

6
А48

Министерство связи СССР

200

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
МОСКОВСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СВЯЗИ

на правах рукописи

Селихов Ф.Ф.

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ

/Специальность № 305 - механизация и
автоматизация предприятий и средств
связи/

Автореферат диссертации на соискание учёной
степени кандидата технических наук

Москва - 1971 г.

Министерство связи СССР

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
МОСКОВСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СВЯЗИ

на правах рукописи

Селихов Ф.Ф.

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ

/Специальность № 305 - механизация и
автоматизация предприятий и средств
связи/

Автореферат диссертации на соискание учёной
степени кандидата технических наук

Москва - 1970 г.

Одним из основных направлений технического прогресса является автоматизация производственных процессов и процессов управления на базе применения средств вычислительной техники и передачи данных.

В последнее время в отрасли связи наметилось широкое направление разработки и внедрения автоматизированных систем обработки производственной (технологической) информации и управления всей отраслью и подотраслями, входящими в нее.

Необходимость в автоматизации этих процессов обусловлена ускоряющимся ростом объемов информации, возрастающей сложностью процессов обработки информации и управления, уменьшением времени, допускаемого на обработку информации, необходимостью учета экономических факторов при принятии решений в производственных процессах и управлении отраслью.

Одной из первых подотраслей связи, начавших разработку и внедрение комплексных автоматизированных систем обработки производственной (технологической) информации является почтовая связь. Первоначальная разработка и внедрение автоматизированной системы обработки информации (система "Онега") предусматривала оформление, сбор, передачу и обработку информации о переводных, пенсионных и других почтово-кассовых операциях.

В настоящее время предполагается за счет расширения функций системы "Онега" распространить ее действие на другие производственные процессы почтовой связи, производственные процессы других подотраслей связи и использовать результаты обработки информации для целей автоматизированных систем управления.

При проектировании автоматизированных систем обработки информации, выполняющих такой широкий круг задач, перед

разработчиками возникают следующие основные проблемы:

- определение показателей качества функционирования системы;
- определение обобщенных критериев, оценивающих качество и эффективность автоматизированной системы;
- определение функций, выполняемых системой и очередность их внедрения;
- выбор и обоснование структуры системы обработки информации;
- разработка или выбор методов расчета показателей качества функционирования системы с учетом максимального числа основных факторов, влияющих на них;
- определение основных требований, предъявляемых к элементам, в том числе и техническим средством, реализующим автоматизированную систему обработки информации.

Для решения поставленных задач требуется разработка математических моделей, отражающих специфику исследуемых процессов и позволяющих проводить соответствующую количественную оценку показателей качества (параметров) проектируемой автоматизированной системы обработки информации. Однако, для таких сложных систем, как автоматизированные системы обработки информации в почтовой связи, охватывающие, как правило, большое число сложных производственных процессов и распространяющиеся на всю страну, методы математического моделирования разработаны недостаточно. Целесообразно прибегнуть к раздельному описанию процессов в системе, представляя сложный процесс в виде совокупности более простых процессов.

Большую роль в проектировании автоматизированных систем обработки информации играет принятие решений на определенных стадиях и этапах проектирования.

Применение конкретных методов моделирования к задачам построения автоматизированных систем обработки информации в почтовой связи, разработка методик расчета показателей качест-

ва их функционирования, выбор оптимальной структуры и функций системы составляет основную цель и содержание диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав с приложениями и заключения (основные научные результаты работы) и содержит 169 страниц текста.

Содержание диссертации распределено по главам следующим образом.

В первой главе диссертации рассматриваются особенности информации о почтово-кассовых операциях с точки зрения построения автоматизированной системы обработки информации. Наряду с кратким обзором работ, в которых описаны близкие задачи проектирования систем или использован подобный математический аппарат, рассматривается вопрос развития систем обработки информации о переводных и других почтово-кассовых операциях.

В качестве объекта, на котором проверялись и внедрялись предложенные в диссертации методы, была использована автоматизированная система обработки информации о переводных, пенсионных и других почтово-кассовых операциях - система "Онега". Приводится описание структуры и основных характеристик системы. Формулируются основные задачи, стоящие перед проектированием подобных систем.

Также как и в других отраслях народного хозяйства в почтовой связи имеют место следующие особенности в оформлении и обработке технологической информации:

- большое количество источников поступления информации;
- необходимость оформления первичных документов с последующим оформлением документов результирующей обработки;
- одноинициальность и относительная простота действий, совершаемых на всех стадиях обработки информации.

В предприятиях связи осуществляется целый комплекс различных почтовых, в том числе почтово-кассовых, и других операций. К ним относятся:

1. Прием и выплата денежных переводов
2. Выплата пенсий
3. Прием ценных писем и бандеролей
4. Прием посылок
5. Выдача и доставка ценной корреспонденции (в том числе и посылки)
6. Выдача и доставка простой корреспонденции

Назначением автоматизированных систем обработки информации производственных процессов в почтовой связи являются:

- а) сбор и оформление первичной информации с учетом необходимости ее документального представления;
- б) первичный учет и контроль проводимых операций;
- в) предварительное накопление и подготовка к дальнейшей передаче и обработке;
- г) передача информации в пункты обработки;
- д) обработка информации с выдачей необходимых результатов;
- е) использование результатов обработки.

