

1.10.1 Решение задачи идентификации параметров сетевых транспортных объектов

Для автоматизации процесса оперативной идентификации транспортных сетей разработано программное обеспечение [83], блок-схема которого представлена на рис.34. Здесь первая головная программа BBOD предназначена для записи исходных данных по одному СТО с носителя информации на магнитной ленте (НМЛ) на носитель информации на магнитном диске (НМД). Программа производит обращение к подпрограмме BYR и NAPOL. Входными данными программы BBOD служат файлы на НМЛ по всем контролируемым СТОГ с соответствующими переменными табл.1 приложения 5.

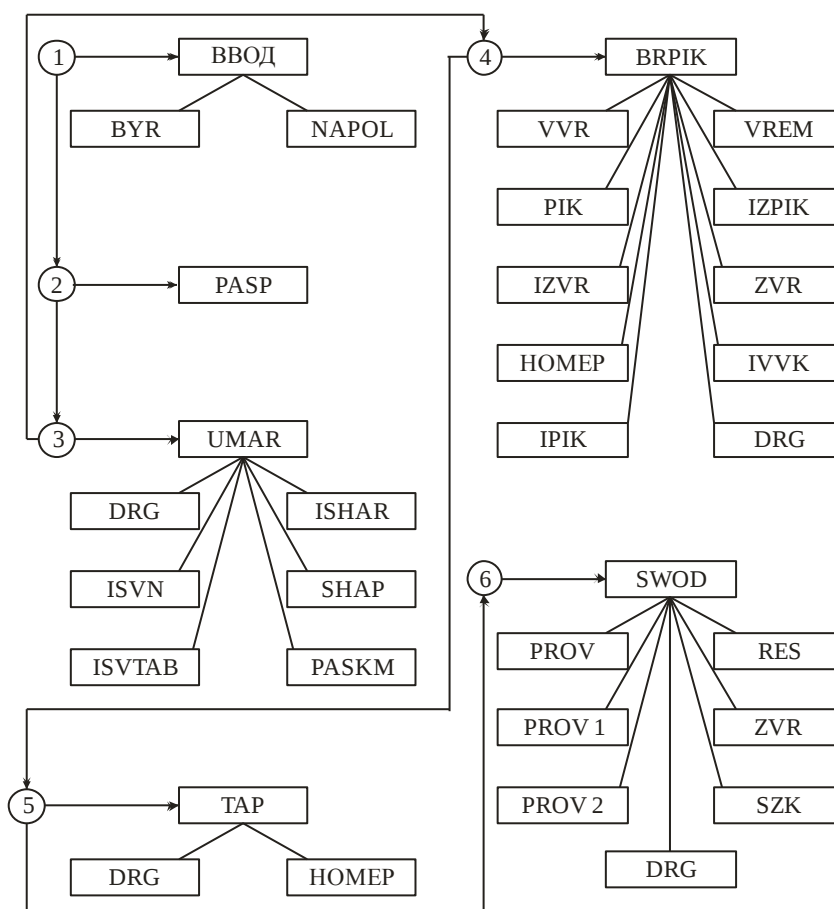


Рис. 34. Блок-схема программного обеспечения оперативной идентификации СТО

После ввода информации упомянутая головная программа производит логическую проверку введенных данных и преобразование ее в соответствующий формат. Вторая головная программа PASP предназначена для создания на НМД файлов паспортных параметров контролируемых СТО. Входной файл содержит соответствующие переменные табл.1 приложения 5. Выходные данные соответствуют входным, но находятся в преобразованном формате на НМД.

Третья головная программа UMAR предназначена для предварительной обработки поступившей информации и вывода ее оператору (в виде таблицы). Эта программа связана

с подпрограммами DRG, ISVN, ISVTAB, ISHAP, SNAP, PASKM. Подпрограмма ISVN предназначена для определения итоговых показателей. Выходными параметрами ее являются функции распределения наполнения подвижными объектами транспортных объектов каждого СТО. Подпрограмма PASKM предназначена для расчета величин дающих интегральную оценку загруженности СТО [2, 82]. ISHAP, SNAP, ISVTAB подпрограммы предназначены для вывода результатов в виде таблиц заданного формата [83]. Подпрограмма DRG производит расчет расстояний между накопителями в области допустимых перемещений, времени оборота транспортных объектов в СТО, общей длины его траектории. Выходные параметры этого этапа представлены в табл.2 приложения 5. Четвертая головная программа BRPIK предназначена для расчета потоков подвижных объектов по заданным интервалам, выборки данных для определения необходимого числа подвижных объектов.

Программа BRPIK содержит подпрограммы VVR, PIK, IZVR, HOMEP, IPIK, VREM, IZPIK, ZVR, IVVR, DRG. Подпрограммы IZVR, ZVR, VVR, VREM предназначены для подготовки и вывода оператору функций распределения потоков подвижных объектов в пиковые и межпиковые интервалы времени (в виде таблиц определенного формата). Подпрограммы IZVR, IZPIK, ZPIK, PIK предназначены для подготовки и вывода данных загрузки накопителей, транспортных объектов, СТО в пиковые и межпиковые интервалы. Подпрограмма HOMEP предназначена для постановки в соответствие символьному коду сетевого транспортного объекта (с которым работает оператор) целой переменной. Программа BRPIK использует результаты работы соответствующей части подпрограммы DRG. Входной информацией для BRPIK являются файлы данных, полученные на предыдущих этапах, а выходные данные соответствуют п.п. 16+31 табл.2 приложения 5 (для этих интервалов времени).

Пятая головная программа TAP предназначена для расчета и вывода оператору технико-эксплуатационных показателей функционирования совокупности СТО (образующих транспортную сеть) в виде определенных таблиц [83].

Шестая головная программа SWOD предназначена для подготовки и вывода оператору параметров идентификации транспортной сети в требуемой форме за определенный интервал времени ее функционирования. Программа SWOD использует подпрограммы PROV, PROV1, PROV2, RES, ZVR, SZK, DRG. Выходной информацией для этих программ являются переменные п.п. 1+23 табл.1 приложения 5, а выходными соответствующие переменные табл.2 этого же приложения.

Программное обеспечение написано на языке фортран и нацелено на работу, как в оперативном, так и в пакетном режимах. Время идентификации параметров транспортной сети в оперативном режиме для десяти СТО, содержащих по двадцать накопителей и транспортных объектов, составляет не более десяти секунд (ЕС 1060). На рис.35 изображены зависимости количества ТО (в сетевом транспортном объекте ГПТ) от его номера, рассчитанные ЭВМ и традиционным способом. Величина обычной ошибки при этих расчетах (допускаемых ЛПП) составляет 60% [145]. На рис.36 изображены зависимости количества ТО в тех же сетевых транспортных объектах в момент пиковой

нагрузки. За счет более рационального использования транспортного ресурса, (введения гиперсвязных СТО), в этой ситуации, удастся снизить количество ТО на 30% (при том же уровне обслуживания). Программные средства оперативной идентификации параметров СТО и техническая документация по соответствующим аппаратным средствам контроля сданы в фонд ЦНТИ г.Воронежа [83] и включены в план сдачи документации в специализированный отраслевой фонд алгоритмов и программ (СОФАП) при ПКБ АСУ г.Киева. Программный комплекс был апробирован в процессе обработки результатов нагрузочных параметров сетевых транспортных объектов ГПТ г.Воронежа, полученных табличным методом [83, 146]. В результате внедрения повышена точность результатов, скорость обработки, снижена трудоемкость выполняемых при этом процедур (приложение 8). Разработанные программы могут найти применение в системах оперативного контроля за нагрузкой сетевых транспортных объектов ГАП [147], транспортно-складских систем различных отраслей промышленности [148, 149].

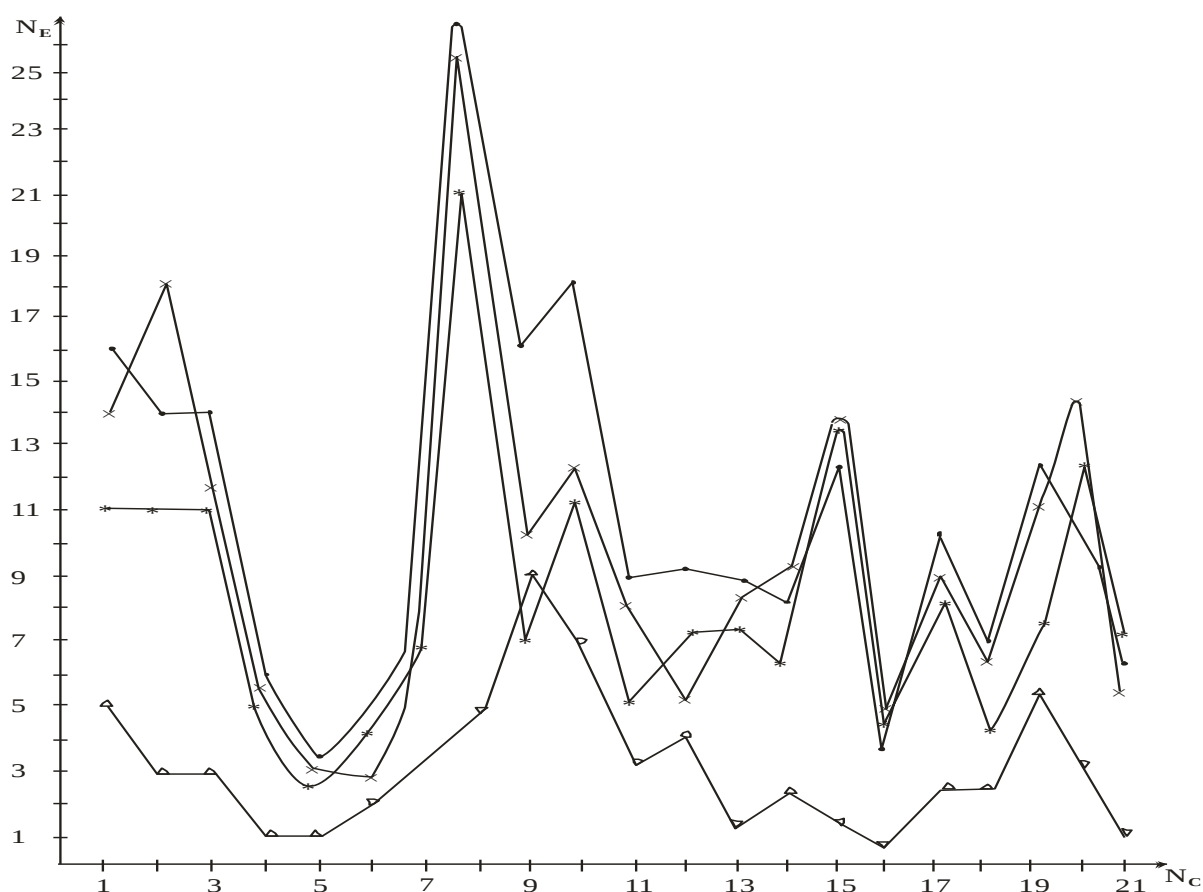


Рис. 35. Зависимость числа транспортных объектов от номера СТО: * - расчет ЭВМ; × - фактическое количество ТО в момент обследования; -.- ручной расчет; Δ- отклонение расчета ЭВМ от ручного

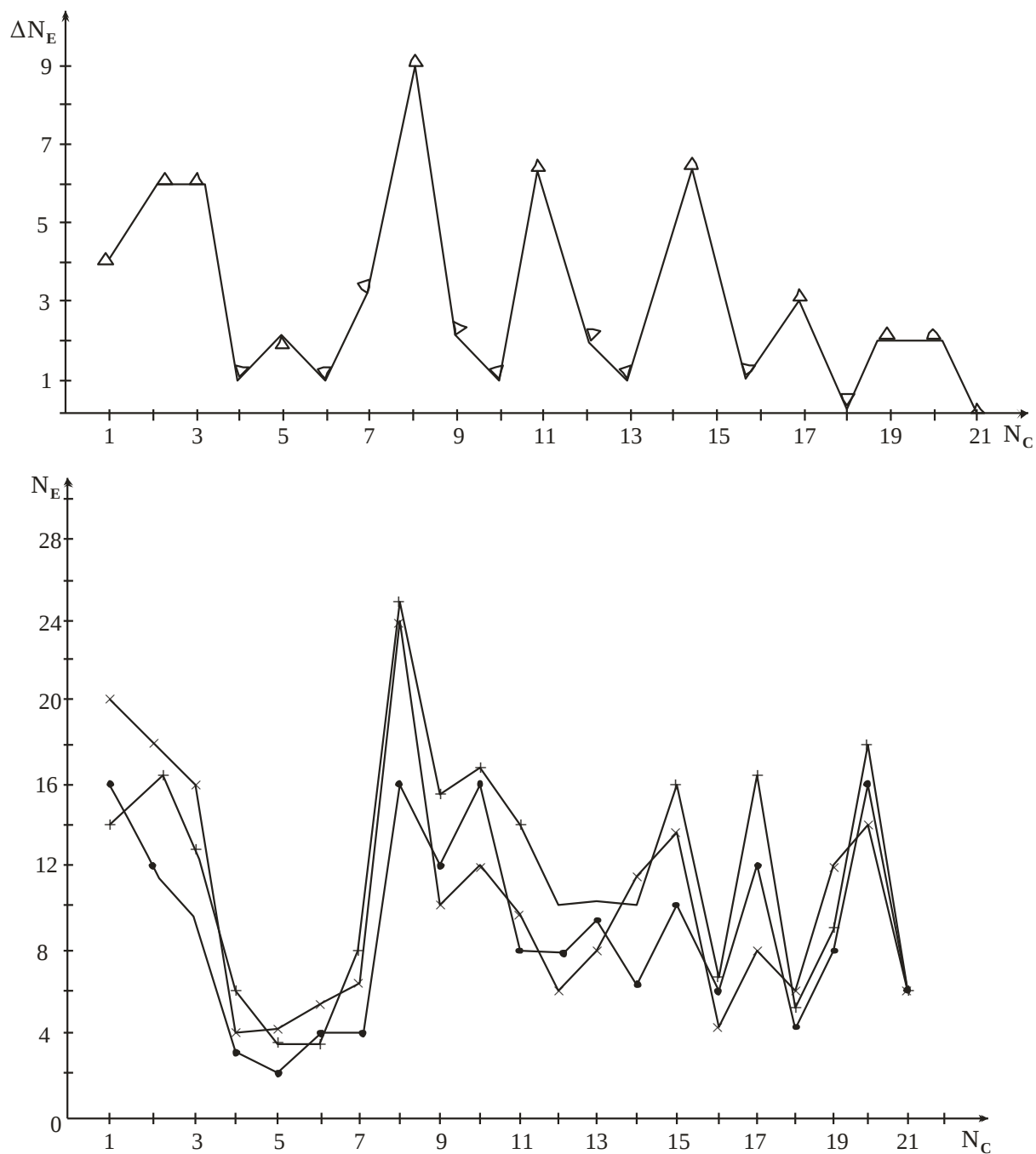


Рис. 36. Зависимость числа транспортных объектов от номера маршрута: + - фактическое во время максимального потока подвижных объектов; × необходимое количество ТО; • количество ТО в случае организации рациональных видов СТО

3.10.2 Машинная имитация сетевых транспортных объектов

Разработанное программное обеспечение [82] может быть настроено на моделирование изолированного сетевого транспортного объекта ГПТ. Это, например,

необходимо при поиске оптимального числа транспортных объектов в СТО [150]. На рис.37 показана зависимость целевой функции от количества транспортных объектов в СТО (N):

$$W = C_1 P_1(N) + C_2 P_2(N) \quad (5.1)$$

где число P_1 – число отказов в обслуживании подвижных объектов (входящих в СТО); P_2 – число прогонов транспортных объектов без полной загрузки; $C_1 C_2$ – соответствующие стоимостные коэффициенты вышеназванных величин [2].

