

Автор ер,

К 43

Министерство высшего и среднего специального образования УССР

Одесский технологический институт
пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова

На правах рукописи

Аспирант Кириллов Александр Петрович

Совершенствование математических методов расчета ППС
складов тарно-штучных грузов

специальность 05.13.07 – автоматическое управление и
регулирование, управление технологическими процессами
(пищевая промышленность)

Переучет 1987
Автореферат

диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Одесса – 1979

СМ

Работа выполнена на кафедре автоматизации производственных процессов Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент
И.С. Миронов

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор А.А. Смехов.

Кандидат физико-математических наук, доцент А.А. Бобров.

Ведущая организация – Всесоюзный научно-исследовательский институт торгового машиностроения (ВНИТОРГМАШ).

Защита диссертации состоится "18" мая 1979 г.
в 14-30 час. на заседании специализированного совета К 068.35.01 по специальности 05.13.07 "Автоматическое управление и регулирование, управление технологическими процессами" в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова (270039, Одесса-39, ул. Свердлова, 112, ОТИПП).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

Одесского
им. М.В. Ло-

9 г.

Миронов

12

013304
Одесский технологический
институт пищевой промышленности
им. М. В. Ломоносова

БИБЛИОТЕКА



v013304

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Современное общественное производство характеризуется быстрым ростом мощностей отдельных предприятий и образованием на их базе крупных производственных объединений и трестов, управление которыми становится возможным при наличии резервов сырьевых ресурсов и (или) производственных мощностей. Производственные мощности в нашей стране еще далеки от насыщения, в то же самое время сырьевые ресурсы громадны.

Благодаря росту общественного производства и необходимости управления им, одной из важнейших и неизбежных тенденций в развитии материально-технического снабжения явилось значительное увеличение из года в год запасов материальных ценностей, которые достигают в настоящее время колоссальных размеров. В 1960 г. запасы составили 70.998 млн.руб., в 1972 г. они превысили 187.174 млн.руб., а в 1975 г. составили 234.305 млн.руб.

Приведенные цифры косвенно свидетельствуют о большом значении для экономики СССР развития складского хозяйства, экономическая роль которого определяется необходимостью создания различных форм запасов.

В "Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 годы" ставится задача соединить все звенья основного и вспомогательного производства в единый технологический процесс, регламентирующий операции по превращению исходных материалов в готовую продукцию.

Актуальность проблемы характеризуется еще и тем, что на погрузочно-разгрузочных работах в нашей стране занято около 9 млн. рабочих, и их число ежегодно увеличивается на 250-300 тысяч человек.

Целью диссертационной работы является исследование и разработка математических методов расчета оптимального технического оснащения поточно-производственной системы (ППС) склада для тарно-штучной продукции.

Научная новизна. Разработка математических методов ведется при предположении случайного характера входящих потоков и обслуживания общего типа, причем для математического описания их используются не функции распределения (ФР), а некоторое число их статистических параметров, что является новым по отношению к методам описанным в литературе.

В исследовании решены и выносятся на защиту следующие положения:

- описание входящих в складскую систему грузопотоков и обслуживания посредством некоторого числа статистических параметров соответствующих распределений;
- метод построения по некоторому числу статистических параметров входящих грузопотоков кусочно-постоянных ФР, реализующих, соответственно, наиболее "легкие" и наиболее "тяжелые" условия работы ППС склада, и оценить на этой основе необходимое число статистических параметров для их описания, исходя из требуемой точности;
- использование результатов, полученных при описании входящих грузопотоков и обслуживания, в действующих методиках расчета ППС склада для тарно-штучной продукции;
- метод расчета среднего времени выборки информации, основанный на предположении вероятностной адресации ее в массивах.

Методика решения поставленных в работе задач заключается в совместном использовании результатов полученных в теории моментов, теории массового обслуживания и в методиках расчета ППС склада, в привлечении ЭВМ при моделировании рассмат-

риваемых систем.