Сформулированные общие задачи обработки и использования информации в системах определяют основные типы структур и их составных частей. Укрупненно обработка информации может быть подразделена на следующие этапы:

- а) сбор информации;
- б) передача и накопление информации;
- в) обработка и выдача результатов обработки.

Для реализации обработки информации в системе в соответствии с назначением и алгоритмом системы используются

специфические технические средства и другие элементы. К этим техническим средствам и другим элементам системы предъявляются требования, вытекающие из особенностей обработки информации в каждом звене.

В системе "Онега" четко выделены три основных этапа обработки: первичная обработка информации, результирующая обработка информации и передача информации между различными звеньями системы.

На этапе первичной обработки производится оформление первичных документов: переводов (по приему и оплате), посылочного адреса, квитанций по всем видам почтово-кассовых операций и операционного дневника, в котором фиксируются все операции, проводимые через машину. Информация в первичном звене системы (ОС и РУС) вводится оператором с помощью клавиатуры машины. Одновременно с оформлением операций без дополнительного вмешательства оператора, необходимая для последующей обработки информация выводится на бумажную перфоленду.

Информация, оформленная на первичных машинах, передается по каналам связи или путем транспортировки промежуточного носителя (перфоленды) в пункты последующей обработки. Из ОС информация направляется в соответствующие РУС. Из районных узлов связи собранная и оформленная информация передается в зональные вычислительные центры (ЗВЦ). Для завершения цикла обработки информации часть ее (оплаченные переводы) пересылается между ЗВЦ различных зон.

В зональных вычислительных центрах системы, заменяющих бюро контроля переводов (БКП) происходит результирующая обработка информации в системе.

Одной из наиболее трудоемких задач обработки информации в почтовой связи является оформление, учет и контроль

почтовых и, особенно, почтово-кассовых операций. Обработка этих операций имеет специфику, влияние которой на проектирование систем является темой настоящей работы. Кроме того в широкой проблеме проектирования автоматизированных систем обработки информации (данных) должны быть выделены вопросы, решение которых осуществляется с учётом специфики операций в почтовой связи.

В связи с указанным, задачами настоящей диссертационной работы является определение основных параметров (показателей качества), характеризующих функционирование системы, разработка практической методики выбора структуры и функций системы, а также разработка или выбор способов расчёта основных показателей качества системы.

Во второй главе рассматривается метод математического описания функционирования системы обработки информации. Формулируются основные показатели качества (параметры) функционирования системы. Определяются и анализируются обобщённые критерии оценки системы. Выводятся условия выбора оптимальной структуры и функций системы. Предлагается методика выбора оптимальной структуры и функций системы по максимуму значений выбранной целевой функции.

Информация, участвующая в процессе обработки в системе, обычно описывает состояние отдельных технологических (производственных, в широком смысле слова) операций, в частном случае, почтово-кассовых операций. Вся совокупность операций, определяемых одним или несколькими признаками может быть представлена соответствующим множеством или подмножествами. Обработка информации, соответствующая определённым производственным операциям, должна осуществляться без потери информации о каждой из этих операций. Таким образом описание каждой

операции на предыдущем этапе обработки должно определенным образом присутствовать на последующих этапах обработки.

Таким образом вся совокупность операций, подвергающихся обработке на i -ом этапе и определяющая состояние обработки на данном этапе может быть описана множеством A_i , соответствующим данному (i) этапу обработки информации в системе.

При описании типов операций противостоящих друг другу по смыслу, например, операции расхода и прихода, приема и оплаты, наличия и отсутствия и т.п., будем пользоваться двумя различными буквами для описания такого рода совокупностей операций. Так множества, описывающие, например, состояние обработки информации о принятых переводах будем обозначать A_i , а множества, соответствующие состоянию обработки оплаченных переводов будем обозначать B_i .

Помимо правильно обработанной информации в системах по тем или иным причинам появляется ошибочная, неправильно обработанная информация. Множества, соответствующие определенным этапам обработки и описывающие неправильно обработанную информацию будем обозначать через Δ_i .

Взаимодействие состояний (этапов) обработки информации в системах, описываемых множествами может выражаться булевыми операциями над множествами. Описанию подвергается как правильно, так и неправильно обработанная информация.

Взаимодействие между множествами типа A_i и Δ_i , а равно и сами множества характеризуются вероятностями их существования. Эти вероятности количественно характеризуют логические взаимосвязи этапов обработки информации в системе и могут служить одним из параметров процесса обработки информации.

Избыточность информации, определяемой множеством \mathcal{P}_i вероятностей, соответствующим множеству \mathcal{A}_i (состояние обработки на i -ом этапе) является одним из параметров, характеризующих процесс обработки информации в системе.

Время обработки информации на i -ом этапе характеризуется значениями элементов t_j множества \mathcal{T}_i .