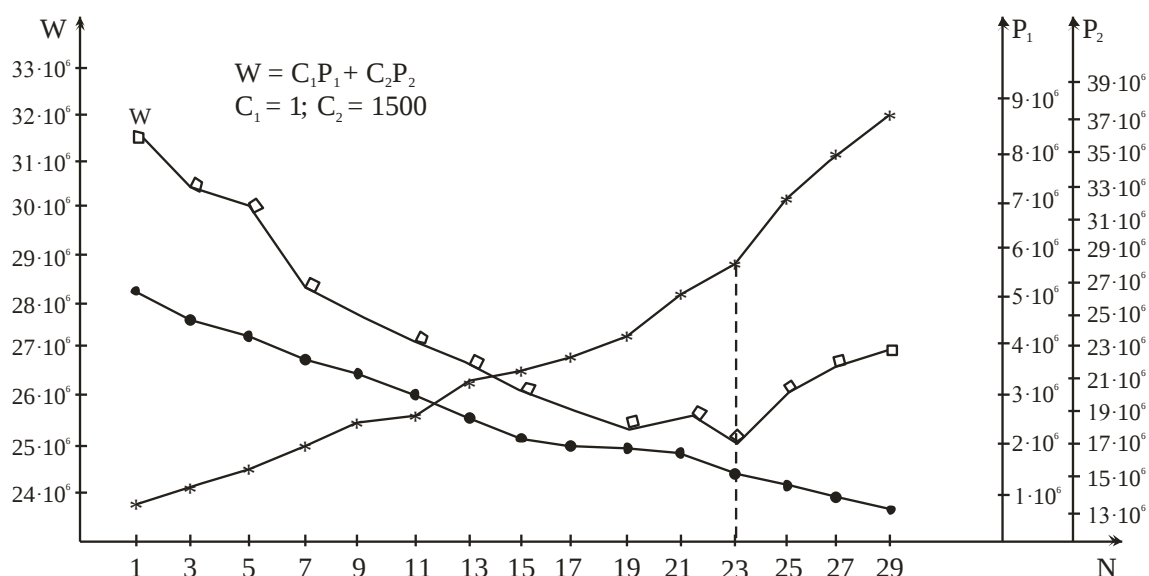


Рис. 37. Зависимость целевой функции от количества транспортных объектов в СТО при постоянном потоке подвижных объектов

При этом поток подвижных объектов (найденный по 4.9) и скорость перемещения транспортных объектов остаются постоянными. Функции P_1 и P_2 являются (в этом случае) выпуклыми и поэтому целевая функция имеет здесь минимум. Результаты других машинных экспериментов приводили к ситуациям, когда (5.1) не имело строгого минимума в допустимом интервале изменения переменных. Это значит, что для повышения эффективности функционирования сетевого транспортного объекта, здесь необходим ввод гиперсвязного СТО.

На рис.38 показана зависимость времени моделирования сетевого транспортного объекта от величины потока подвижных объектов (4.9), при разном количестве транспортных объектов и при постоянной скорости последних. Здесь и далее эксперименты проводились на ЭВМ ЕС1060.

На рис. 39 (в качестве примера) приведено графическое изображение транспортной сети ГПТ. Здесь точками показаны накопители, линиями сетевые транспортные объекты, кругами представлены истоки-стоки, пунктирными линиями – узлы. Для проверки адекватности модели было проведено моделирование транспортной сети г.Острогожска (Воронежская область), имеющий 40 тысяч жителей, четыре маршрута с тридцатью двумя

агрегированными истоками-стоками [151]. В результате анкетного обследования были получены матрицы корреспонденций, задающие интенсивности поступления подвижных объектов в сеть для модели. В результате проведения измерений входных-выходных потоков для изолированных сетевых транспортных объектов табличным методом, получены зависимости, приведенные на рис.40, 41 (внизу). В результате проведения имитационного эксперимента были получены измеряемые данные. Максимальное отклонение (рис.40, 41, вверху) параметров при этом составило 15%, что говорит о хорошей точности моделирования [11] (время моделирования 160 минут без подготовки исходных данных). После идентификации таким образом модели, она может применена для анализа аварийных ситуаций в сети и методов их устранения.

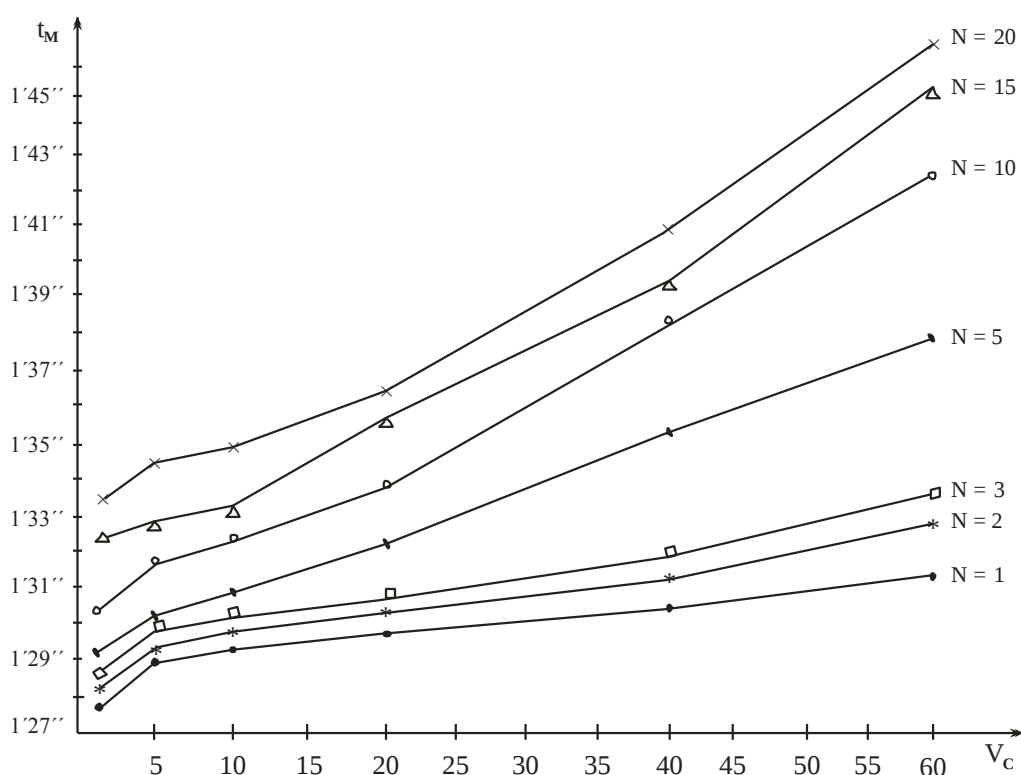


Рис. 38. Зависимость времени моделирования СТО от величины потока подвижных объектов при разном количестве транспортных объектов

На рис.42 (в качестве примера) приведена технологическая схема ГАП [80]. Настроенная на этот случай модель, имитирует гибкий сетевой транспортный объект. Время моделирования этого варианта транспортной сети составляет 90 секунд (объем исходных (N), промежуточных (P) и выходных (M) складов составляет тысячу единиц подвижных объектов, объем транспортных объектов 90 единиц, реальное время функционирования ГАП – шесть часов). Разработанное программное обеспечение может быть настроено и на транспортные сети ГАП, имеющие структуры, показанные на рис.43. Для первого варианта (рис.43, а), когда транспортные объекты СТО проходят последовательно все накопители (входные и выходные), на рис.44 а, б, показаны

зависимости, получаемых в результате моделирования, параметров (здесь $k = 14$). Для структур транспортной сети в случае гибких СТО ($k = 17$) зависимости исследуемых параметров показаны на рис.45, 46. Разработанный комплекс программных средств апробирован при решении задач выбора рациональных схем маршрутов сети ГПТ (г.Воронежа), рациональных схем транспортных сетей ГАП по производству микросхем ПО «Электроника» и сети ТСС объединения «Воронежавтотранс», что позволило обосновать ряд проектных решений (приложение 8). Программные средства моделирования изолированных сетевых транспортных объектов сданы в СОФАП г.Киева.

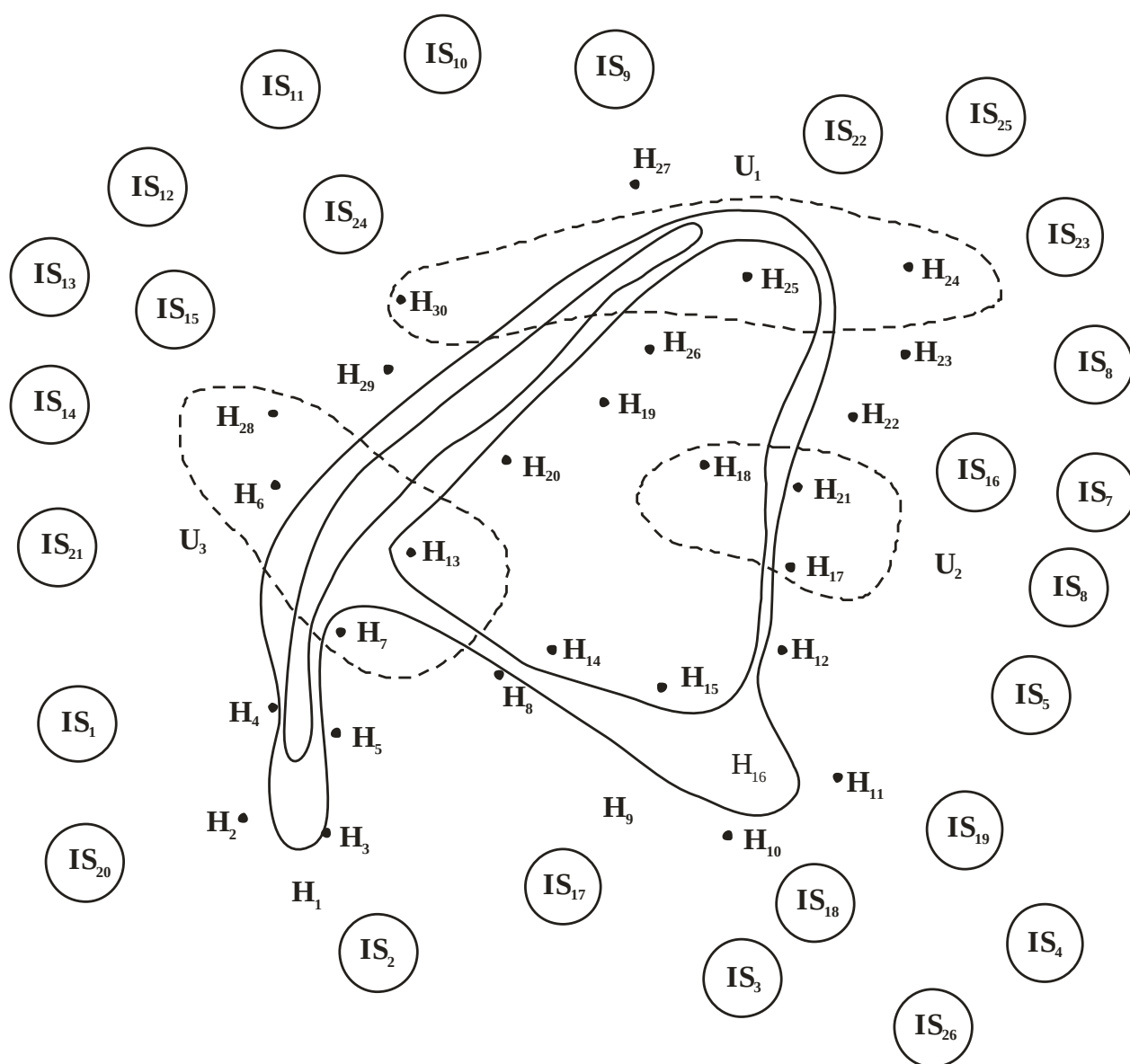


Рис. 39. Пример транспортной сети ГПТ

1.10.3 Задача проектирования сетевых транспортных объектов

Алгоритм поиска гиперсвязных сетевых транспортных объектов реализован на языке фортран в виде пакета (приложение 6), состоящего из головного модуля BUS и подпрограмм MKOP, TKX, NVG, HX. Вызов модуля BUS осуществляется оператором

CALLBUS (KX, TA, TAX, NB, M, N, TMAX, TO) (5.2)

где KX – матрица корреспонденций подвижных объектов в СТО; TA – матрица затрат времени на перемещение в СТО транспортных объектов; TAX – скоростная матрица [137] затрат времени TO; NB – массив, содержащий номера накопителей для всех рангов; M – максимальное допустимое количество накопителей в СТО; N – количество ТО в СТО; TMAX – максимальное время ожидания ПО в накопителях; TO – время оборота транспортного объекта.