Практическая ценность работы. Результатом исследований является совокупность формул и алгоритмов, связывающих их, для расчета мощностей фаз ППС склада для тарно-штучных грузов и емкостей между ними при произвольных законах распределения входящих грузопотоков и обслуживания, которые расширяют возможности существующих методик.

Реализация научно-технических результатов работы. Результаты работы использованы при проектировании складского хозяйства Львовского электролампового завода. Кроме того, результаты, связанные с расчетом характеристик обработки ЭВМ потока сообщений, использовались при проектировании комплекса программ по задаче "Составление планов материально-технического снабжения", функционирующей в настоящее время в составе автоматизированной системы управления отрасли заготовок.

Структура диссертационной работы подчинена задаче исследования. Диссертация состоит из введения, списка условных обозначений и сокращений, четырех глав, выводов и рекомендаций, списка использованной литературы и восьми приложений.

Список использованной литературы содержит 131 наименование. Общий объем диссертации: основного текста - 135 с., приложений - 47 с., 10 таблиц и 5 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Состояние вопроса и постановка задачи исследования. В настоящее время существует несколько методик сравнения вари-

антов ППС склада и выбора оптимального. Основопологающим моментом в каждой из них является описание входящих в систему потоков и времени обслуживания в ее фазах.

В некоторых работах авторы предполагают входящие потоки и время обслуживания детерминированными и стохастичность процессов частично учитывают введением коэффициентов неравномерности, причем в некоторых случаях рассматривают коэффициент неравномерности как постоянную величину, в других - предлагается рассматривать суточную неравномерность поступления партий груза как случайную величину.

Более естественно рассматривать входящие в складскую систему грузопотоки и обслуживание как случайные процессы. В работах Платонова П.Н., Павлова А.И., Жуковского Э.И. выбор оптимального варианта ППС склада тарно-штучных грузов осуществляется методом их анализа при помощи показателя "Приведенные расходы". Входящие в складскую систему потоки и время обслуживания в каналах фаз предполагается простейшим. Расчет емкостей приемной и отпускной экспедиций склада ведется при предположении малой вероятности блокирования фронтов погрузки и разгрузки.

К недостаткам указанных работ следует отнести то, что при определении оптимального варианта ППС склада в неполном объеме учитываются связи складской системы с внешней средой. Кроме того, использование только простейших потоков ограничивает практическое применение результатов.

Частично указанных недостатков не имеет метод, предложенный сотрудниками МИИТа. Этот метод положен в основу проекта новой методики расчета грузовых фронтов, в которой предполагается, что поток заявок является простейшим, а время обслуживания - показательным. В случае одноканальной системы закон

распределения времени обслуживания предполагается произвольным. Если же потоки не являются простейшими или детерминированными, то предлагается использовать метод Монте-Карло.

Во многих работах, на основе обработки статистического материала по работающим объектам, показано, что наряду с пуассоновскими на практике часто встречаются и другие типы распределений.

Рассматривая системы $M/G/1$ и $GI/M/1$, можно показать, что в первой из них, при неблагоприятном выборе ФР времени обслуживания, относительная погрешность в расчетах среднего времени простоя заявок в очереди может достигнуть 100%, в то время как во второй, при неблагоприятном выборе ФР входящего потока, она может превысить 500% (!), т.е. $GI/M/1$ обладает высокой чувствительностью к изменениям ФР входящего потока и, хотя она и чувствительна к изменениям ФР времени обслуживания, влияние этих изменений значительно меньше. Погрешность, которая может возникнуть при неправомерном использовании простейших потоков, может оказаться значительной.

Все рассмотренное выше показывает, что ограничиваться простейшими или даже эрланговскими потоками при расчете ППС склада нежелательно. Требуется включить в рассмотрение более широкий класс ФР. А это, в свою очередь, делает естественным желание иметь приближенный метод расчета, в котором в качестве исходных данных фигурировали бы не ФР, определяющие входящие потоки и обслуживание, а некоторое число их статистических параметров, что значительно расширяет класс рассматриваемых потоков.