Оценка значений времен обработки информации по каждой операции оценивается множеством относительных значений v_j . Элементы этого множества определяются в соответствии с формулой:

$$v_j = \frac{t_j}{T_{0i}}$$

где T_{0i} - ограничение времени обработки на i -ом этапе.

При проектировании систем, так же как и при их внедрении, существуют ограничения в расходовании средств. Это ограничение может быть выражено максимальными затратами C_{mi} на обработку информации на i -ом этапе. В этом случае относительные затраты на обработку информации η_j a_j -ой операции на i -ом этапе составят

$$\eta_j = \frac{c_j}{C_{mi}}$$

Здесь c_j - стоимость обработки j -ой операции.

Множества \mathcal{A}_i , характеризующие состояния системы или этапы обработки информации в системе являются декартовыми произведениями множеств $\mathcal{P}_i, \mathcal{V}_i, \mathcal{F}_i$ и \mathcal{C}_i , соответственно характеризующих информационные, временные, надежные и стоимостные параметры системы.

Или иначе

$$\mathcal{A}_i = \mathcal{P}_i \times \mathcal{V}_i \times \mathcal{F}_i \times \mathcal{C}_i$$

Множествам типа \mathcal{A}_i и \mathcal{B}_i , а также Δ_i , характеризующим состояние (этапы) обработки информации в системе, соответствуют системные процедуры и системные операторы типа \mathcal{A}_i и \mathcal{B}_i . Логическая или структурная связь между

системными операторами и процедурами может быть описана булевыми операциями \vee, \wedge и $-$. Преобразование соотношений, описывающих структурные связи осуществляются по известным правилам преобразования логических функций. В процессе преобразований структурных соотношений при проектировании системы допускается изменение количества и содержания системных операторов.

Множествам $\mathcal{A}_i, \mathcal{B}_i$ и Δ_i , характеризующим состояние обработки информации в системе соответствует множества $\mathcal{P}_i, \mathcal{V}_i, \mathcal{F}_i, \mathcal{C}_i$ количественно характеризующие состояние обработки информации в системе.

На этом классе множеств может быть определена функция $E_i = E_i(K_{hi}, v_i, p_i, \eta_i)$, являющаяся целевой функцией системы на i -ом этапе обработки.

Параметры K_{hi}, v_i, p_i и η_i описывают определенные свойства элемента a_j , находящегося в i -ом состоянии (на i -ом этапе) обработки информации в системе.

- Состояние обработки информации на определенном этапе может быть описано относительными параметрами приведенными к обработке одной операции. Эти параметры характеризуют
- $\theta_i = 1 - v_i$ - производительность, отнесенную к обработке информации, соответствующей одной технологической операции;
 - p_i - правильность (верность) обработки этой информации;
 - K_{hi} - избыточность информации при оформлении и обработки одной технологической операции;
 - η_i - относительные затраты на обработку информации, соответствующей одной технологической операции.

Предлагаемая система относительных параметров удобна во-первых тем, что для системы, практически, любой сложности, достаточно просто могут быть рассчитаны показатели качества ее функционирования, а

во-вторых потому, что существует весьма простой переход от относительных величин к абсолютным - стоит только умножить относительную величину на заданное или нормированное предельное, но обязательно заранее известное значение.

Необходимо выбрать такую функцию E , чтобы она характеризовала качество функционирования системы и ее экстремум соответствовал оптимальным значениям показателей функционирования системы.

Целевая функция системы E , вернее, ее описание, должна удовлетворять следующим требованиям:

- а) обеспечивать правильную качественную характеристику функционирования системы;
- б) содержать достаточно простые соотношения между входящими в нее параметрами или показателями;
- в) обеспечивать удобство преобразования, анализа и численного определения экстремума.

В этом случае более удобно следующее соотношение

$$E = k_1 \theta + k_2 P - k_3 K_h - k_4 \eta$$

здесь k_1, k_2, k_3, k_4 - весовые коэффициенты, характеризующие значение того или иного параметра в общем эффекте системы.

Для оценки качества новой системы целесообразно представлять функцию E в следующем виде:

$$E = k_1 (\theta - \theta_0) + k_2 (P - P_0) - k_3 (K_h - K_{h_0}) - k_4 (\eta - \eta_0)$$

где $\theta_0, P_0, K_{h_0}, \eta_0$ - показатели качества заменяемой системы.

Если принять в качестве целевой функции системы предполагаемый срок окупаемости капитальных вложений при ее внедрении, то в принятых ранее обозначениях можно записать

$$E = \frac{K_1 (\eta - \eta_0)}{K_2 \left(\frac{\theta P}{K_h} - \frac{\theta_0 P_0}{K_{h_0}} \right)}$$

Здесь K_1 и K_2 масштабные коэффициенты.

Оценка качества системы с помощью целевой функции E при проектировании подразумевает оценку качества структуры и качества функционирования звеньев и элементов системы.

Оценка качества структуры системы может быть осуществлена критерием W .