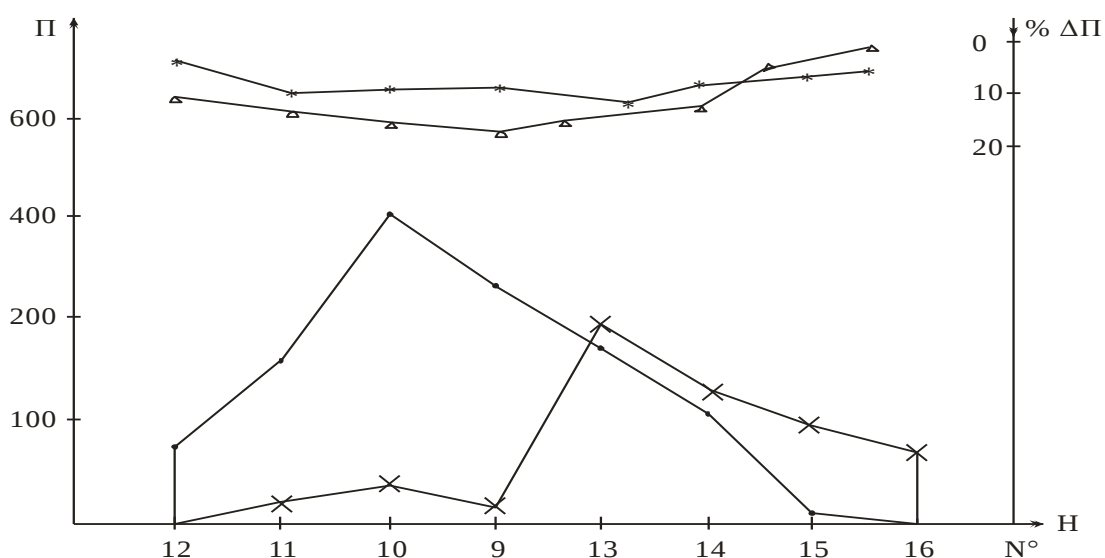


Рис. 40. Результаты исследования модели транспортной сети ГПТ

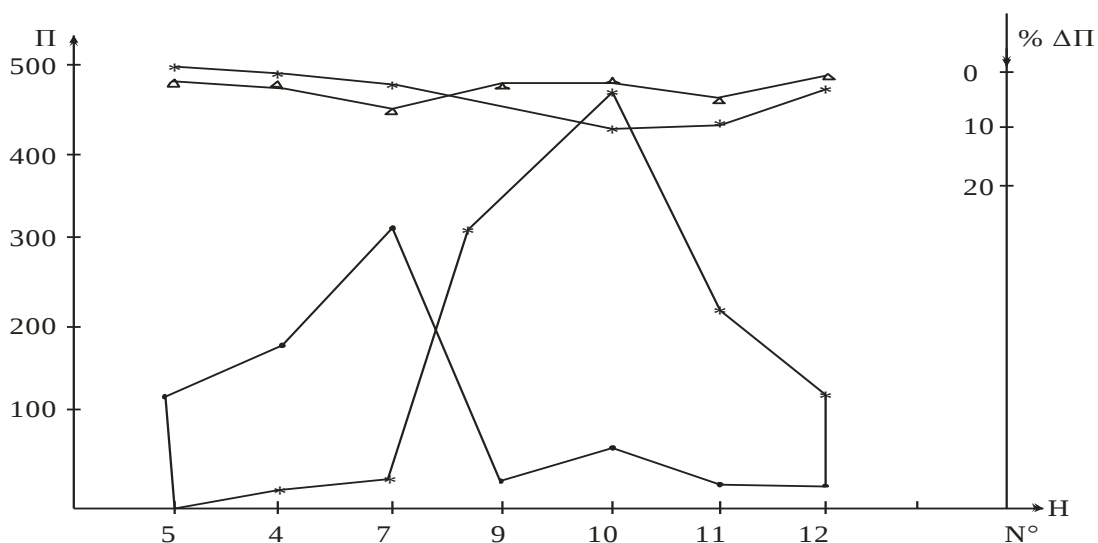


Рис. 41. Результаты исследования модели транспортной сети ГПТ

Для работы с модулем BUS необходимо также описать массивы KX, TA, TAX, NB в виде:

$$\text{DI MENSION KX (M, M), TA (M, M), TAX (M, M), NB (M, M)} \quad (5.3)$$

Головной модуль также содержит оператор

$$\text{COMMONAL 1, AL2} \quad (5.4)$$

Где AL 1, AL2 – эксплуатационные расходы на содержание одного транспортного объекта в единицу времени и стоимостное выражение единицы временных затрат подвижных объектов.

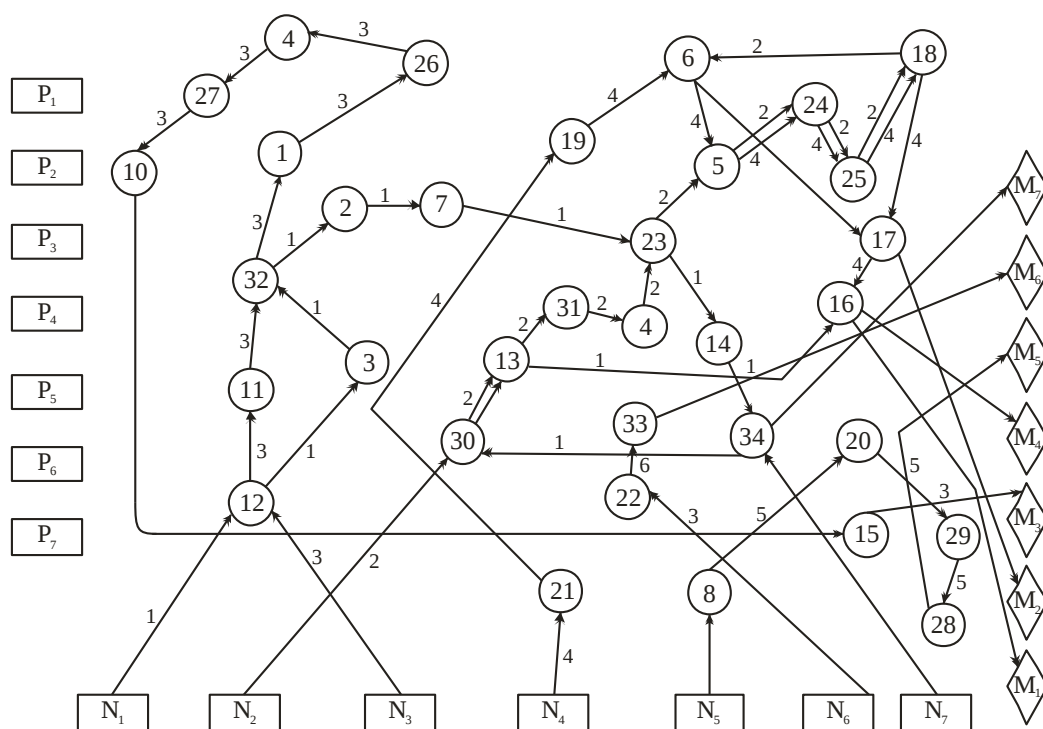


Рис. 42. Пример транспортной сети ГАП

Подпрограмма FUNCTIONHX предназначена для вычисления среднего значения ненулевых элементов матрицы корреспонденций подвижных объектов. Подпрограмма оформляется в виде:

$$\text{FUNCTIONHX (KX, M), DIMENSIONKX (M, M)} \quad (5.5)$$

Для работы с подпрограммой HX, необходимо присвоить значения элементов массива KX и переменной M. Обращение к (5.5) осуществляется оператором

$$P = HX (KX, M) \quad (5.6)$$

где P – переменная.

Подпрограмма FUNCTIONNVG предназначена для вычисления объема перевозок подвижных объектов. Подпрограмма оформляется аналогично (5.5). Подпрограмма FUNCTIONTKX предназначена для вычисления суммарных затрат времени в сетевых транспортных объектах. Оформление подпрограммы осуществляется аналогично предыдущим случаям. Подпрограмма MKOP предназначена для вычисления матрицы корреспонденций заданного ранга. Обращение к подпрограмме имеет вид:

$$\text{CALLMKOP (KX1, KX2, M, KMAX)} \quad (5.7)$$

где KX1 – матрица корреспонденций подвижных объектов $(k-1)$ ранга; KX2 – такая же матрица ранга k ; KMAX – максимальный элемент KX1. В результате выполнения головного модуля BUS и связанных с ним подпрограмм, определяются топологические параметры гиперсвязных СТО, которые приведены в приложении 6 [137].

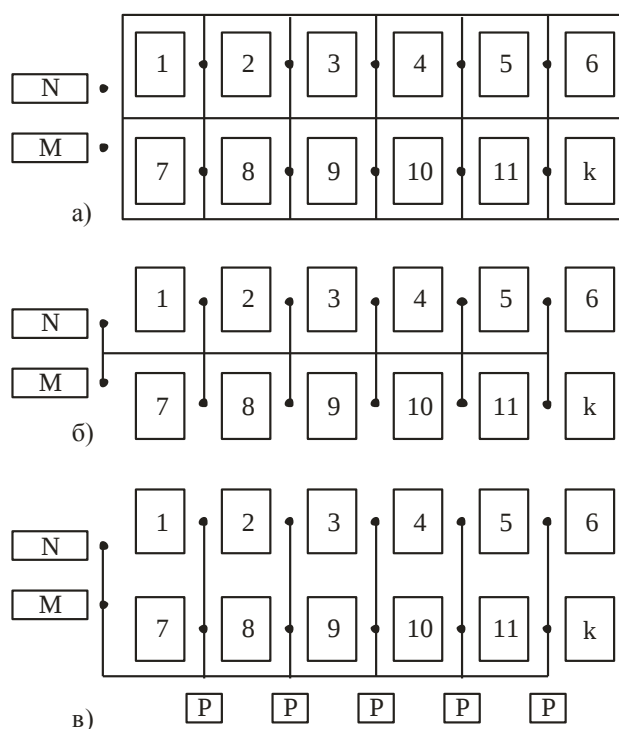


Рис. 43. Исследуемые варианты транспортной сети ГАП

На рис.47 изображены траектории поиска гиперсвязного СТО вышеописанной программой. Здесь число транспортных объектов на основном СТО (N_E) равно десяти, число накопителей (M_H) пятнадцати, объем потока подвижных объектов (V_C) равен 18572 единиц. Кружками обведены номера рангов поиска. Программа выделила всего пять рангов. Первый и второй ранги были просмотрены полностью. Третий ранг (и остальные) был просмотрен до того момента, когда еще выполнялось условие (4.10). Это привело к сокращению проверяемых вариантов. Время поиска (t_n) в этом случае, составило 36.85

секунд. Минимум времени обслуживания ($\bar{t}$) достигается при $N_E = 7$. Программа, приведенная в приложении 6, содержит аналитическую модель СТО. При использовании в контуре программы имитационной модели, время поиска (для данного случая) возрастает до двух минут (ЕС1060), но при этом точность принятия решения значительно увеличивается (эффективность функционирования СТО удастся повысить еще на 10%). Сравнительно небольшое увеличение времени при использовании имитационной модели, достигается за счет организации поиска в ограниченной зоне, найденной программой с аналитической моделью. Тем не менее, именно отсюда вытекает необходимость аппаратного подхода к реализации моделирующих функций, ибо время проведения полного поиска с имитационной моделью (на ЕС1060) составляет около двух часов. Аппаратный подход позволяет снизить это время на несколько порядков [152, 153].