Метод, построенный на использовании начальных моментов при описании потоков, обладает и другим преимуществом.

ППС склада реконструируют и сооружают не сразу, а в тече-

ние нескольких лет, по мере ввода в эксплуатацию производственных мощностей промышленного предприятия и роста грузооборота, т.е. ППС склада следует рассматривать в ее развитии и капитальные вложения осуществлять поэтапно. Традиционный метод трудно использовать при рассмотрении системы в развитии. В настоящее время достаточно хорошо разработаны методы прогнозирования статистических параметров процессов, вопросы же прогнозирования ФР проблематичны.

В диссертации разрабатывается метод расчета показателей качества функционирования фаз склада, рассматриваемых каждая как СМО, на основе приближения ФР по конечной последовательности моментов, что является новым.

Характерной тенденцией функционирования современных производственных предприятий является прогрессирующий рост ПРТС работ, что предопределяет рост собираемой, обрабатываемой, хранимой и передаваемой информации. Исследования показывают, что объем управленческой деятельности растет существенно быстрее объемов транспортно-технологических процессов. Этот факт предопределил исключительную важность проблемы автоматизации управления как информационного процесса. Важнейшим техническим элементом, позволяющим создавать новые организационно-технические системы для управления ППС склада, являются ЭВМ. ППС склада и ЭВМ образуют единую интегрированную систему, при этом важное значение имеет расчет параметров обслуживания ЭВМ потока информации, связанного с управлением ППС склада.

Подводя итог обзору существующих методов расчета ППС склада для тарно-штучных грузов, сформулируем основные задачи, поставленные и решаемые в диссертации:

I. Разработать метод приближения ФР, описывающих входящие

в складскую систему потоки, посредством конечного числа начальных моментов, позволяющий строить приближения, реализующие, соответственно, наиболее "легкие" и наиболее "тяжелые" условия работы ППС склада;

2. Разработать метод оценки показателей качества функционирования СО и на этой основе метод, позволяющий определять необходимое число начальных моментов для описания входящих в складскую систему потоков, исходя из требуемой точности;

3. Произвести расчеты на ЭВМ относительной погрешности показателей качества функционирования СО при двух, трех и т.д. заданных моментах. Дать рекомендации, в зависимости от требуемой точности, о необходимом числе начальных моментов для описания входящих в складскую систему потоков;

4. Разработать метод корректировки среднего времени ожидания в одноканальной СО, позволяющий учитывать отклонения случайной величины продолжительности обслуживания от показательной по ее коэффициенту вариации;

5. Проверить надежность разработанных моделей посредством сопоставления данных, полученных моделированием СО на ЭВМ и в результате расчетов, выполненных в соответствии с предлагаемой методикой;

6. Показать возможность использования результатов, полученных при описании входящих потоков и обслуживания, в действующих методиках расчета ППС склада тарно-штучных грузов. Показать возможность учета надежности механизмов и особенности расчета при поэтапном развитии складской системы;

7. Разработать метод расчета среднего времени выборки информации и оценки объемов памяти на внешних носителях для ее организации и хранения, основанный на предположении вероятностной адресации информации в массивах.

Входящие потоки и обслуживание. Пусть t_1, t_2, t_3, \dots моменты поступления заявок на какой-либо из технологических участков склада. Положим $\xi_k = t_k - t_{k-1}, k \geq 1, t_0 = 0$.

Входящий поток однородных заявок на обслуживание задан, если известна ФР случайной величины $\xi_k, k \geq 1$,

$$F_{\xi}(t) = P\{\xi_k < t\}.$$

Пусть $\bar{c} = \{c_k\}_0^n$ заданная последовательность моментов ФР входящего потока. Обозначим через $V(\bar{c})$ совокупность всех распределений $F_{\xi}(t)$, каждое из которых имеет одинаковые первые n моментов.

Для моментной последовательности \bar{c} находим, соответственно, нижнее и верхнее главные представления,

$$F_n(t) = \sum_{k=1}^m p_k \eta(t - t_k), \quad (1)$$

где m - число скачков ФР $F_n(t)$;

p_k - величина скачка в точке t_k ;

$\eta(t)$ - единичная функция Хевисайда.