Качество функционирования элементов и звеньев системы может быть оценено количественно, причем эта оценка, учитывая различные свойства элементов и звеньев не требует формульного описания зависимостей аргументов, от которых зависит значение Φ . В работе дается практический метод определения W и Φ .

Показатели качества (параметры) системы, определяющие целевую функцию системы E , зависят от качества структуры системы W и качества функционирования ее элементов и звеньев Φ т.е.

$$P = P(W, \Phi), \quad \theta = \theta(W, \Phi)$$

$$K_h = K_h(W, \Phi), \quad \eta = \eta(W, \Phi)$$

откуда

$$E = E(W, \Phi)$$

Задачей оптимизации при проектировании автоматизированной системы обработки информации является выбор и обоснование такой структуры системы такого качества W и таких функций и параметров ее элементов и звеньев такого качества Φ , при которых значение целевой функции E максимально.

Применяя для оптимизации выражения для E с учетом ограничений метод неопределенных множителей Лагранжа, получим

значения W и Φ , соответствующие максимуму E :

$$W_0 = \sqrt{\frac{[(K_p'' + K_0'') \frac{L}{K_L} - (K_k' + K_2')] \frac{L}{K_L}}{(K_p' + K_0') \frac{L}{K_L} - (K_k'' + K_2')}} \quad (7)$$

$$\Phi_0 = \sqrt{\frac{[(K_p' + K_0') \frac{L}{K_L} - (K_k'' + K_2')] \frac{L}{K_L}}{(K_p'' + K_0'') \frac{L}{K_L} - (K_k' + K_2')}} \quad (8)$$

При определении W_0 и Φ_0 учитывалось, что $\Phi \neq 0$.

$W \neq 0, K_0, K_0'', K_p', K_p'', K_k', K_k'', K_2', K_2''$, а также K_L — коэффициенты, значения которых характеризуют зависимости (5).

Оптимальные значения качества структуры системы W_0 и качества ее функционирования Φ_0 не являются однозначными. Их величина зависит от параметров элементов системы. В свою очередь эти параметры зависят от конструктивных, функциональных и эксплуатационных аргументов. В силу имеющих место ограничений при принятии решения в процессе проектирования системы могут рассматриваться отдельные совокупности параметров элементов системы или величин их заменяющих.

Указанное выше приводит к нахождению функции

$$E = E(\Phi_0, W_0) \quad (9)$$

при табличном задании ограниченной последовательности соответствующих им параметров элементов системы.

$$E' = E(W_0, \Phi_0 = \text{const})$$

$$E'' = E(W_0 = \text{const}, \Phi_0) \quad (10a)$$

Таким образом для нахождения максимума целевой функции $E = E(W_0, \Phi_0)$ достаточно найти максимум кривых, причем

значения W_{opt} и Φ_{opt} , соответствующие этим максимумам, должны составлять пару, связанную с определённой, в данном случае оптимальной, совокупностью оптимизированной структуре и функциям системы W_{opt} и Φ_{opt} соответствуют оптимизированные показатели качества. Погрешность при оптимизации системы определяется ограничениями, накладываемыми фиксацией совокупностей элементов системы или их параметров.

В последующих главах (III-VI) даются практические методы определения основных показателей качества (параметры) функционирования системы.

В главе третьей рассматривается определение информационных параметров системы, её элементов и звеньев. На основе информационных соотношений определяется изменение количества информации при правильной обработке и при возникающих при обработке ошибках. Приводятся методы практического определения изменений количества информации и избыточности при обработке. В приложениях к главе приводится экспериментальный материал, полученный при разработке, внедрении и эксплуатации автоматизированной системы "Омега".

Каждое состояние (этап) обработки информации в разомкнутой системе характеризуется определённым значением энтропии H_i , которое может быть определено или аналитическим путём или путём непосредственного вычисления по формуле. Потери информации, вызванные наличием ошибок при её обработке, могут быть определены по усредненным значениям вероятностей правильной и неправильной обработки реквизитов слов, описывающих соответствующие технологические (производственные) операции.

Уменьшение энтропии состояния обработки информации в системе (звене) может быть компенсировано добавлением

определенного количества информации равного или превышающего количества информации, потерянное в результате ошибок обработки. Количество информации, необходимому для исправления ошибки в i -ом звене системы соответствуют множества ΔA_i , причем $m(\Delta A_i) = N_i(\text{испр}) \geq N_i(\text{ошибки})$ и ΔT_i определяющее производительность или трудоемкость, необходим для исправления ошибок.

Информационный анализ структуры системы и отдельных ее элементов при проектировании автоматизированной системы "Онга" позволил использовать в системе порядок исправления ошибки путем добавления необходимого объема правильной информации взамен утраченной или неверно обработанной.