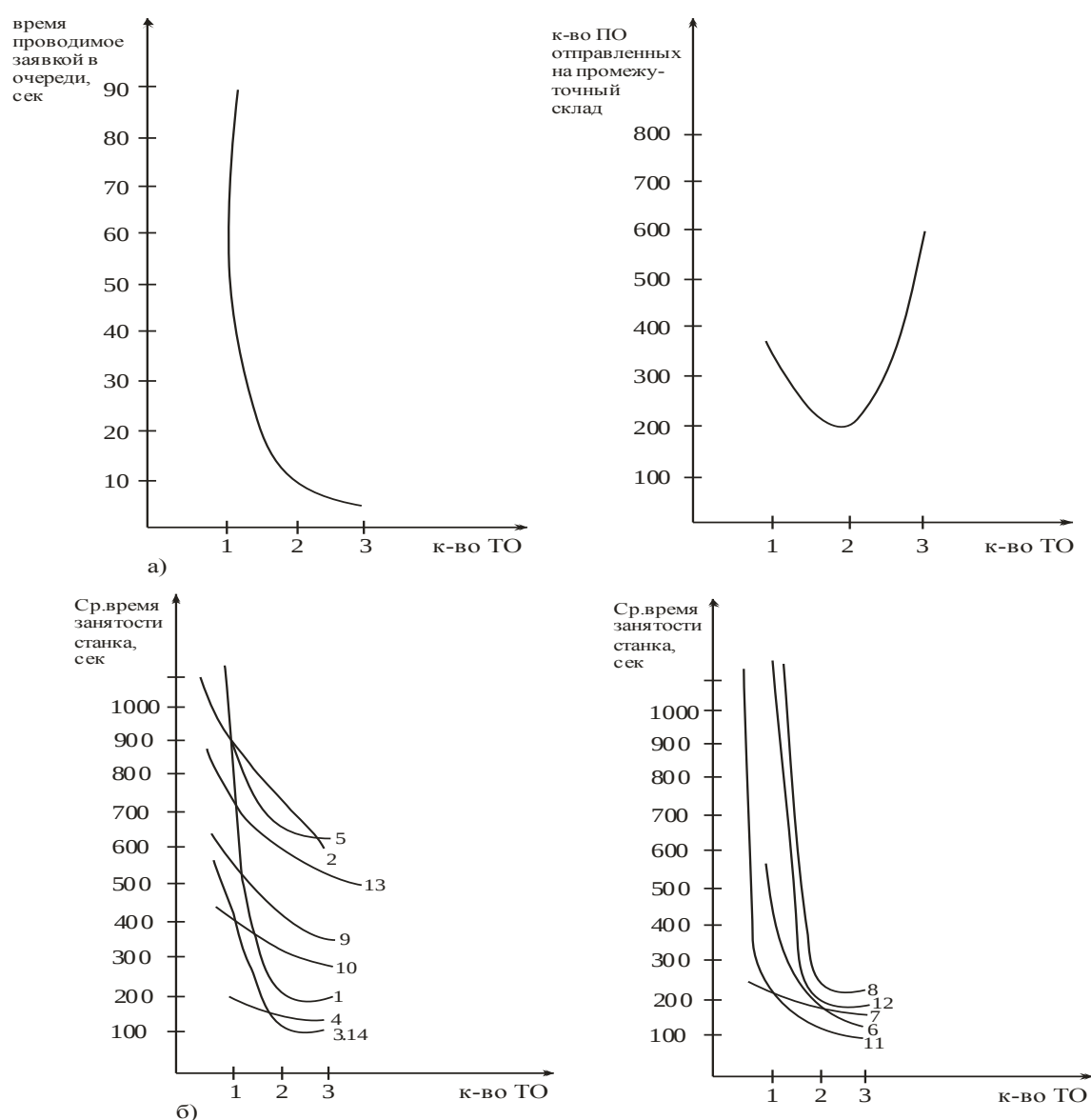


Рис. 44. Результаты исследования вариантов транспортной сети ГАП

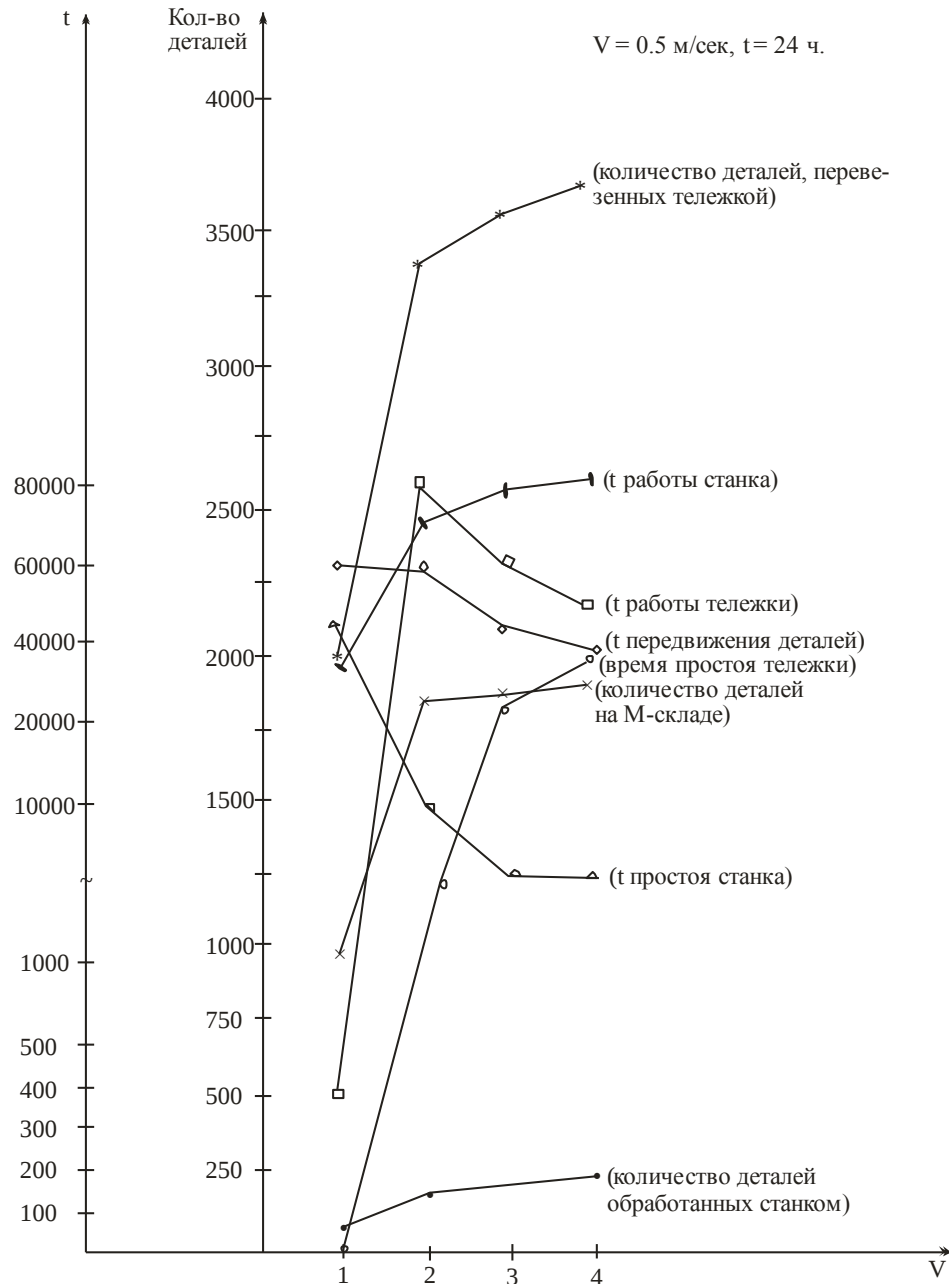


Рис. 45. Результаты исследования вариантов транспортной сети ГАП

На рис.48 изображены зависимости времени поиска гиперсвязного СТО от величины потока подвижных объектов и от числа транспортных объектов исходного СТО.

Программное обеспечение поиска рациональных режимов функционирования СТО состоит из головной программы MODEL и подпрограмм ERROR, GRAFIK, PARAM, STRAT, IDEAL, OUTOTS, SHET, TAB, BBBOD, INOTS, SARADA, ANALIZ, ZAMENA, SDVIG, ITOG, GRAFIN, TIMER.

На рис.49 изображена блок-схема программного обеспечения. Связь между подпрограммами и головной программой осуществляется посредством аппарата формально-фактических переменных и общей области памяти [154]. Входные данные

программы MODEL соответствуют переменным табл.1 приложения 7, а выходные переменным табл.2 этого же приложения. Для осуществления процедуры ввода паспортных данных сетевого транспортного объекта и параметров, характеризующих сложившуюся ситуацию в СТО, головная программа обращается к подпрограмме VBOD.

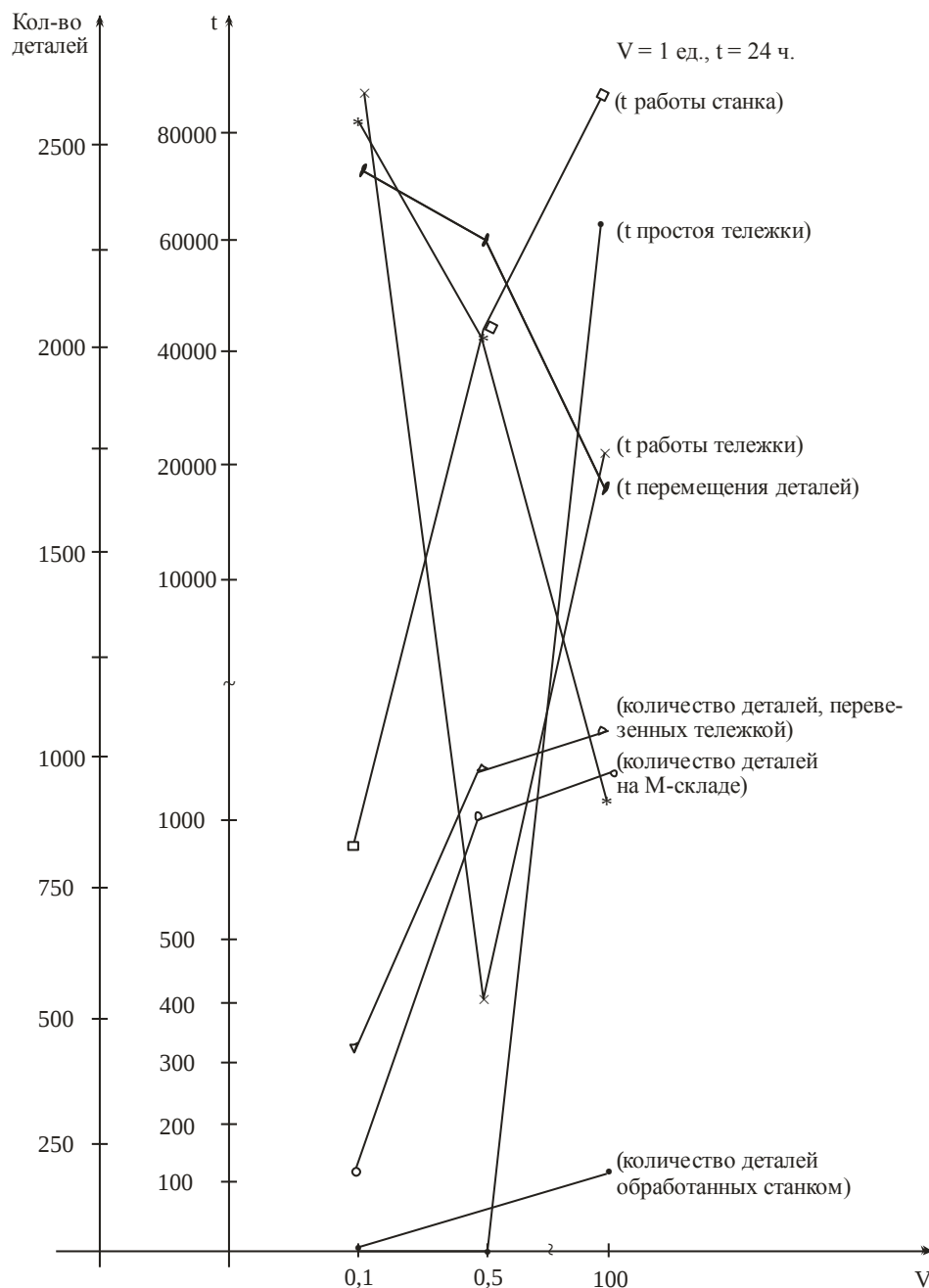


Рис. 46. Результаты исследования вариантов транспортной сети ГАП

Здесь определяется количество транспортных объектов в СТО по интервалам времени, число контрольных точек отметки, длительность режимов. Отчет модельного времени начинается с некоторого постоянного числа для исключения неоднозначностей в определении текущего модельного времени. Ошибки, возникающие в процессе выполнения

подпрограмм, идентифицируются подпрограммой ERROR с сообщением соответствующего кода. Головная программа вызывает подпрограмму PARAM, которая определяет следующий пункт отметки транспортного объекта.