Эти ступенчатые функции и будем брать в качестве приближений ФР входящих потоков.

Как для случая четного, так и для случая нечетного числа моментов, неизвестные $2m$ параметров ФР $F_n(t)$ определяются, если известна некоторая дробно-рациональная функция

$$R(t) = \Psi_m(t) / \psi_m(t), \quad (2)$$

причем, $t_k, k = 1, 2, \dots, m$, являются тогда корнями многочлена m -ой степени

$$\psi_m(t) = 0, \quad (3)$$

а $p_k, k = 1, 2, \dots, m$, определяются по формулам:

$$P_k = \varphi_m(t_k) / \psi_m'(t_k), \quad k=1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

Рассмотрим первый случай. Известно нечетное число моментов, $n=2m-1$ (нулевой момент всегда равен единице, его не считаем). Известно также, что носитель ФР входящего потока сосредоточен на конечном интервале $[a; b]$. Искомая дробно-рациональная функция для получения нижнего главного представления определяется формулой

$$R(t) = \frac{1}{\alpha_1 t + \beta_1 - \frac{1}{\alpha_2 t + \beta_2 - \dots - \frac{1}{\alpha_m t + \beta_m}}} = \frac{\varphi_m(t)}{\psi_m(t)}, \quad (5)$$

в которой подходящая дробь получается при разложении выражения

$$\frac{C_0}{t} + \frac{C_1}{t^2} + \dots + \frac{C_{2m-1}}{t^{2m}}$$

в цепную дробь, остановленную на m -ом шаге.

Для получения верхнего главного представления, дробно-рациональная функция определяется формулой

$$R(t) = \frac{1}{\alpha_1 t + \beta_1 - \frac{1}{\alpha_2 t + \beta_2 - \dots - \frac{1}{\alpha_m t + \beta_m - \frac{1}{\lambda}}}} = \frac{\varphi_{m+1}(t)}{\psi_{m+1}(t)}, \quad (6)$$

в которой

$$\lambda = \frac{1}{b-a} \left[\frac{\psi_{m-1}(b)}{\psi_m(b)} - \frac{\psi_{m-1}(a)}{\psi_m(a)} \right] (t-a) + \frac{\psi_{m-1}(a)}{\psi_m(a)}. \quad (7)$$

Во втором случае, когда известно нечетное число моментов, т.е. когда, наряду с моментами $\{c_k\}_0^{2m-1}$, известен еще один момент - C_{2m} , для определения соответствующих нижнего и верхнего главных представлений требуется знать коэффициент α_{m+1} , получаемый на $(m+1)$ шаге при разложении выражения

$$\frac{C_0}{t} + \frac{C_1}{t^2} + \dots + \frac{C_{2m-1}}{t^{2m}} + \frac{C_{2m}}{t^{2m+1}}$$

в цепную дробь. В этом случае дробно-рациональная функция определяется формулой (6), в которой

$$\mathcal{L} = \alpha_{m+1}(t - \alpha) + \psi_{m-1}(\alpha) / \psi_m(\alpha), \quad (8)$$

при определении нижнего главного представления и

$$\mathcal{L} = \alpha_{m+1}(t - \beta) + \psi_{m-1}(\beta) / \psi_m(\beta), \quad (9)$$

при определении верхнего главного представления.

В случае, когда интервал, определяющий носитель ФР $F_{\Sigma}^*(t)$, неизвестен, следует положить $\alpha = 0$ и β устремить к бесконечности. В этом случае формулы (7), (8) и (9), соответственно, преобразуются к виду:

$$\mathcal{L} = \frac{\psi_{m-1}(0)}{\psi_m(0)}, \quad \mathcal{L} = \alpha_{m+1}t + \frac{\psi_{m-1}(0)}{\psi_m(0)}, \quad \mathcal{L} = \infty. \quad (10)$$

Пользуясь общим случаем, нетрудно получить формулы для построения нижнего и верхнего главных представлений для моментной последовательности $\{c_k\}_0^n$, $n = 2, 3$.