Анализ ошибок при обработке информации в процессе опыт эксплуатации системы в 1968-1970 годах позволяет сделать следующие выводы:

- количество информации $N_k(e)$, теряемое при обработке в системе достигает значительных размеров (при сравнительно больших вероятностях ошибки);
- до 50-60% от средней информации на слово в системе $N(e)$
- теряемое количество информации, соизмеримо с той языковой избыточностью, которая содержится в информации, поступающей на вход системы (приложение I к настоящей главе);
- несмотря на то, что эта избыточность не может быть использована для кодирования, повышающего надежность информации она может быть использована для повышения верности обработки информации в системе.

По результатам анализа были предложены меры организационного и организационно-технического порядка, обеспечивающие повышение верности в работе операторов первичных машин системы. К основным из этих мер относятся: повышение

ответственности работы операторов, стимулирование высококачественной работы и введение автоматизированного контроля за субъективными ошибками (с помощью дополнительной избыточности).

Часть из этих мероприятий (не требующая дополнительной избыточности) внедряется с начала 1971 года, автоматизированный контроль за субъективными ошибками разрабатывается и его внедрение должно начаться в конце 1971 года.

Предложенный метод оценки эффективности кодирования позволяет сделать вывод, что выбранный и положительно зарекомендовавший себя в процессе эксплуатации системы, код "2 из 5" с неменьшим успехом мог бы быть заменен кодом "3 из 7". Однако применение этого кода привело бы к росту стоимости технических средств системы и, тем самым, к снижению общей эффективности системы.

Эффективность применения контроля по сумме ($\text{mod } 2$) и постоянному числу разрядов в слове несколько выше, чем от кодирования разрядов слова. Следовательно, применение этих двух видов контроля вполне оправдано.

Помимо обоснования информационных способов повышения надежности информации при обработке в системе. Методы, изложенные в настоящей главе, позволили получить результаты для выбора и обоснования структуры и функций системы (см. главу УП).

Глава четвертая посвящена рассмотрению методов определения производительности первичного звена системы с учетом мешающих воздействий. На основе выбранных моделей, методами теории массового обслуживания рассчитывается время выполнения одной операции с учетом параметров звена и мешающих воздействий. Результаты расчета производитель-

ности по предложенной методике сравниваются с результатами, полученными в ходе эксплуатации автоматизированной системы "Онега" в 1969-70 гг.

В качестве модели обслуживания при расчете времени, затрачиваемого на обработку одной операции в первичном звене системы без учета влияния мешающих воздействий, выбрана модель обслуживания без потерь с неограниченным потоком требований.

Время занятости обслуживающего звена (аппарата) обработкой одной производственной (технологической) операцией определится следующим образом:

$$t_1 = t_{cp} (1 + K_{np})$$

$$\text{где } K_{np} = \frac{M}{n}; \quad M = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k \rho_0$$

M - среднее число свободных входов звена.

n - число обслуживающих входов

ρ₀ - вероятность того, что все обслуживающие входы свободны

ν = 1/t_{cp} - интенсивность обслуживания

λ - параметр потока входных требований.

Для учета мешающих воздействий (ошибки оператора, отказы технических средств и т.п.) принята модель, которая учитывает влияние потока отказов (ошибок) с интенсивностью λ_{отк},

восстанавливаемых с интенсивностью μ = 1/t_{отк}

Указанные воздействия влияют на величину t_{cp} = 1/ν, увеличивая ее в зависимости от значений λ_{отк} и μ.

Используя метод условного математического ожидания, получено следующее соотношение для математического ожидания времени обработки одной производственной операции с учетом мешающих воздействий.

$$M[t_2] = (e^{\lambda_{отк} t_{cp}} - 1) \left\{ \frac{\lambda_{отк} t_{cp}}{\mu} - \frac{1}{\lambda_{отк}} \right\}$$

Аналогичным путем определяется и дисперсия распределения t₂.

У окончательно для времени обработки одной операции в первичном звене имеем

$$t_{1j} = t_1 + t_2$$

Сравнение расчетных (проектных) данных с экспериментальными (эксплуатационными) данными говорит о том, что при проектировании систем обработки информации, в частности почтовой связи можно использовать модели и методику, изложенные в этой главе, с достаточной степенью точности (см. таблицу).

Пятая глава диссертации посвящена разработке методики определения времени обработки информации об одной производственной (технологической) операции в звене результирующей обработки информации в системе. Приводятся методики расчета времени обработки без учета и с учетом мешающих воздействий. Оцениваются результаты сравнения расчетных и экспериментальных (эксплуатационных) данных, полученных в процессе разработки и эксплуатации автоматизированной системы "Онега".

