверной информацией в тех аспектах:

- повышена точность расчета элементов матрицы межостановочных корреспонденций на основе новой гипотезы о предпочтениях пассажиров при выборе остановки выхода.
- разработан метод выбора структуры записей в наборах данных, позволяющий найти оптимальное решение по критерию минимума затрат на поиск записей.
- обоснована необходимость и разработаны программные средства для формирования информационной базы на машинных носителях.

Все поставленные в соответствии с целью диссертационной работы задачи решены.

Результаты работы внедрены в производственно-техническом объединении "Автотранссистема" г.Минск с экономическим эффектом 52 тыс. руб. в год.

Опубликованные работы по теме диссертации.

1. Смольников Л.П., Ярошевич А.В. Выбор способа организации наборов данных на основе графа структуры информации его обеспечения. //Автомат. и выч. техника./ -Минск, : Высшая школа, 1982. -Вып.12. -с.60-68. п

2. Ярошевич А.В. Состояние и перспективы автоматизации управления городским пассажирским транспортом. /Брест.политех.ин-т. -Брест, : 1983. -48с. -Деп. в БелНИИТИ 05.09.83. №816-ВЗДПР.

3. Ярошевич А.В. Алгоритмы распределения ресурсов в автоматизированной системе управления транспортом. /Брест.политех.ин-т. -Брест, : 1985. -8с. -Деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. №351-ат.

4. Ярошевич А.В. Анализ системы и синтез информационной модели АСУ на этапе макропроектирования. //В кн.: Проблемы разработки и эксплуатации автоматизированных систем управления на предприятиях радиотехнической, электронной, приборостроительной и машиностроительной продукции. Часть II. -Могилев, :1981. -с.144-145.

5. Ярошевич А.В. Метод выбора структуры информационного обеспечения АСУ при наличии альтернатив. //В кн.: Проблемы разработки и эксплуатации автоматизированных систем управления на предприятиях радиотехнической, электронной, приборостроительной и машиностроительной продукции. Часть I. -Минск, :1981. -с.79-80.

6. Ярошевич А.В. Программное обеспечение автоматизированной информационной системы специального назначения. //В кн.: Проблемы создания и совершенствования технических и программных средств ЭВМ широкого применения. -Минск, :1982. -с.126.

7. Ярошевич А.В. Расчетные методы анализа структуры пассажиропотоков с использованием ЭВМ. /Минск. радиотехн.ин-т. -Минск, : 1980. -10с. -Деп. в БелНИИТИ 3.06.80. №168.