

Авторефер.

Т 64

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

Аспирант Э. В. ТРИБЕЛЬГОРН

**Исследование возможностей
типизации систем
автоматизированного управления
хлебопромышленными предприятиями**

Дереушев 1965

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель — доктор технических наук,
профессор П. Н. ПЛАТОНОВ

ОДЕССА
1965

4

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

Аспирант Э. В. ТРИБЕЛЬГОРН

Исследование возможностей
типизации систем
автоматизированного управления
хлебопромышленными предприятиями

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель — доктор технических наук,
профессор П. Н. ПЛАТОНОВ

✓ 000719



ОДЕССА
1965

ОНАХТ 18.05.12
Исследование возможн



Одесский технологический институт им. М. В. Ломоносова направляет Вам для ознакомления автореферат диссертационной работы аспиранта Э. В. Трибельгорна на тему «Исследование возможностей типизации систем автоматизированного управления хлебопромышленными предприятиями», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

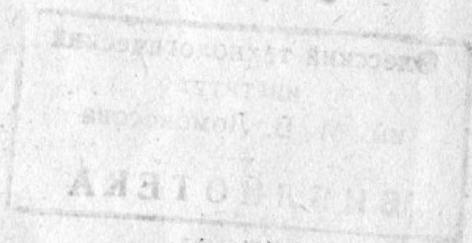
Защита состоится „ _____ “ _____ 1965 г.

Ваши отзывы и замечания в 2-х экземплярах просим направлять по адресу: г. Одесса, ул. Свердлова, № 112, Одесский технологический институт.

Работа выполнена в Одесском технологическом институте им. М. В. Ломоносова.

Ученый секретарь Совета

(Запорожец Л. А.)



Темпы развития народного хозяйства СССР, определенные Программой КПСС, принятой XXII съездом, требуют в сжатые сроки решать вопросы комплексной автоматизации. Базой для ее внедрения является комплексная механизация, которая наиболее полно решается путем осуществления поточных производств на базе поточно-производственных систем (ППС).

Современные предприятия по хранению и переработке зерна представляют собой поточные производства, обладающие всеми признаками ППС по переработке сыпучих продуктов. Они, как и аналогичные предприятия в других отраслях промышленности, должны отвечать требованиям, налагаемым автоматизацией процесса, которые в настоящее время не всегда учитываются.

Внедрение автоматизированного управления ППС обеспечит должный экономический эффект только в том случае, если оно будет носить массовый характер, основываясь на широкой унификации.

Существующие унифицированные блочные системы диспетчерского автоматизированного управления (системы ДАУ), разработанные как для ППС по хранению и переработке хлебопродуктов, так и для аналогичных ППС в других отраслях промышленности, являются узко специализированными и, как правило, многоэлементны. Это сужает область их применения и снижает их экономичность и надежность.

Между тем все ППС, перерабатывающие сыпучие материалы, имеют много общих особенностей, позволяющих сгруппировать их в отдельные группы. Эти группы являются хорошей базой для осуществления типизации и на этой основе широко универсальной, экономичной, с точки зрения потребности аппаратуры, кабеля и других электротехнических материалов, отвечающей всем современным требованиям системы ДАУ, то есть для создания системы ДАУ, обеспечивающей легкий переход к автоматическому программному управлению (или управлению по системе «автодиспетчер»).

Решение этого вопроса на строго научной основе требует создания доступных широкому кругу инженерно-технических работников методов проектирования таких систем.

Задача настоящего исследования наметить возможные пути типизации ППС на основе разработанной системы классификации, разработать метод синтеза систем ДАУ и на его основе создать серию типовых блоков, позволяющих реализовать любую систему ДАУ для ППС.

Диссертация состоит из шести глав, выводов и предложений.

В первой главе коротко рассматривается состояние вопроса и показывается необходимость разработки на научной основе методов синтеза систем ДАУ для ППС. Для этого в настоящее время имеется как теоретическая база, так и большой опыт, накопленный ведущими проектными, исследовательскими и монтажно-наладочными организациями Союза.

Во второй главе предлагаются определения таких широко распространенных понятий как: «поток», «участок ППС», «поточная производственная система», «маршрут», а также производится классификация ППС с позиций автоматизации на основании исследований целого ряда предприятий как по хранению и переработке хлебопродуктов, так и аналогичных предприятий в других отраслях промышленности.

Под *поток* предлагается понимать неразветвленную последовательную цепочку неизменно связанных между собой транспортирующих и технологических (или только транспортирующих) машин и механизмов, предназначенную для переработки по пути следования продукта.

Под *участком ППС* предлагается понимать комплекс связанных между собой потоков, питающих, направляющих и вспомогательных машин и механизмов, заключенных между начальными и конечными (по отношению к участку ППС) емкостями и предназначенную для выполнения самостоятельной завершенной части общего технологического процесса.

Под *поточной производственной системой* предлагается понимать комплекс потоков, питающих, направляющих и вспомогательных машин и механизмов, а также различных, ограничивающих определенные участки ППС начальных, конечных и промежуточных емкостей со всем многообразием зависимостей и связей между ними, предназначенных для осуществления завершенного технологического процесса.