Методика расчета времени результирующей обработки информации в системе с помощью ЭВМ основана на разбиении всего процесса обработки в звене на отдельные, наиболее важные, режимы:

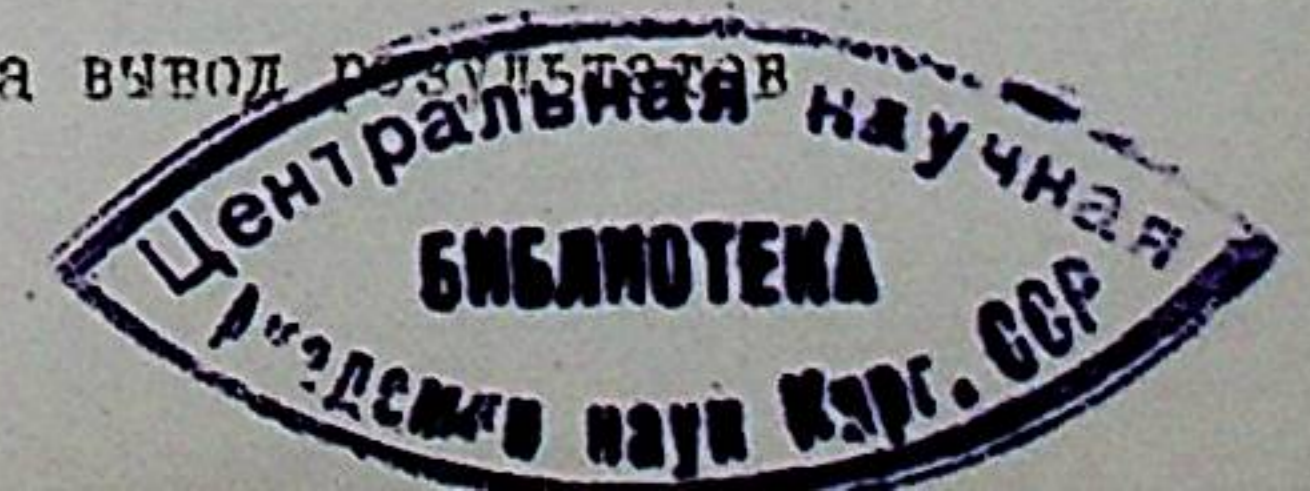
$$t_{обп} = t_{ввода} + t_{эл.обр} + t_{вн.нак} + t_{выв.}$$

где t_{ввода} - время, затрачиваемое на ввод информации в ЭВМ

t_{эл.обр} - время электронной обработки информации, включающее в себя время арифметической обработки, редактирования, сортировки и т.п.

t_{вн.нак} - время обращения к внешним накопителям ЭВМ

t_{выв.} - время, затрачиваемое на вывод результатов



Производительность выполнения почтово-кассовых операций (°д/час)

№№ ПП	Наименование операций	Ленинградская зона			Белорусская зона			ИО	
		руч- ная	механизированная обработка		руч- ная	механизированная обработка			
			по рас- чету	по данным хронометража		по рас- чету	по данным хронометража		
3	4	5	6	7	8	9	10		
1.	Прием индивидуальных переводов	21	45	36	44	21	45	37	48
2.	Прием партийных переводов	52	82	-	-	52	82	78	80
3.	Оплата переводов	21	29	26	30	21	29	21	29
4.	Выплата пенсий	20	47	29	38	30	47	30	56
5.	Прием посылки	13	17	-	18	17	17	-	23

обработки информации.

Для каждого из приведенных времен в диссертации дается метод расчета с учетом особенностей технологии обработки.

Сравнение расчетных данных с экспериментальными данными, полученными в условиях отсутствия мешающих воздействий, дело расхождения, не превышающие 10% от сравниваемой величины.

На практике отказы и сбои технических средств, ошибки технического персонала приводят к значительным отклонениям результатов расчета от эксплуатационных. Для внесения корректив в расчет времени обработки информации была предложена модель, учитывающая следующие виды ошибок:

- ошибки, которые исправляются на месте их обнаружения, повторением ошибочно проведенной операции - $\lambda'_{обр}$.
- ошибки, исправление которых потребует проведения поиска дополнительной информации или проведения дополнительных работ по ее обработке. Исправление ошибок проводится одновременно с обработкой следующих порций информации в этом или других звеньях системы - $\lambda''_{обр}$.
- ошибки, интенсивность которых такова, что производительности звена не хватает на обработку информации и на некоторое время обработка прерывается для исправления ошибок - $\lambda_{3б}$ ($\lambda_{3б}$)

Определение математического ожидания и дисперсии распределения времени обработки информации одной операцией осуществляется методом условного математического ожидания с использованием преобразований Лапласа-Стилтьеса.

В результате была получена следующая расчетная формула:

$$M[t_{op}] = \left\{ \frac{1}{\lambda_{3б}} + \frac{\lambda'_{обр}}{\lambda_{3б}} [M[t_{op}] + M[t_{пер}]] + \frac{\lambda''_{обр}}{\lambda_{3б}} [M[t_{op}] + M[t_{пер}]] + M[t_{д}] \right\} \times$$

$$\times \left\{ e^{-\lambda_{3б} t_{op}} \right\}$$

Значения $M[\epsilon_i]$ - математического ожидания времени повторения обработки информации, $M[\epsilon_{изп}]$ - математического ожидания времени задержки обработки информации из-за исправления ошибок в звене и $M[\epsilon_{вост}]$ - математическое ожидание времени восстановления звена, определяются отдельно аналитическим или экспериментальным путем.