Один из важных вопросов, который должен быть рассмотрен, это - можно ли, пользуясь приближениями ФР входящего потока по некоторому числу моментов, рассчитать показатели качества функционирования СО с хорошей на практике точностью.

Показатели качества функционирования системы $GI/M/s$, такие как среднее время ожидания заявок и распределение их количества в очереди и в системе в установившемся режиме, нетрудно рассчитать, если известен единственный корень уравнения

$$\omega = \int_0^{\infty} e^{-(1-\omega)S\mu t} dF_{\xi}(t), \quad (II)$$

лежащий в интервале $(0;1)$, где $S\mu$ - суммарная интенсивность обслуживания. Заметим, что уравнение (II) для случая ступенчатой ФР (I) принимает вид

$$\omega = \sum_{k=1}^m p_k e^{-(1-\omega)S\mu t_k}. \quad (I2)$$

В случае нечетного числа моментов, на нижнем главном представлении достигается наименьшее, а на верхнем - наибольшее значения корня уравнения (II). При четном же числе моментов, наименьшее значение достигается на верхнем, а наибольшее - на нижнем главных представлениях.

Таким образом, предложенный метод при любом числе моментов дает возможность вычислить наименьшее и наибольшее значения корня и найти относительную погрешность, возникающую вследствие неполноты информации о входящем потоке. Исследования, выполненные на ЭВМ, показывают, что для расчета СО методом, предложенным в диссертации, необходимо знание трех, четырех, но не более пяти моментов.

Аналогия с формулой Поллячека-Хинчина для систем с простейшим входящим потоком и произвольным обслуживанием наводит на мысль, что вычисление приближенного значения среднего времени простоя заявок в очереди в СО $G1/G/1$ можно проводить по формуле

$$W = W_n f_{\xi}(V(\xi)), \quad (I3)$$

где W - среднее время простоя заявок в очереди;

W_n - среднее время простоя заявок в очереди в системе с

показательным распределением времени обслуживания;

$f_{\xi}(V(\xi))$ - функция, зависящая от коэффициента вариации СВ продолжительности обслуживания и от ФР входящего потока.

Приближение функции $f_{\xi}(V(\xi))$ ищем в виде

$$f_{\xi}(V(\xi)) = A + B V(\xi) + C V^2(\xi). \quad (14)$$

Коэффициенты A , B и C находим методом интерполяции, причем интерполяционные многочлены ищем в виде многочленов третьей степени, коэффициенты которых находим из условия, чтобы каждый из них проходил через четыре заданные точки. Требуемые точки рассчитываем аналитическим методом, используя систему $E_e/E_k/1$ при $\ell = 1-4$, $k = 1-4$.

Окончательно получаем:

$$\left. \begin{aligned} A &= 12,76 - 53,94 V(\xi) + 78,14 V^2(\xi) - 36,46 V^3(\xi) \\ B &= -32,79 + 136,91 V(\xi) - 194,38 V^2(\xi) + 90,26 V^3(\xi) \\ C &= 21,03 - 82,98 V(\xi) + 116,25 V^2(\xi) - 53,80 V^3(\xi) \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Расчет ППС склада тарно-штучной продукции. Задача оптимизации технического оснащения складской системы предприятия состоит из трех основных этапов: математического описания работы склада, выбора критерия оптимизации и синтеза экономико-математической модели и, наконец, построения и реализации алгоритма поиска оптимума.

Для математического моделирования работы склада следует изучить особенности функционирования его ППС и характер поступления транспортных средств к грузовым фронтам. Выражаясь в терминах теории массового обслуживания, речь идет об изучении функционирования СО и структуры входящих потоков. При

этом следует учитывать понижение производительности в случаях выхода части оборудования из строя и блокирования фаз склада взаимодействующими с ними технологическими участками.