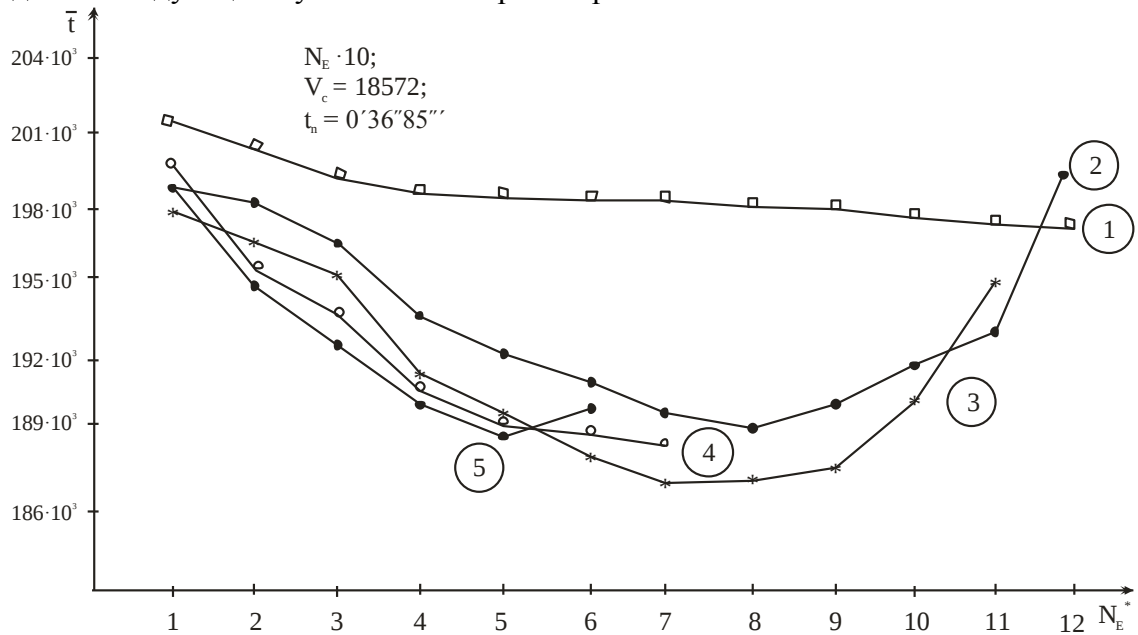


Рис. 47. Траектории поиска гиперсвязного сетевого транспортного объекта

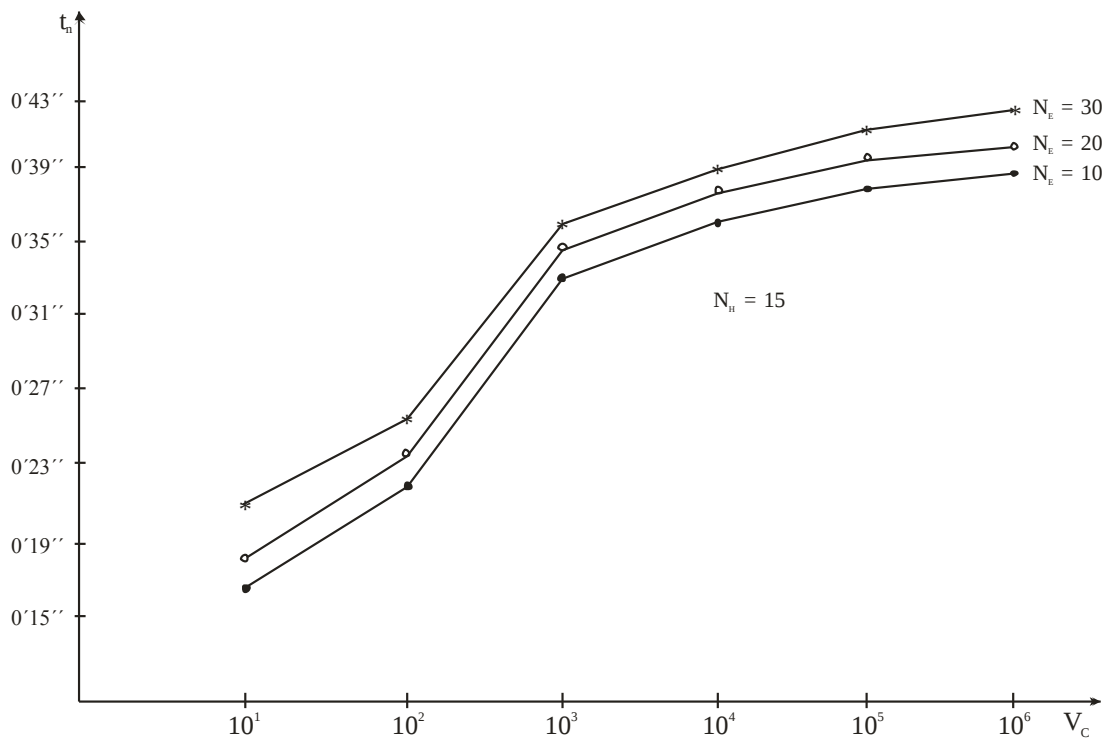


Рис. 48. Зависимость времени поиска гиперсвязных СТО от величины потока подвижных объектов и числа ТО в них

Далее MODEL начинает формировать параметры множества (2.27). Для этого она обращается к подпрограмме STRAT, которая выбирает стратегию поведения алгоритма в зависимости от ситуации

$$\begin{aligned} N^E(\tau_i) &> N^E(\tau_{i+1}); N^E(\tau_i) = N^E(\tau_{i+1}); \\ N^E(\tau_i) &< N^E(\tau_{i+1}) \end{aligned} \quad (5.8)$$

Далее происходит обращение к подпрограмме IDEAL, которая формирует идеальное размещение на временной линии заданного накопителя [83]. Затем головная программа обращается к подпрограмме OUTOTS, которая вводит транспортные объекты в СТО. После подготовки параметров, MODEL обращается к подпрограмме SDVIG, которая производит перемещение транспортных объектов в следующее состояние ($j, j+1, j+2, j+3$) и в зависимости от ситуации реализует режимы их работы (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) [140]. Цикл перемещений транспортных объектов повторяется до нового τ_{i+1} . Подпрограмма SHET учитывает рабочее время транспортного объекта и время его простоя. Подпрограмма SARADA осуществляет вывод всех ТО в состояние ($j+3$). Эта же подпрограмма под управлением подпрограммы ZAMENA (осуществляет ввод (и вывод)) в (из) СТО транспортных объектов в необходимых случаях. Подпрограмма ITOG предназначена для печати комментирующей информации оператору. Подпрограмма TIMER осуществляет процедуру ведения модельного времени. Подпрограмма GRAFIN и GRAFIK выводят оператору расчетные данные в виде диаграммы (рис.26).

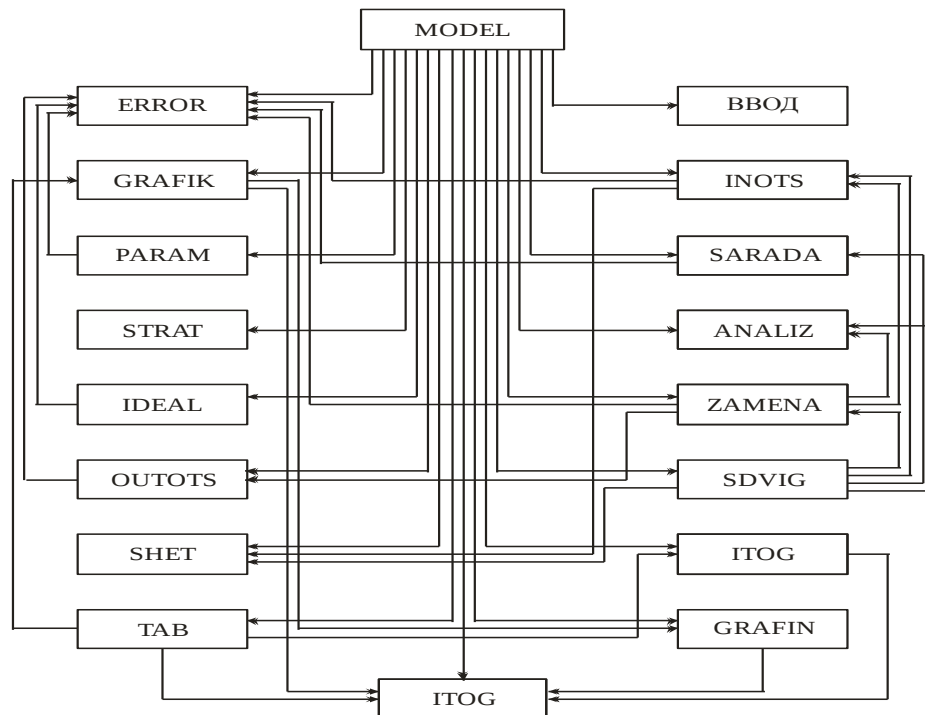


Рис. 49. Блок - схема программного обеспечения поиска рациональных временных режимов функционирования СТО

Подпрограмма ТАВ формирует полученные данные в виде таблиц определенного формата, которые далее могут корректироваться оператором с помощью средств ЯКГД. Текст программы и сервисных процедур приведен в [82].

На рис.50 приведены зависимости времени поиска рациональных временных режимов функционирования СТО от количества интервалов и числа транспортных объектов в нем.

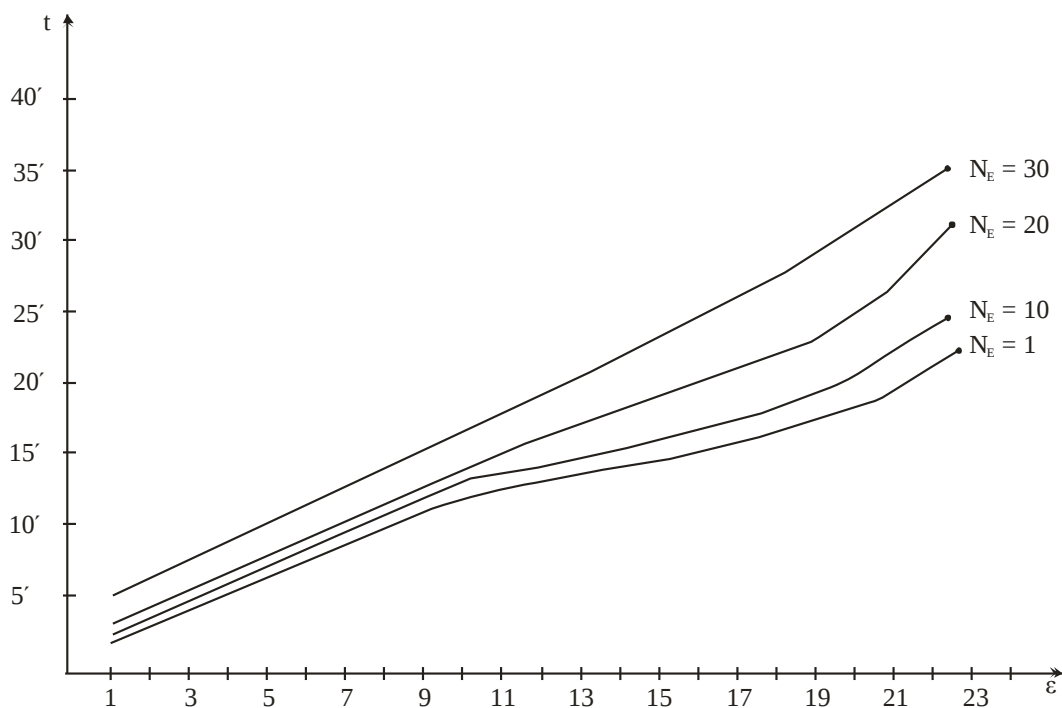


Рис. 50. Зависимость времени поиска рациональных временных режимов функционирования СТО от количества интервалов и числа транспортных объектов в СТО

Пакет программ определения топологических и временных параметров СТО, апробирован при расчете характеристик транспортных сетей ГПТ, ГАП, ТСС и передан в кустовой вычислительный центр (КВЦ) г. Зеленограда и лабораторию АСУ института автоматизации процессов управления при ДВНЦ АН СССР г.Владивостока (приложение 8).

Выводы

Целью работы являлась реализация системного решения задач автоматизации оперативного управления сетевыми транспортными объектами.

Показано, что существующие алгоритмы определения топологических и временных параметров сетевых транспортных объектов не позволяют получать необходимые решения в реальном масштабе времени (в виду низкого быстродействия) и в диалоговом режиме, не обладают средствами детализации результатов решения, обеспечивающими выбор эффективных управляющих воздействий. Также, известные модели (аналитические и имитационные) элементов транспортных сетей не могут использоваться для

прогнозирования состояния объекта управления. Их реализации в контуре оперативного управления (режим автоматизации моделирования) в реальном масштабе времени затруднены в виду отсутствия диалоговых средств настройки и корректировки моделей, а также специализированных аппаратных средств моделирования. Поэтому эффективное решение задач оперативного управления транспортными сетями потребовало дополнительных исследований с позиций системного подхода в области информационного обеспечения алгоритмов идентификации, моделирования и управления.

Предложенная процедура системного решения задач автоматизации оперативного управления сетевыми транспортными объектами позволила выявить недостающие технологические звенья для обеспечения комплексного решения задач управления, применительно к разнообразным условиям функционирования сетевых транспортных объектов различной структуры и типов. Транспортную сеть в теоретико-множественном плане, можно представить множествами специального вида, элементы которых определены таким образом, что структура алгоритмов моделирования не зависит от параметров сети и ее класса. Поведение подвижных и транспортных объектов тогда можно промоделировать многоальтернативной логикой выбора сетевого транспортного объекта в накопителях транспортной сети в условиях ее корректировки и в процессе моделирования. Предложенная процедура прогнозирования структуры и интенсивности потоков подвижных объектов сводят процесс оперативного управления транспортной сетью к принятию топологических и временных управляющих воздействий, адаптирующих транспортную сеть к новым потокам этих объектов. Процедуру адаптации транспортной сети, во многих случаях, можно свести к локальной адаптации сетевых транспортных объектов, путем изменения их параметров и введения гиперсвязных СТО. При этом сочетание диалоговых и аппаратных средств моделирования и управления позволяют реализовать процедуру принятия решений в реальном масштабе времени.

Предложенная комплексная реализация аппаратных и алгоритмических средств контроля параметров, существенно повышает точность процедуры идентификации объекта управления. Реализация разработанного метода определения параметров наполнения накопителей дает возможность оперативного выявления сбойных ситуаций и принятия обоснованных управляющих решений. Предложенный метод оперативного контроля параметров траекторий подвижных объектов обеспечивает высокую точность и полноту идентификации характеристик элементов транспортной сети и на основе определяемых им данных позволяет получать величины входных и выходных потоков упомянутых объектов. Модификация известных алгоритмов позволила реализовать процедуру восстановления матриц корреспонденций, при этом обеспечив повышение достоверности данных и снижение затрат на ее реализацию.

Использование в алгоритмах управления принципа гиперсвязности позволяет осуществлять направленный поиск вариантов комбинированных режимов функционирования и формировать различные типа сетевых транспортных объектов в рамках адаптивного алгоритма применительно к возможным вариациям интенсивностей и структур потоков подвижных объектов в реальном масштабе времени.