Аналогичным образом определяется значение дисперсии времени обработки

Сравнение расчетных данных с результатами эксплуатации автоматизированной системы "Онега" показывает, что влияние надежности звена, а также интенсивности ошибок исправления может быть рассчитано с достаточной для практического использования степенью точности.

В главе шестой диссертации рассматриваются вопросы верности обработки информации в системе. Вводится определение верности. Предлагается методика расчета верности обработки информации для достижения определенного уровня других показателей качества системы. Предлагается номограммный способ выбора уровней защиты для достижения определенных значений верности. В качестве критерия верности обработки информации в системе предлагается вероятность того, что информация обрабатывается по полному алгоритму системы безошибочно за время, не большее наперед заданного или, иначе

$$P_i = P(\Delta_i = 0 / \epsilon_i \leq \epsilon_{зад})$$

При проектировании учитывается условие

$$P_i \geq P_{зад}$$

Поскольку распределение вероятности, определяющей верность обработки информации в системе, зависит от многих факторов, без особой погрешности его можно принять нормальным. Пользуясь методами, изложенными в предыдущих главах,

могут быть получены соответствующие значения $M[\epsilon_i]$ и $D[\epsilon_i]$. Пользуясь этими величинами, в свою очередь, можно получить по известным формулам значения вероятности, характеризующей верность обработки информации в системе.

Для определения и выбора мер, реализующих требуемую верность обработки можно воспользоваться предложенной в диссертации номограммой, ставящей в соответствие определенные значения верности и меры (уровни защиты), реализующие ее достижения. Сразу оговоримся, что перечень уровней защиты приведенный в номограмме, при желании может быть расширен.

Сказанное приводит к следующей методике расчета и реализации верности обработки при проектировании автоматизированных систем.

1. По данным расчета производительности строятся кривые верности обработки информации в системе (звеньях).
2. По требованиям заказчика или технического задания (в зависимости от стадии проектирования) для нескольких (3-4) значений верности по кривым определяются соответствующие значения $\epsilon_{зад}$ (при конкретных $M[\epsilon_i]$ и $D[\epsilon_i]$).
3. Предварительно (по требованиям заказчика или технического задания) оценивается приемлемость полученных $\epsilon_{зад}$ при конкретных $M[\epsilon_i]$ и $D[\epsilon_i]$.
4. Для предварительно принятых значений $\epsilon_{зад}$ по соответствующим величинам P из номограммы определяются уровни защиты звеньев системы.
5. По значениям $\epsilon_{зад}$ и уровням мощности защиты звеньев (наряду с остальными параметрами) из условий оптимальности (главы II и УП) определяется принимаемое значение верности P .
6. По принятому значению верности P из номограммы определится окончательный уровень защиты звеньев системы,

обеспечивающий принятую верность обработки информации в системе.

7. По определенному уровню защиты определяются меры и средства его реализации в структуре системы.

8. После уточнения по п.7 структуры системы производится окончательный пересчет верности и других параметров системы.

При внедрении и эксплуатации системы "Онега" достижению требуемой верности обработки информации уделяется первостепенное внимание. Однако в практических условиях на верность влияют факторы, которые не могут быть учтены при проектировании, например, недостаточная квалификация обслуживающего персонала, организационные недоработки и т.п. Поэтому прямое сравнение экспериментальных (эксплуатационных) результатов с результатами расчета верности весьма затруднительно. Тем не менее по результатам эксплуатации видно, что по мере улучшения параметров функционирования системы повышается верность обработки информации.

Для случая, когда $\lambda_{36} = 0,7$ $\lambda_{067} = 0,01$ $\lambda_{07} = 0,01$
 $t_2 = 1,5$ сек., $t_1 = 10$ сек., $t_2 = 1$ сек., $t_{07} = 3$ сек. и
для $\lambda = 1$ значение верности $P \approx 0,999$, хотя $M[t] \approx 40$ сек.

Эти значения достаточно близки к наблюдаемым во время эксплуатации системы, хотя значение времени на одну операцию достаточно велико. В первые месяцы внедрения системы производительность обработки информации соответствовала именно этим значениям.

Глава седьмая, используя результаты, полученные в предыдущих главах, реализует методику выбора оптимальной структуры и функций системы на примере автоматизированной системы "Онега". На основе зафиксированных уровней качества приводимых в главе, определяются соответствующие значения

Выбранные на основе расчетов варианты структуры и функций системы сравниваются с внедренным и совершенствуемым вариантом системы "Онега".

В процессе проектирования автоматизированной системы обработки информации "Онега" за основу построения системного алгоритма были взяты системные операторы и процедуры приведенные в главе II. Однако, приведенный там алгоритм обработки информации в системе не был первоначально определен в таком виде. Его выбору предшествовал анализ различных алгоритмических уровней и уровней технической реализации системы.

В седьмой главе приведен перечень уровней, рассмотрение которых проводилось при проектировании и совершенствовании системы "Онега".

Эти уровни характеризуют как алгоритмическое содержание обработки, так и качество ее технической (системотехнической) реализации.

Для каждого из этих уровней методами, изложенными в главах III-VI определялись значения показателей качества системы, а также значения качества структуры W и ее функций Φ .