Учесть понижение производительности в случае выхода части оборудования из строя можно, определяя для этого математическое ожидание числа погрузочно-разгрузочных машин в рабочем парке (M_y) и, на этой основе, определяя среднюю производительность ($M_y \cdot q_n$) соответствующей фазы обслуживания.

Приемная экспедиция склада является двухфазной системой. Условия работы обеих фаз приемной экспедиции: фронта разгрузки и участка сортировки, тем больше будут стремиться к идеальным, т.е. вторая фаза не будет блокировать первую, чем больше емкость между ними будет приближаться к бесконечности. Но в действительности очередь перед второй фазой не может быть близка к бесконечности, так как площадь, занимаемая приемной экспедицией склада, ограничена и поэтому вероятность блокирования фронта разгрузки не равна нулю. Обозначим ее через Π_1 .

Вероятность Π_1 можно трактовать как ту часть времени, которую механизмы простаивают из-за отсутствия емкости в приемной экспедиции склада.

Кроме того, при поступлении грузов в адрес грузового фронта вагонами МПС происходят потери механизмами рабочего времени в процессе выполнения маневровых работ у фронта. Обозначим ту часть времени, которую фронт разгрузки блокирован по этой причине, через Π_2 . Теперь, часть времени, которую фронт разгрузки простаивает в результате его блокирования или участком сортировки, или в процессе выполнения маневровых работ

$$\Pi_p = \Pi_1 + \Pi_2 \quad (16)$$

Если через q'_n мы обозначим производительность подъемно-

-транспортных механизмов в единицу времени, то их производительность с учетом возможности блокирования

$$q_n = q_n' (1 - \Pi_p). \quad (17)$$

Аналогичным образом рассматривается отпускная экспедиция склада.

Как уже говорилось выше, СО обладает высокой чувствительностью к изменениям ФР входящего потока и, хотя она и чувствительна к изменениям ФР времени обслуживания, влияние этих изменений значительно меньше. За основу в аналитическом методе расчета показателей качества функционирования фаз склада взята система $G1/M/S$, с рекуррентным входящим потоком общего типа и показательным распределением времени обслуживания. В случае одноканальной системы, среднее время ожидания, как наиболее важный показатель качества, корректируется затем по значению коэффициента вариации закона распределения времени обслуживания.

Пусть ω - найденное значение корня уравнения (12), тогда среднее время простоя заявок в очереди

$$\omega = \frac{A}{s\mu(1-\omega)^2}, \quad (18)$$

где A определяется по формуле

$$A = \frac{1}{1-\omega} + \sum_{j=1}^s \frac{\binom{s}{j}}{C_j(1-\varphi_j)} \frac{[s(1-\varphi_j) - j]}{[s(1-\omega) - j]} \quad (19)$$

и

$$\varphi_j = \sum_{k=1}^m p_k e^{-j\mu t_k}, \quad C_j = \prod_{k=1}^j \frac{\varphi_k}{1-\varphi_k}. \quad (20)$$

Вероятности состояний системы

$$P_k = \begin{cases} \sum_{z=k}^{s-1} (-1)^{z-k} \binom{z}{k} U_z, & k=0, 1, \dots, s-1; \\ A \omega^{k-s}, & k=s, s+1, \dots \end{cases} \quad (21)$$

где

$$U_2 = A C_2 \sum_{j=2+1}^S \frac{\binom{S}{j}}{C_j (1-\varphi_j)} \frac{[S(1-\varphi_j)-j]}{[S(1-\omega)-j]} \quad (22)$$

Обозначим предельную величину числа заявок в системе через N . Тогда вероятность того, что в системе будет более N заявок на обслуживание

$$\Pi = \sum_{k=N+1}^{\infty} P_k = \sum_{k=N+1}^{\infty} A \omega^{k-S} = \frac{A \omega^{N+1-S}}{1-\omega} \quad (23)$$

Например, при расчете второй фазы склада (участка сортировки) величина Π есть вероятность блокирования фронта разгрузки из-за отсутствия места в приемной экспедиции склада. Формулу (23) нетрудно преобразовать к виду

$$N = (S-1) + \frac{e_n \Pi (1-\omega) - e_n A}{e_n \omega}, \quad (24)$$

что дает возможность по заданному значению величины Π находить емкость между фазами приемной экспедиции склада.