Введение в процедуру топологического управления необходимого условия, связывающего число транспортных объектов гиперсвязного СТО с величиной объема потоков подвижных объектов, накладывает ограничение на число альтернативных вариантов комбинированных режимов функционирования сетевых транспортных объектов, что в свою очередь ведет к повышению быстродействия алгоритма поиска таких СТО. Алгоритм определения оптимальных значений временных параметров транспортных сетей может представлен совокупность алгоритмов решения локальных задач в рамках сетевого транспортного объекта с последующим анализом решения в диалоговом режиме. Распределение функций контроля в контуре управления, развитый интерфейс с моделирующей системой и вычислительными устройствами, обеспечивает взаимосвязь между аппаратными средствами, сетевыми транспортными объектами и системой управления, а также дает возможность более эффективно реализовывать управляющие воздействия по адаптации транспортной сети к возмущающим факторам. Предложенная модель элементов аппаратных средств системы оперативного управления позволяет контролировать работоспособность блоков системы моделирования, принятия решений и их реализации как на этапе обоснования предпроектных вариантов, так и на этапе внедрения.

Разработанные теоретические положения легли в основу созданных программных и технических средств управления транспортными сетями ГАП, ГПТ, ТСС, что подтверждается актами внедрения.

Приложение I

Методы идентификации параметров транспортных сетей для процесса долговременного планирования

№ п/п	Наименование метода	Краткая аннотация	Источник информации
1.	Косвенный	Получение данных о входных-выходных потоках в СТО по информации, полученной по косвенным признакам в истоках-стоках, накопителях и транспортных объектах	[14, 77, 82]
2.	Талонный	Получение матриц корреспонденций на основе использования специальных информационных карт с последующей их обработкой (в истоках-стоках, накопителях и транспортных объектах)	[78]
3.	Табличный	Получение информации о параметрах входных и выходных потоков на основе использования специальных таблиц	[78, 79, 80]
4.	Визуальный	Приблизительная оценка экспертов	[81]
5.	Счетный	Экспертная оценка потоков с последующей статистической обработкой	[14]

Приложение II

Ключевые слова языка интерпретации транспортных
сетей [82]

Объекты транспортной сети	Ввод через таблицы	Ключевые слова		Вывод
		Ввод параметрический	Ввод библиотечный	
I, S – объект	VISR	VISA	VISAA	UIS
H – накопитель	VHR	VHA	VHAA	UH
M – вершина	VMR	VMA	VMAA	UM
B – вершина	VBR	VBA	VBAA	UB
U– объект	VUR	VUA	VUAA	UU
$\bar{H}$ – объект	VYHR	VYHA	VYHAA	UYH
$\hat{E}$ – агрегат	VLR	VLA	VLAA	UL
$\hat{c}$ – объект	VcR	VcA	VcAA	Uc
D– объект	VDR	VDA	VDAA	UD
H° – объект	VKR	VKA	VKAA	UK
Служебный библиотечный оператор	VVOD			
Изменение параметров работы алгоритмов	REGIM			
Начало диалога	DIAL			
Конец диалога	ER			
Вызов новой таблицы	TAB			
Вызов продолжения таблицы	PG			

Приложение III

Исходные параметры для моделирования изолированного
сетевого транспортного объекта

Таблица 1

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор
1.	Максимальная вместимость транспортного объекта	BV 1

2.	Количество накопителей в СТО	V 1
3.	Количество подвижных объектов в СТО	V 2
4.	Общая протяженность СТО	FU 3
5.	Средняя скорость движения транспортного объекта	FU 7
6.	Интервал моделирования	X 120
7.	Время затрачиваемое на загрузку и выгрузку подвижного объекта в ТО	V 22
8.	Матрица корреспонденций подвижных объектов	FN 7
9.	Матрица расстояний между накопителями	FN 5
10.	Минимальное количество ТО в сетевом транспортном объекте	K 1
11.	Максимальное количество ТО в сетевом транспортном объекте	K 2
12.	Шаг изменения числа транспортных объектов	K 3

Выходные параметры моделирования изолированного
сетевого транспортного объекта

Таблица 2

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор
1.	Номера подвижных объектов	P 1
2.	Номер накопителя движения ПО	P 2
3.	Количество единиц модельного времени движения до накопителя	P 3
4.	Номер накопителя обслуживаемого транспортным объектом	US
5.	Количество входов в обслуживаемый объект	EN
6.	Количество заявок, оставшихся не обслуженными в элементах СТО на конец моделирования	CU
7.	Среднее количество заявок в обслуживающем объекте	AU
8.	Максимальное количество заявок в процессе функционирования в обслуживающем объекте	MX
9.	Величина перемещения ТО без полной загрузки	NR 2
10.	Величина простоя ТО	NR 4
11.	Величина работы ТО	NR 5
12.	Максимальная длина очереди в накопителе	MXT
13.	Средняя величина очереди в накопителе	CTT
14.	Количество входов в очередь	CRR
15.	Количество не обслуженных заявок в очереди на конец моделирования	CUC

Приложение IV

Зарезервированные ключевые слова языка
корректировки графиков движения

Выполняемое действие	Ключевое слово
Разметка временной шкалы диаграммы	VTV
Разметка точек отметки транспортных объектов	VHK
Введение линий $\hat{D}$ – объектов	VDL
Введение линий режима Р 6	VDR
Введение в диаграмму ТО	VL
Введение в диаграмму к ТО	VLO
Задание технологической задержки ТО в сетевом транспортном объекте	SL
Перемещение ТО (положительное во времени)	PLP
Перемещение к ТО (положительное во времени)	PLPO
Перемещение ТО (отрицательное во времени)	PLM
Перемещение к ТО (отрицательное во времени)	PLMO
Присвоение признака режима транспортному объекту	PR
Копирование траектории транспортного объекта	CPL
Копирование к – траекторий транспортных объектов	CPLO
Автоматический расчет диаграммы	AVTG
Пошаговый расчет диаграммы	SHAG
Выполнение следующего шага расчета	PH
Вывод рассчитанных параметров в виде таблиц	TBO
Вывод рассчитанных параметров для транспортного объекта в виде таблицы	TAB
Вывод рассчитанных параметров в виде диаграммы	GDO
Вывод рассчитанных параметров в виде траектории транспортного объекта	GDN
Автоматический расчет времени транспортных объектов	BRV
Начало диалога оператора	VG
Конец диалога оператора	VYG

Приложение V

Измеряемые параметры в процессе идентификации СТО

Таблица 1

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор
1.	Наименование вида СТО	MT
2.	Наименование вида транспортного объекта	MT 2

3.	Номер СТО	MN
4.	Число накопителей в СТО (прямое направление)	NOP
5.	Число накопителей в СТО (обратное направление)	NOO
6.	Номер транспортного объекта	MNN 1
7.	Номер смены транспортного объекта	NS
8.	Номер графика транспортного объекта	NV
9.	Время начала движения ТО в прямом направлении (для всех рейсов)	IVR (1.I)
10.	Время конца движения ТО в прямом направлении (для всех рейсов)	IVR (2.I)
11.	Время начала движения ТО в обратном направлении (для всех рейсов)	IVR (3.I)
12.	Время конца движения ТО в обратном направлении (для всех рейсов)	IVR (4.I)
13.	Величина загруженных ПО в транспортные объекты из накопителей	NNOP (J.I)
14.	Величина выгруженных ПО из транспортных объектов в накопители	NNBR (J.I)
15.	Время загрузки, выгрузки подвижных объектов	BZ (I, J, k)
16.	Протяженность СТО	SM
17.	Вместимость транспортного объекта	KL
18.	Матрица расстояний между накопителями	MTP (I)
19.	Указатель кольцевых СТО	NK
20.	Количество СТО в сети	NO
21.	Количество транспортных объектов в СТО	N
22.	Номера СТО	NUM (I)
23.	Время оборота ТО в сетевом транспортном объекте	TOB (I)
24.	Число смен СТО	NP
25.	Общий пробег для транспортных объектов	PROB (I)

Расчетные параметры при идентификации СТО

Таблица 2

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор
1.	Номер СТО	NM (I)
2.	Дата идентификации	M 80
3.	Число выгруженных ПО в J-ом накопителе I-го ТО	NC (I, J)
4.	Число загруженных ПО в J-ом накопителе в I-ый ТО	NB (I, J)
5.	Число выгруженных ПО в I-ом накопителе по всем ТО	NCI (I)
6.	Число загруженных ПО в I-ом накопителе по всем ТО	NBI (I)

7.	Наполнение ТО на I-ом перегоне	NAP (I)
8.	Расстояние между накопителями	DL (I)
9.	Величина пройденного пути ТО	PKM (I)
10.	Общее число выгруженных ПО для всех накопителей	NCS (I)
11.	Общее число загруженных ПО для всех накопителей	NCC (I)
12.	Общее наполнение для всех СТО	PS (J)
13.	Общее число выгруженных ПО по накопителям и по интервалам времени	NOS (L, J)
14.	Общее число загруженных ПО по накопителям и по интервалам времени	NOK (I, J)
15.	Время оборота ТО в сетевом транспортном объекте	W (I, J)
16.	Начало пикового или межпикового интервала	M
17.	Конец пикового или межпикового интервала	MM
18.	Наполнение ТО в накопителях по интервалам	NP (M, I, J)
19.	Суммарное наполнение на J-ом перегоне по всем накопителям	MI (J)
20.	Количество перевезенных ПО	MQ
21.	Общий расчетный пробег транспортных объектов	PROB (I)
22.	Среднее расстояние поездки ПО	SR
23.	Коэффициент сменности ПО	SMN
24.	Средняя эксплуатационная скорость	V
25.	Коэффициент использования вместимости	GAM
26.	Средний интервал движения ПО	U
27.	Средняя частота движения ПО	H
28.	Протяженность СТО	PR (3)
29.	Фактическое количество ПО в сетевых транспортных объектах	NT (J)
30.	Число рейсов ТО	R (J)
31.	Время обратного рейса транспортного объекта	TOB (J)

51 FORMAT ('суммарные затраты времени'E15.8)

NXO=NX (KX, M)

K=1

30 CALL MKOP (KX1, KX2, M, XMAK)

IF (XMAX-NXO) 32, 32, 31

31 DO 101 I = 1, M

DO 101 J = 1, M

101 KX21 (I, J) = KX21 (I, J) + KX (I, J)

```

DO 1 I = 1, M
DO 1 J = 1, M
IF (KX21 (I, J)) 3, 1, 3
3   NA (I) = I
   NA (J) = J
1   CONTINUE
   K1 = 1
   DO 4 I = 1, m
   IF (NA (I)) 15, 4, 15
15  NB (K1, K) = I
   K1 = K1+1
4   CONTINUE
   PRINT 43, K
43  FORMAT ('сторанга', 12)
   PRINT 44, (NB (I, K), I = 1, M)
44  FORMAT (3013)
   DO 5 I = 1, M
   DO 5 J = 1, M
   IF (NA (I) * NA (J)). NE.0) KX/ (I, J) + KX (I, J)
5   CONTINUE
   PRINT 42, K
42  FORMAT ('расширенная матрица ранга', 12)
PRINT 50, ((KX3 (I, J), J = 1, M), I = 1, M)
50  FORMAT (3X, 3013)
   N1 = NVG (KX3, M) * N/NVG (KX, M)
   N2= TO/TMAX
   N2=N - N2
   IF (N2.LT.N1) N1= N2
   TOC = 0
   K1=K1 - 1
   DO 7 I = 1, K1
   7 TOC = TOC+TAX (NB (I,K), NB (I+1, K))
PRINT 121, TOC
121 FORMAT (3X, 'время оборота в гиперсвязном сто', F3, 2)
DO 8 L=1, N1
   TFO = 0.0
   TFC = 0.0
   TIO = TO/(N - L)
   TIC = TOC/L
   TI1 = TIO*TIC/(TIO+TIC)
   AL = TIC/TIO

```

```

      PRINT 122, TIO, TIC, TI1, AL
122FORMAT (3X, 'TIO=', F5.2, 'TIC=', F5.2, 'TI 1=', F5.2, 'AL=', F5.2)
      DO 9 I = 1, M
      DO 9 J = 1, M
      KXC (I, J) = KX 3 (I, J) / (1 + AL)
9    KXO (I, J) = KX 3 (I, J) * AL / (1 + AL)
      DO 10 I = 1, M
      DO 10 J = 1, M
10   TFO = TFO + KXO (I, J) * (TI 1/2 + TA (I, J) +
      * (KX (I, J) – KX3 (I, J)) * (TIO/2 + TA (I, J))
      M1 = M – 1
      DO 11 I = 1, M1
      I1 = I + 1
DO 11 J = I1, M
      IF (J – I – 2) 14, 16, 16
14   TAL = TAX (I, J)
      GO TO 11
16   TAL = 0
      I2 = I
      DO 12 J1 = I1, J
      IF (NA (J1)) 12, 12, 13
13   TAL = TAL + TAX (12, J1)
      I2 = J1
12   CONTINUE
11   TFC = KXC (I, J) * (TAL + TI1/2) + TFC
      PRINT 123, TFC, TFO
123FORMAT (3X, 'TFC = ', E 15.8, 'TFO = ', E 15.8)
      TFUL (K, L) = TFC + TFO
      PRINT 54
54   FORMAT (' количество ТО ', 5X, ' суммарные затраты времени ')
45   FORMAT (10X, 13, 15X, E15, 8)
      PRINT 45, L, TFUL (K, L)
8    CONTINUE
      K = K + 1
      DO 105 I = 1, M
      DO 105 J = 1, M
105  KX1 (I, J) = KX1 (I, J) – KX2 (I, J)
      GOTO 30
32   TM = 10E9
DO 22 I = 1, M
DO 22 J = 1, M