По определенным таким образом значениям параметров системы методами, изложенными выше определялись значения целевой функции E и значения W_0 и Φ_0 для всех упомянутых уровней.

Для линейной формулы целевой функции оптимальное построение системы соответствует максимуму кривой, а для формулы целевой функции, определяющей окупаемость системы, оптимальное ее построение будет соответствовать минимуму кривой.

Для удобства выбора решения по графику (величинам)

целевой функции были рассчитаны значения изменения целевой функции в зависимости от уровня вариантов (по алгоритму системной обработки и производительности звеньев системы).

Задаваясь максимальным отклонением от минимума функции E или $\frac{\partial E}{\partial M_i}$, можно принимать решения по выбору варианта структуры и функций. При проектировании системы "Онега" был выбран вариант, соответствующий $M_i = 10-12$ (условные номера).

Из рассмотрения соответствующих графиков следует, что до уровней 10-12 осуществлялся плановый подъем значений целевой функции, уровни 13-15 характеризуются значениями E , резко увеличенными по сравнению с предыдущими уровнями. Это обстоятельство объясняется увеличением верности обработки информации, особенно в первичном звене системы.

В первый период внедрения системы этих уровней достигнуть не представлялось возможным. Начиная с 1957 года осуществляются мероприятия реализующие возможности 13-15 уровней структуры и функций системы.

В соответствии с методикой, изложенной в седьмой главе просчитаны значения W_0 и Φ_0 для всех указанных уровней.

Кривая W_0 имеет достаточно четко выраженный максимум в диапазоне 9-12, что практически полностью соответствует результатам оценки системы по сроку ее окупаемости.

Значения Φ_0 в рассматриваемом диапазоне уровней возрастают. Это возрастание может рассматриваться также как соответствие значениям близким к оптимальным, так как дальнейшее расширение функций к росту η и к снижению значений Φ_0 .

Основные научные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

I. Предложен метод математического описания функционирования системы обработки информации почтовой связи с учетом

алгоритма системной обработки и параметров, характеризующих качество этой обработки.

2. Сформулированы и описаны показатели качества функционирования системы обработки информации.

3. Введены показатели качества структуры системы и качества функций, выполняемых ее элементами и звеньями. Разработаны методики их практического определения.

4. Определены и сформулированы зависимости для оптимизации качества структуры и функций системы.

5. Разработана методика оптимизации структуры и функций системы обработки информации почтовой связи.

6. Предложены методики определения производительности обработки информации в различных звеньях системы.

7. Разработана методика определения и повышения верности обработки информации в системе.

8. На основе разработанных и предложенных методов произведен расчет и выбраны структуры и функции автоматизированной системы обработки информации по почтово-кассовым операциям.

Достигнутые в работе научные результаты использованы при разработке, внедрении и усовершенствовании системы комплексной механизации и автоматизации переводных, пенсионных и других почтово-кассовых операций в предприятиях связи страны - автоматизированной системе обработки информации "Онега".

Система "Онега" принята приемочной комиссией в постоянную эксплуатацию в 1970 году и признана первой в стране системой такого класса.

Материалы и результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

I. Селихов Ф.Ф. - Системы централизованного кассового учета с телепередачей данных - Сб. "Вопросы механизации инженерного и управленческого труда" Госстатиздат 1961 г.

2. Селихов Ф.Ф. и Григорьев А.А. - Основные направления в разработках вычислительных систем для сферы денежного и товарного обращения. Сб. Вычислительные машины для сферы денежного обращения. Онтиприбор 1966 г.

3. Селихов Ф.Ф. - Некоторые вопросы проектирования автоматизированных систем обработки информации в почтовой связи. Труды XXV Всесоюзной научной сессии НТОРЭ им. Попова А.С. Советское радио 1969 г.

4. Селихов Ф.Ф. и Селиванов Н.И. - Некоторые практические вопросы совмещения ОАСУ - Труды Всесоюзного совещания по совмещению отраслевых автоматизированных систем управления 1971 г.

5. Селихов Ф.Ф. - Система машин для механизации и автоматизации кассовых и контрольных операций в предприятиях связи. Сб. Вычислительные машины для сферы денежного и товарного обращения. Онтиприбор 1966 г.

6. Селихов Ф.Ф. - Автоматизированная система обработки информации почтовой связи "Онега" - Вестник связи № 4 1971 г.

7. Селихов Ф.Ф. - Внедрение автоматизированной системы "Онега" - Труды XXIV Всесоюзной научной сессии НТОРЭ им. Попова А.С. Советское радио 1968 г.

8. Селихов Ф.Ф. - Особенности внедрения и эксплуатации "больших систем" на примере внедрения автоматизированной системы обработки "Онега" - Труды XXV Всесоюзной научной сессии НТОРЭ им. Попова А.С. Советское радио 1969 г.

9. Ламы И.А., Селихов Ф.Ф. - Из опыта внедрения автоматизированной системы "Онега". "Вестник связи" № 7 1971 г.