Аналогичным образом рассчитывается и емкость между другими технологическими участками склада.

Изложенное выше дает возможность вычислять приведенные расходы на создание и эксплуатацию складской системы в каждом из рассматриваемых вариантов. Общий вид показателя "Приведенные расходы" обсуждается многими авторами: Платоновым П.Н., Жуковским Э.И., Павловым А.И., Смеховым А.А., Дерибас А.Т., Карпухиным Т.Н. и многими другими. В работах перечисленных авторов достаточно подробно освещены вопросы, связанные с алгоритмом оптимизации технического оснащения складской системы с учетом, если это требуется, ее поэтапного развития.

В. © 13304

Расчет характеристик, связанных с управлением ППС склада посредством ЭВМ. При решении задач управления ППС склада при помощи ЭВМ поиск требуемой информации осуществляется во вполне определенном массиве, входящем в состав модели склада. Количество записей в рассматриваемом массиве с течением времени изменяется, массив пополняется новой информацией, из него удаляется уже устаревшая.

Пусть массив имеет прямую организацию и содержит в среднем N записей (количество записей в массиве может колебаться в пределах от N_{\min} до N_{\max}).

Предполагаем, что ключ произвольного сообщения, поступившего на обработку с равной вероятностью P , $P=1/n$, рандомизируется в любой из n возможных адресов. Рандомизация ключей двух различных сообщений независима.

В этом случае коэффициент упаковки массива равен

$$K_y = \frac{\lambda}{\lambda + e^{-\lambda}}, \quad (25)$$

где $\lambda = NP$.

Максимум коэффициента упаковки достигается при $\lambda = 1$, когда число адресов в основном массиве равно числу документов, т.е. $n = N$.

Зная коэффициент упаковки массива, рассчитанный при $N=N_{\max}$, нетрудно подсчитать емкость, которую требуется отвести массиву.

Среднее число обращений к ЗУПД, которое нужно произвести при поиске одной записи, равно

$$H_1 = \frac{1}{2} + \frac{\lambda}{2(1-e^{-\lambda})}. \quad (26)$$

Второй случай. Основной массив, имеющий последовательную

организацию и содержащий в среднем N записей, упорядочен. Коэффициент блокирования записей в массиве равен K_c . Обращается пакет, содержащий m поступивших в систему сообщений.

Для поиска информации, соответствующей документам пакета, потребуется считывание в среднем

$$H_m = \frac{m(N+1)}{(m+1)K_c} \quad (27)$$

блоков.

Время, затрачиваемое на обращение (чтение или запись) к ЗУПД, определяет в основном время поиска нужной информации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработанный метод приближения ФР позволяет описывать входящие в складскую систему потоки посредством конечного числа начальных моментов. Он позволяет по конечному числу их строить приближения, реализующие, соответственно, наиболее "легкие" и наиболее "тяжелые" условия работы ППС склада;

2. Разработанный метод оценки показателей качества функционирования СО позволяет определять необходимое число начальных моментов для описания входящих потоков, исходя из требуемой точности;

3. Расчеты, выполненные на ЭВМ, показывают, что для удовлетворительного описания входящих в складскую систему потоков необходимо знание, в зависимости от требуемой точности, трех, четырех или пяти начальных моментов. Знание началь-

ных моментов порядка выше пятого к существенному увеличению точности не приводит;

4. Разработанный метод корректировки среднего времени ожидания в очереди в одноканальной С0 позволяет учитывать отклонения случайной величины продолжительности обслуживания от показательной;

5. Сопоставление данных, полученных моделированием работы С0 на ЭВМ и в результате расчетов, выполненных в соответствии с предложенной методикой, подтверждает достаточную надежность приведенных математических моделей;