```

```

IF (TFUL (I, J), GT.TM) GO TO 22
TM = TFUL (I, J)
MA = I
MB = J
    22CONTINUE
PRINT 25, MB
25  FORMAT (' количествоТО в гиперсвязном СТО ' 3X, 13)
PRINT 26
    26  FORMAT (' остановки экспресс рейса ')
PRINT 27, (NB (I, MA), I = 1, M)
27  FORMAT (3X, 3013)
28  FORMAT (' суммарные затраты времени при '
    * ' оптимальном режиме', 3X, E 15.8)
PRINT 28, TM
    SF = TKXO – TFUL (MA, MB)
    SF = SF * AL2/60
    PRINT 36, SF
36  FORMAT (' общийэффект ', 3X, E 15.8 ' единицзатрат ')
RETURN
    END
    SUBROUTINE MKOP (KX1, KX2, M, XMAX)
    DIMENSION KX1 (30, 30), KX2 (30, 30)
    XMAX = HX (KX1, M)
    DO 1 I = 1, M
    DO 1 J = 1, M
    IF (KX1 (I, J). LT.XMAX) GO TO 1
    XMAX = KX1 (I, J)
1  CONTINUE
    DO 6 I = 1, M
    DO 6 J = 1, M
    IF (KX1 (I, J) – XMAX) 5, 4, 4
5  KX2 (I, J) = 0
    GO TO 6
4  KX2 (I, J) = KX1 (I, J)
6  CONTINUE
RETURN

```

Выходные параметры программы поиска гиперсвязных
сетевых транспортных объектов

№ п/п Наименование параметра

Идентификатор

1.	Суммарные затраты времени на перемещение подвижных объектов в СТО	TKXO
2.	Номер ранга СТО	K
3.	Номера накопителей, входящих в СТО данного ранга	NB (I, K)
4.	Матрица корреспонденций данного ранга	KX 3(I, J)
5.	Количество транспортных объектов функционирующих в СТО данного ранга	L
6.	Суммарные затраты времени подвижных объектов при условии, что в СТО данного ранга функционирует N^* транспортных объектов	TFUL
7.	Количество транспортных объектов в гиперсвязном СТО (оптимальный вариант)	MB
8.	Набор накопителей гиперсвязного СТО (оптимальный вариант)	NB (I, MA)
9.	Суммарные затраты на перемещение подвижных объектов для оптимального варианта	TM
10.	Экономическая эффективность, связанная с уменьшением затрат на содержание элементов СТО	EF
11.	Экономическая эффективность от снижения затрат времени подвижных объектов на перемещение в СТО	SF

Приложение7

Исходные параметры для расчета временных режимов функционирования сетевых транспортных объектов

Таблица 1

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор
1.	Номер сетевого транспортного объекта	NM
2.	Номер дополнительных СТО	ND
3.	Длительность времени стоянки в накопителях	ST (1)
4.	Длительность времени P6	ST (2)
5.	Длительность времени P5	ST (3)
6.	Длительность времени P4	ST (6)
7.	Длительность времени пробега от $\hat{D}$ – объекта к накопителям СТО	ST (7)
8.	Количество контрольных пунктов отметки ТО в прямом направлении	KT (1)
9.	Количество контрольных пунктов отметки ТО в обратном направлении	KT (2)

10.	Временная матрица контрольных точек СТО	RTT (L, J)
11.	Время начала интервала	TSTR (J)
12.	Время конца интервала	TEND (I)
13.	Количество ТО в СТО на этом интервале	L (I)
14.	Время движения ТО в прямом направлении	TD (1)
15.	Время движения ТО в обратном направлении	TD (2)
16.	Сдвиг идеального размещения для интервала	SDV (1)

Источники информации по теме.

1. Горбачев М.С. Политический доклад Центрального комитета КПСС XXУП съезду коммунистической партии Советского Союза. // Правда. – 1986. – 26 февр.
2. Артынов А.П., Скалецкий В.В. Автоматизация процессов планирования и управления транспортными системами. – М.: Наука, 1981. – 280 с.
3. Правила организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте/ Под ред. Г.Л. Самойловича. – М.: Изд-во Минавтотранс РСФСР, 1983. – 54 с.
4. Болоненков Г.В. Организация скоростных автобусных сообщений в городах. – М.: Транспорт, 1977. – 160 с.
5. Д.С. Самойлов, Е.Н. Дубровин, В.С. Наumenko, Ю.М. Голонен. Городской скоростной пассажирский транспорт / - М.: Высшая школа, 1975. – 281 с.
6. Хрущев М.В., Логинов В.Н. Использование ЭВМ при организации автобусного сообщения в городах. – М.: ЦБНТИ Минавтотранс РСФСР, 1975. – 59 с.
7. Кущенко В.А., Бурковский В.Л. Алгоритмизация задач оперативной маршрутизации / Воронеж.политехн. ин-т. – Воронеж, 1985. – 14 с. Деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, № 279 ат – ДЕП 85.
8. Логинов В.Н. Исследование рациональной организации скоростных режимов автобусного сообщения на городских маршрутах: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1978. – 17 с.
9. Либерман С.Ю. Исследование и разработка методов рациональной организации движения автобусов на городских маршрутах: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1979. – 16 с.
10. Рюгер З. Эксплуатация городского пассажирского транспорта. – М.: Транспорт, 1977. – 207 с.
11. Тузовский А.Ф. Вопросы оптимизации оперативного управления движением пассажирского транспорта на маршрутах: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Томск, 1980. – 18 с.
12. Kaufmann A., Desbazeille G. ZaMethode du chemincritigue, Ed. Dunod. – Paris, 1966. – 128 p.
13. Проскурин А.В., Просанова Н.И. Методические указания по вопросам изучения пассажиропотоков на городских автобусных маршрутах. – М.: НИИАТ, 1979. – 58 с.

14. Вайншток М.А. Организация автобусных перевозок. – М.: Транспорт, 1979. – 87 с.
15. Математические методы в управлении городскими транспортными системами/ Под ред. О.Г.Фаянса. – Л.: Наука, 1979. – 150 с.
16. Гуревич Г., Семенов Г. Полуавтоматизированный метод составления расписаний. //Автомоб. транспорт. – 1981. - № 4. – С.23.
17. Иванюк Р. Полуавтоматизированный метод составления расписаний движения автобусов. // Инф. листок /Тульск. ЦНТИ – 1983. – № 476-84. – С. 1-4.
18. Расчет расписаний в режиме диалога с ЭВМ /Г.А.Воловиков, А.С.Орлов, Н.В.Орлова, С.Д.Хан. // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток, 1977. – С. 157-160.
19. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. – М.: Наука, 1984. – 392 с.
20. Крупник В.Ш., Маслич Т.Я. Автоматизированное составление расписаний движения. //Автомоб. транспорт. – 1981. – № 4. – С.22.
21. Nemhauser G. Aproblem in blec Service Scheduling. Oper. Res. – 1972 – V.20, № 4 – p. 813-814.
22. Гибкое автоматизированное производство. – Л.: Машиностроение, 1983. – 200 с.
23. Петров В.А. Групповое производство и автоматизированное оперативной управление. – Л.: Машиностроение, 1975. – 312 с.
24. Петров В.А., Смирнов С.Б., Васюхин О.В. Планирование и управление пропускной способностью гибких автоматизированных производственных систем. – Л.: ЛДНТП, 1985. – 25 с.
25. Шведов В.Е., Сегаль Л.С., Григоренко В.М. Автоматизированные системы перемещения грузов на складах. – Л.: ЛДНТП, 1985. – 27 с.
26. Воронцов В.И. Транспортно-накопительные и складские подсистемы дискретных производств. //Пром. транспорт. – 1984. – № 10. – С.9-12.
27. Воскобойников Б.С. Гибкие производственные системы. // Механизация и автоматизация пр-ва. – 1985. – № 4. – С.39-42.
28. Fuchs A., Greschner G., Ausarbeitung von Empfehlungen für BetriebsweisenmitLeitlicheingeschränktenVerfügbarkeit.TechnischerAbschlussberucht rum ap.2300:Forderungekenzeichen TV 7626. 1975. 240 s.
29. Miiller-Mezbach H. OptimaleReihenfolgen. Verlag-Berlin Springer: 1970.– 17 s.
30. Greschner G. Modifizirtesverfahren des «DynamieProgramming»ZurLösungeineIperiellen Travelling Salesmann Problemsbei der OptimalenRoutenberechnungBedarfgesteuertenBusse // Oper. Res. – 1981. – № 11837. – S. 372-381.
31. БаскинЭ. М. О среднем времени ожидания пассажира на автобусной остановке. // Теория и средства автоматики. – М., 1968. – С.43-58.
32. Раскин Е.Н., Хейфец Н.Б., К вопросу определения времени ожидания пассажира на маршруте городского пассажирского транспорта. //Экономико-математические методы планирования и управления в системах городского хозяйства. – Владивосток, 1977. – С.98-107.

33. Boyce D.E., Jouson B.N. A discrete transportation network design problem with combined trip distribution and assignment // *Transp. Res.* – 1978. – V.14., № 1 – P. 147-154.
34. Talvitie A., Dehgani Y. Models for Transportation Service // *Transp. Res.* – 1980. – V.1, B.19. – P. 87-99.
35. Olusegun A.. Some Characteristics of buses trip times During Door-to-Door Service // *Transp. Res.* – 1981, – V.5, B 15 – P. 359-361.
36. Evans S.P. Derivation and analyses of some models for combining trip distribution and assignment // *Transp. Res.* – 1976, – V. 10, P. 37-57.
37. Черных В.П. Аналитическое моделирование процесса обслуживания пассажиров на отдельном маршруте городского транспорта. // *Экономико-математические методы планирования и управления в системе городского хозяйства.* – Владивосток, 1977. – С. 108-120.
38. Turnquist M.A. Model for investigation the effect of service frequency and reliability on bus passenger waiting times // *Transp. Res.* – 1978. – № 663. – P. 70-73.
39. Петров Э.Г., Левченко Л.В. Математическая модель оптимизации параметров маршрута ГОТ. // *Инф. листок / Харьков, ЦНТИ.* – 1981. – № 81-05. – С. 1-2.
40. Leduse E. Amélioration du control des voyageurs aux points d'arrêt // *Revue UJTP.* – 1982. – V.31, № 4. – P. 323-382.
41. Daras Y. Irregularité des autobus et temps d'attente des Voyageurs // *Transp. environn. cirx.* – 1979. – № 33. – P. 13-21.
42. Gartner N.H. Optimal traffic assignment with elastic demands // *Transp. Sci.* – 1980. – V.14, № 2. – P 174-179.
43. Аникст М.Т., Пупышев А.В. Моделирование и оптимизация работы пассажирского транспорта на маршрутной сети города. // *Экономико-математические методы планирования и управления городским хозяйством.* – Владивосток, 1976. – С. 66-85.
44. Новиков О.А., Петухов С.И.. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. – М.: Сов.радио, 1969. – 400 с.
45. Вильсон А.Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 248 с.
46. Имельбаев Ш.С., Шмудьян Б.Л. Моделирование стохастических коммуникационных систем. // *Вильсон А.Д. Энтропийные методы.* – М., 1978. – С. – 248.
47. Wilson A.G. Urban and Regional models in Geography and Planning. John Wiley and Sons. – London, 1974. – 260 p.
48. Dijkstra E.W. A note on two problems in connection with graphs. *Numerical // – Mathematik.* – 1959. – № 1. – P. 269-271.
49. Кофман А. Введение в прикладную кибернетику. – М.: Наука, 1975. – 479 с.
50. Федоров В.П. Математическая модель формирования пассажиропотоков. // *Изв. АН СССР. Техн. кибернетика.* – 1974. – № 4. – С.29-42.
51. Шмудьян Б.Л., Имельбаев Ш.С. Модели передвижения пассажиров в городах // *Транспортные системы.* – М., 1978. – Вып. 4. – С. 7-14.

52. Диниц Е.А. Экономные алгоритмы нахождения кратчайших путей в сети // Транспортные системы. – М., 1978. – Вып.4. – С. 14-22.
53. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
54. Alon Black. Optimising urban mass transport systems, a General model // Transp. Res. – 1978. – № 877. – P.41-47.
55. Артынов А.П., Васильченко А.И., Скалецкий В.В. Имитация движения поездов на сети городского пассажирского транспорта // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве. – Владивосток, 1976. – С. 103-115.
56. Шульгин В.А. Планирование и управление процессом создания гибких автоматизированных производств. – Л.: ЛДНТИ, 1985. – 30 с.
57. Бурковский В.Л. Моделирование и анализ схем организации движения городского пассажирского транспорта: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Томск, 1977. – 22 с.
58. Andersson P.A., Scalia-Tomba G. P. A mathematical model of an urban bus route // Transp. Res. – 1981. – B.15, № 4.P.249-266.
59. Andersson P.A., Hermansson A., Fengwald E., Scalia-Tomba G. P. Analysis und simulation of an urban bus route // Transp. Res. 13 A. – 1981. – P. 439-466.
60. Антошвили М.Е., Варелопуло Г.А., Хрущев М.В. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ. – М.: Транспорт, 1971. – 46 с.
61. Dijon A. Appareil de pesee // Transp. Pub. – 1984. – № 812. – P.38-39.
62. Артынов А.П., Ембулаев В.П. Автоматизация сбора информации о пассажиропотоках на городском пассажирском транспорте. // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве. – Владивосток, 1976. – С. 115-131.
63. Артынов А.П., Ембулаев В.П. Методы и алгоритмы обработки информации о пассажиропотоках в системе управления городским пассажирским транспортом // Методы построения алгоритмических моделей сложных систем. – Таганрог, 1976. – С. 88-96.
64. Игнатенко А.С. Исследование потоков пассажиров и разработка метода автоматизированного учета пассажиров, развозимых автобусами на городских маршрутах. Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Киев: КАДИ, 1978. – 17 с.
65. Автоматизированный способ определения корреспонденций в городах. Инструкция. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1974. – 32 с.
66. Моспан Ю.П. и др. Автоматизированное устройство получения первичной информации о работе автобусов на маршруте //Автомоб. транспорт. – 1976. – №4. – С.43.
67. Устройство для подсчета штамповочных деталей: А.С. № 652589 СССР. Малинин А.В., Катков Ю.С. //Бюлл. изобретений и открытий. – 1979. – №10.
68. Устройство для распознавания и учета деталей: А.С. № 109253 Д СССР. Генкин В.Л. //Бюлл. изобретений и открытий. – 1984. – № 18.
69. Устройство для подсчета штучных предметов, перемещаемых конвейером: А.С. № 758209 СССР. Агафонов Е.И., Ковш А.Л. // Бюлл. – 1980. – № 31.
70. Устройство для регистрации экипажей: А.С. № 327503 СССР. Штыков В.А. и др. // Бюлл. – № 5. – 1972.

71. Устройство для подсчета пассажиров в транспортном средстве: А.С. № 1083212 СССР. / Кущенко В.А., Бурковский В.Л., Маркин И.И. // Бюлл. – 1982. – №4.
72. Кущенко В.А., Афанасьев Л.А., Арепьев О.Ю. Об оперативной идентификации параметров транспортного объекта управления / Воронеж.политехн. ин-т. – Воронеж, 1984. – 15 с. Деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР № 277 ат– 84.
73. Устройство для учета объема сортаментов: А.С. № 705486 СССР / Крупнов Б.А. // Бюлл. – 1979. – № 46.
74. Кущенко В.А. Устройства автоматической регистрации в контуре диспетчерского управления. // Оптимизация радиотехнических систем и их элементов. – Воронеж, 1983. – С. 5-7.
75. Бурковский В.Л., Кущенко В.А. Моделирование и выбор оптимальных параметров городского пассажирского транспорта // Экономия ресурсов и повышение технико-экономических показателей электромеханических систем и устройств. – Воронеж, 1982. – С. 59-60.
76. Кущенко В.А. Устройство для определения потоков подвижных объектов: полож. реш. на выдачу а.с. по заявке № 374384 / 24, 1984.
77. Гуревич Г.А., Михайлов А.Л., Лукьянов Р.С. Совершенствование методов обслуживания пассажиропотоков // Автомоб. транспорт. – 1981. – № 1. С. 24-26.
78. Кочаловская Э.М., Кривко А.Н., Крупник В.Ш. Получение характеристик пассажиропотоков и связей между остановками по результатам табличного обследования. // Пассажир.перевозки. Сер. 4 / ЦБНТИ. – М. – 1980. – С. 21-24.
79. Огий В.С. Модели анализа пассажиропотоков на маршрутах городского транспорта: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Томск, 1978. – 16 с.
80. Кущенко В.А. Модели, алгоритмы и устройства управления сложными технологическими сетями. // Материалы докл. II Всесоюз. конф. молодых ученых и специалистов. – М., 1984. – С. 29-30.
81. Артынов А.П., Ембулаев Л.Н., Пупышев А.В., Скалецкий В.В. Автоматизация управления транспортными системами. – М.: Наука, 1984. – 272 с.
82. Кущенко В.А. Оперативное управление сетевыми транспортными объектами / Воронеж.гос. ун-т. – Воронеж, 1985. – 107 с. Деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР № 260 ат – ДЕП85.
83. Кущенко В.А. Автоматизированный сбор информации о пассажиропотоках на маршрутированных видах транспорта // Инф. листок / Воронеж. ЦНТИ. – 1985. – № 4. – С. 1-4. (Приложение 70 с.).
84. Кущенко В.А. Устройство для подсчета подвижных объектов:Полож. решение на выдачу а.с. по заявке № 3801805/24, 1984.
85. Решиков М.Ю. Метод автоматизированного моделирования функциональных сетей (на примере человеко-машинных комплексов): Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Л., - 1983. – 17 с.
86. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М. Высшая школа, 1985. – 271 с.

87. Кущенко В.А. Имитационное моделирование дискретных технологических сетей / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 1985. – 15 с. Деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР № 259 ат– ДЕП85.
88. Никитин М.Г., Князев В.А. Транспортно-накопительная система на основе комбинированных линейных электродвигателей // Вестн. машиностроения. – 1985. – № 4. – С. 51-53.
89. Гибкое автоматизированное производство. / Под ред. С.А. Майорова. – Л.: Машиностроение, 1985. – 454 с.
90. Оре О. Теория графов. – М.: Наука, 1980. – 336 с.
91. Рейнгольд Э., Нивергельт Р., Део Н. Комбинированные алгоритмы (теория и практика). – М.: Мир, 1980. – 476 с.
92. Кофман А., Анри – Лаборуер А. Методы и модели исследования операций. – М.: Мир, 1977. – 432 с.
93. Методологические основы и математические методы / Под ред. Дж. Моуера, С. Элмаграби. – М.: Мир, 1981. – 230 с.
94. Баублис А.Б. Стохастические предприятия. – М.: Машиностроение, 1984. – 246 с.
95. Автоматизированная транспортная система / Былышко Б.И., Лобанов Л.В., Рошинский В.П. и др. // Электрон.пром-сть. – 1981. – № 10. – С. 41-43.
96. Гибкие производственные комплексы / Под ред. П.Н. Белянина, В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
97. Алексеев П.И. Технологическое проектирование гибких автоматизированных производств. – Л.: ЛДНТП, 1984. – 30 с.
98. Рабинович Л.М. Роботизация производства автомобилей // Робототехника / ВИНТИ. – 1985. – С. 12-13.
99. Дашенко А.И., Белоусов А.П. Проектирование автоматических линий. – М.: Высшая школа, 1983. – 328 с.
100. Войчинский А.М. Гибкие производственные системы и совершенствование методов управления ими // Стандарты и качество. – 1985. – № 8. – С. 28-31.
101. Козырев Ю.П., Каниев Н.М. Роботизированные технологические системы – разновидность гибких производственных систем // Станки и инструменты. – 1985. – № 3. – С. 2-3.
102. Робототехника / Андрианов Ю.Д., Бобриков Э.П., Гончаренко В.Н. и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 288 с.
103. Конвейеры: Справочник / Под ред. Пертена. – Л.: Машиностроение, 1984. – 365 с.
104. Льюси Ф., Розенкранц Д., Стирнз Р. Теоретические основы проектирования компиляторов. – М.: Мир, 1979. – 654 с.
105. Маккиман У., Хорнит Дж., Уортман Д. Генератор компиляторов. – М. Стройиздат, 1980. – 527 с.
106. Уэлдон Дж.Л. Администрирование баз данных. – М.: Финансы и статистика, 1984. – 207 с.

107. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. – М.: Мир, 1978. – 180 с.
108. Дрибас В.П. Реляционные модели баз данных. – Минск: БГУ, 1982. – 192 с.
109. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных. – М.: Наука, 1980. – 463 с.
110. Литвин В.Г., Аладышев В.П., Вениценко А.И. Анализ производительности мультипрограммных ЭВМ. – М.: Финансы и статистика, 1984. – 159 с.
111. Лавриненко М.В. Технология машиностроения и технологические основы автоматизации. – Киев: Вища школа, 1982. – 320 с.
112. Пакет прикладных программ для моделирования и исследования на ЭВМ дискретных систем. Математическое обеспечение ЕС ЭВМ. ПРО.309.007Д, 1977, 138 с.
113. Аваков Р.А., Тольденберг Л.М., Игнатьев В.О. Электронные управляющие машины. – М.: Связь, 1979. – 223 с.
114. Кущенко В.А., Афанасьев Л.А., Стрельцов П.Н. Построение моделей электронных схем, выполненных на логических элементах / Воронеж. политехн. ин-т. – Воронеж, 1984. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ № 2470 – 84 ДЕП.
115. Шеннон Р.Ю. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
116. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Полу численные алгоритмы. – М.: Мир, 1977. – 723 с.
117. Маталин А.А., Френкель Ю.И., Панов Ф.С. Проектирование технологических процессов обработки деталей на станках с числовым программным управлением. – Л.: ЛГУ, 1977. – 240 с.
118. Якушин Л.А. Проектирование структур автоматизированных систем управления движением транспорта. – М.: ВПИИ БД, 1981. – 38 с.
119. Печерский М.П., Холович Б.Г. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах. – М.: Транспорт, 1979. – 176 с.
120. Кущенко В.А. Автоматизация оперативного управления дискретными технологическими сетями с самообучением. // Микро-ЭВМ в управляющих и информационных системах промышленности СК. – М., 1985. – С. 14-16.
121. Залманзон Л.А., Пупырев Е.И.. Микропроцессоры в управлении и связи. – М.: Знание, 1982. – 63 с.
122. Зиссос Д. Проектирование систем на микропроцессорах. – Киев: Техника, 1982. – 176 с.
123. Клингман Э. Проектирование микропроцессорных систем. – М.: Мир, 1980. – 575 с.
124. Алдохин И.П. Моделирование работы сложных производственных систем. – Харьков: Вища школа, 1978. – 145 с.
125. Фрид А.М. Комплекс технологических средств автоматизированного заготовительного участка. // Принципы построения систем управления комплексно-автоматизированными участками и производствами. – ЦНИИ ПТ ИОТУ, 1982, с. 54-67.
126. Диоды и тиристоры: Справочник / Под ред. А.А. Чернышова. – М.: Энергия, 1980. – С. 175.

127. Зимодро А.Ф., Скабинский Г.Л. Основы автоматики. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 160 с.
128. Маркин И.И., Кущенко В.А., Пронин В.А. Оперативное управление автобусами на маршрутах ГПТ. // Инф. листок / Воронеж. ЦНТИ. – 1985. – № 167. – С. 1-4.
129. Рапопорт Л.Н., Солин Ю.В., Гравцов С.П. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. – М.: Машиностроение, 1977. – 246 с.
130. Вейцман К. Распределенные системы мини – и микро – ЭВМ. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 382 с.
131. Danas A. Arrivals of passengers and busses at two London bus-stops // Transp. Res. – 1980. – № 010. – P. 472-475.
132. Павленко Г.П., Половников В.С., Лопатин А.П. Автоматизированные системы диспетчерского управления движением пассажирского городского транспорта. – М.: Транспорт, 1979. – 207 с.
133. Кущенко В.А., Афанасьев Л.А. Система автоматизации технологии оперативного управления подвижными объектами // Автоматизация технологических процессов и промышленных установок. – Пермь, 1984. – С. 5.
134. Артынов А.П., Ембулаев В.Н. Методы и алгоритмы автоматизации обработки информации о пассажиропотоках на городском пассажирском транспорте. – Владивосток: ДВНУ. АН СССР, 1979. – 44 с.
135. Скалецкий В.В. Метод расчетного получения матрицы корреспонденций пассажиропотоков // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток, 1977. – С. 45.
136. Бурковский В.Л., Гудович И.С., Кущенко В.А. Оценка вариантов организации экспрессобслуживания и укороченных рейсов / Воронеж.гос. ун-т. – Воронеж, 1985. – 15 с. Деп. в ЦБНТИ № 290 ат- Д85.
137. Гудович И.С., Кущенко В.А., Ратинер Н.М. Об одном алгоритме организации экспресс обслуживания и укороченных рейсов на городском общественном транспорте // Математика – народному хозяйству. – Воронеж, 1984. – С.7.
138. Бурковский В.Л., Гудович И.С., Кущенко В.А. Об оценке вариантов организации экспресс обслуживания и укороченных рейсов // Прикладные проблемы анализа и управления макросистемами. – Алма-Ата, 1985. – С. 55.
139. Пузырев В.А. Микропроцессорное управление технологическими процессами производства микроэлектронных приборов // Техническая кибернетика / ВИНТИ. – М., 1984. – Т.16. – С.3-100.
140. Кущенко В.А., Бурковский В.Л. Модели и алгоритмы формирования графиков движения для маршрутов городского пассажирского транспорта / Воронеж.политехн. ин-т. - Воронеж, 1984. – 23 с. Деп. в ЦБНТИ, № 240 ат- Д84.
141. Рабочее место проектировщика: 15 ВУМС-037: ТО и ИЭ. – 1983. – № 3: 778.008. – 230 с.
142. Бондаренко А.В., Биренбаум М.И. Общая организация работы СУБД ВОКС / Воронеж.гос. ун-т. – Воронеж, 1984. – 9 с. Деп. в ВИНТИ № 8317-84.

143. Лазер И.М., Шубарев В.А. Устойчивость цифровых микроэлектронных устройств. – М.: Радио и связь, 1983. – 126 с.
144. Синельников В.Е. Алгоритмы анализа состояний в дискретных последовательностных устройствах // Изд. Вузов СССР. Техн. кибернетика. – 1975. – № 11. – С. 1235.
145. Отчет по х/д № 41/83. Обследование пассажиропотоков на городском транспорте: Отчет по х/д № 41/83 / Воронеж.проектно-технолог. бюро. № 299. – Воронеж, 1983. – 551 с.
146. Андреева И. На остановке – в ожидании перемен // Молодой коммунар (Воронеж). – 1983. – 16 марта.
147. Максарев Р.Ю., Горнштейн М.Ю. АСУ ТП в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1984. – С. 194.
148. Гребень Л.Г. Режимы работы механизированных яйце складов // Автоматизация в производстве с/х продукции. – Омск, 1985. – С. 92-98.
149. Кущенко В.А. Система оперативного управления транспортно-складским хозяйством // Инф. листок / Воронеж. ЦНТИ. – 1985. - № 85-60. – С. 1-4.
150. Бурковский В.Л., Кущенко В.А., Складов В.М. Имитационное моделирование городского пассажирского транспорта // Математические методы исследования систем автоматики и электромеханики. – Воронеж, 1982. – С. 47-56. – Деп. в ВИНТИ № 6135-82.
151. Расчет оптимальной схемы автобусных маршрутов в г. Острогожске: Отчет. / Саратов. КВЦ. – Саратов, 1980. – 57 с.
152. Системы параллельной обработки / Под ред. Д.Ивенса. – М.: Мир, 1985. – 412 с.
153. Валех Е. Последовательно-параллельные вычисления. – М.: Мир, 1985. – 456 с.
- Прат Т. Языки программирования: Разработки и реализация. – М.: Мир, 1979. – 574 с.