6. Разработанный метод расчета показателей качества функционирования С0 позволяет использовать результаты, полученные при описании входящих потоков и обслуживания, в действующих методиках расчета ППС склада тарно-штучной продукции с учетом при этом надежности подъемно-транспортных механизмов и особенностей ее поэтапного развития;

7. Разработанный метод расчета среднего времени выборки информации, основанный на предположении вероятностной адресации ее в массивах, позволяет при создании программного обеспечения по обслуживанию потока сообщений, выбрать наиболее рациональный способ организации информации и оценить объемы требуемой при этом памяти на внешних носителях (магнитных дисках, барабанах, магнитных картах).

При разработке проекта новой складской системы большая часть требуемой информации определяется еще до ее построения, априори. Для задания входящих потоков требуется знание не менее трех начальных моментов, описывающих их.

Математическое ожидание случайной величины интервала между поступлениями в систему двух соседних заявок можно рассчитать. Однако, второй и третий начальные моменты при отсутствии ста-

тики рассчитать трудно. Это можно сделать приближенно на основе экспертных оценок.

Одной из задач, планируемых к решению, является задача определения факторов, влияющих на значения второго и третьего начальных моментов при известном первом моменте, и классификации на этой основе складских систем таким образом, чтобы приближенные значения второго и третьего моментов в каждой из классификационных групп определялись как функции первого момента.

Решение сформулированной задачи позволит автоматизировать задачу экспертной оценки характеристик входящих в складскую систему потоков.

Результаты исследований использованы для усовершенствования методики расчета ППС склада для тарно-штучной продукции, которая использована, в частности, при проектировании складского хозяйства Львовского электролампового завода.

Исследования, связанные с расчетом характеристик обработки ЭВМ потока сообщений, использованы при проектировании комплекса программ по задаче "Составление планов материально-технического снабжения", функционирующей в настоящее время в составе автоматизированной системы управления отрасли заготовок.

Основные результаты работы по мере ее выполнения с 1973 г. ежегодно докладывались на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников института, а также на Всесоюзном научно-техническом семинаре "Механизация и автоматизация ПРР на транспорте", г. Москва, 1974 г., Всесоюзной научно-технической конференции "Состояние и перспективы развития АСУ предприятиями", г. Пермь, 1977 г.

Основное содержание диссертации достаточно полно опубликовано в работах автора:

1. Кириллов А.П. Об использовании моментов в некоторых задачах массового обслуживания.- В сб.: Промышленная кибернетика/ Институт кибернетики АН УССР, Киев, 1978, с. 25-31.

2. Миронов И.С., Кириллов А.П. Об одном математическом методе расчета ПТС склада для тарно-штучных грузов.- В препринте: Методические вопросы построения АСУ/ Институт кибернетики АН УССР, Киев, 1978, с. 38-44.

3. Кириллов А.П., Миронов И.С. Об одном приближенном методе решения задач массового обслуживания.- "Автоматика и телемеханика", 1978, № 7, с. 188-191.

4. Платонов П.Н., Жуковский Э.И., Кириллов А.П. К проблеме повышения уровня работы транспорта, обслуживающего склады.- В сб.: Механизация и автоматизация ПРР на транспорте/ КМБ ВСНТО, М., 1974, с. 175-179.

5. Кириллов А.П. О выборе организации массивов информации при разработке математического обеспечения.- В сб.: Состояние и перспективы развития автоматизированных систем управления предприятиями/ ЦНИИТЭИ приборостроения, М., 1977, с. 39.

6. Платонов П.Н., Кириллов А.П., Книжко О.П. Исследование возможности организации оптимальных по времени поиска больших массивов информации.- "Управляющие системы и машины", 1972, № 2, с. 28-31.

7. Платонов П.Н., Жуковский Э.И., Ярковая Э.И., Кириллов А.П. Автоматизация составления планов материально-технического снабжения.- "Применение математических методов, вычислительной техники и оргтехники в материально-техническом снабжении", 1977, № 5, с. 5.