Под *маршрутом* предлагается понимать неизменный для участков ППС одного типа или изменяемый в зависимости от условий ведения технологии для участков ППС другого типа путь следования продукта из начальных емкостей (одной или нескольких одновременно) через питающие и направляющие механизмы по прямой или разветвленной цепочке строго оп-

ределенных для него потоков участка ППС в конечные емкости (одну или несколько одновременно).

Классификацию ППС предлагается вести по участкам ППС, так как последние выполняют самостоятельную завершенную часть общего технологического процесса и вследствие этого управление ими может вестись самостоятельно пока имеется продукт в начальных емкостях и свободны конечные емкости. В основу предлагаемой схемы классификации участков ППС (рис. 1) положены следующие критерии:

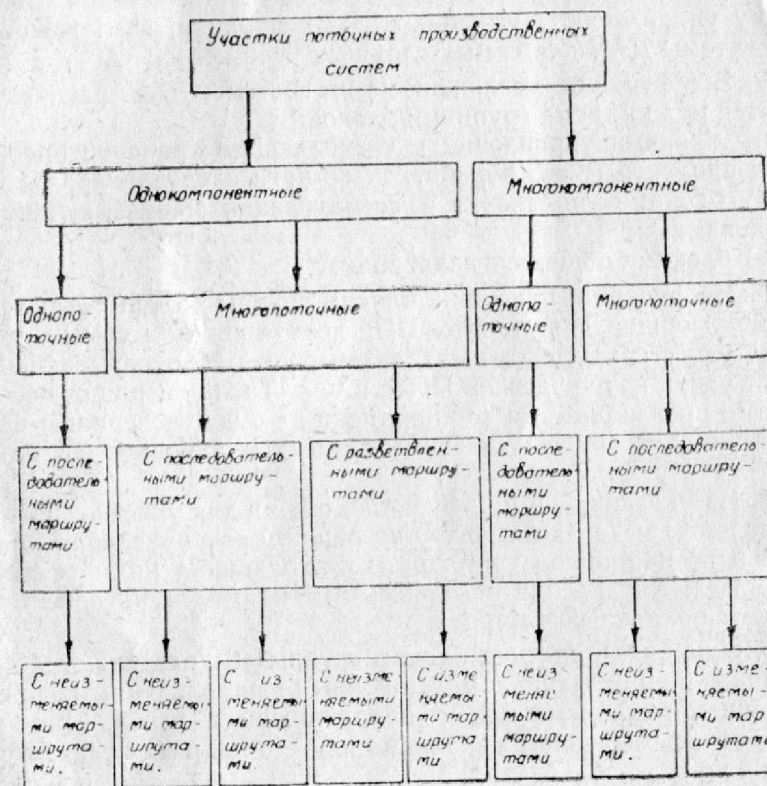


Рис. 1.

Общая схема классификации участков поточных производственных систем.

1. Характер поступления продукта на участок ППС (характер питания участков ППС).
2. Количество потоков, входящих в участок ППС.
3. Характер движения продукта в маршруте.
4. Характер взаимосвязей между потоками.

Блок-схема полученной на базе предлагаемого метода системы ДАУ для самого общего случая приведена на рис. 2, 3, и 4, где:

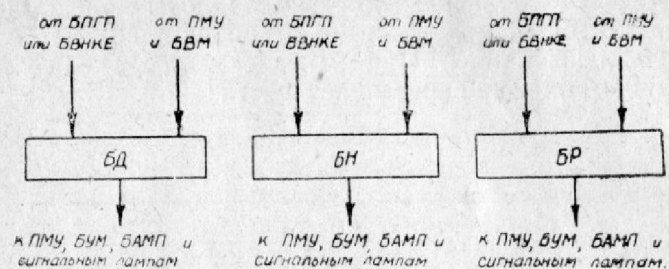


Рис. 3

Блоки управления и сигнализации направляющими механизмами

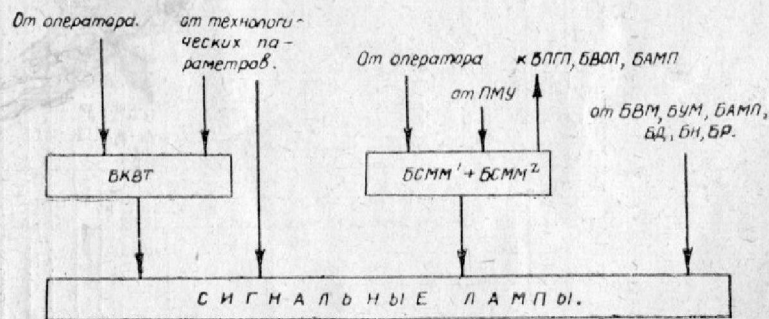


Рис. 4.

Блоки БКВТ и БСММ

- БП—блок дозировки (подсортировки);
- БВНКЕ—блок выбора начальных и конечных емкостей*;
- БППГ—блок подключения к главным потокам**;
- БВОП—блок выбора оптимального главного потока;
- БВМ—блок взаимосвязи механизмов;
- БУМ—блок управления механизмами;
- БПЗС—блок предупредительной звуковой сигнализации;

* При необходимости выбора только начальных или только конечных емкостей вместо блока БВНКЕ применяется блок БВЕ (на рис. 2 не показан).

** Под главными потоками понимаются потоки, количество которых определяет максимальное число маршрутов, которые могут работать одновременно.

БАМП—блок аварийной звуковой сигнализации, частого и медленного мигания, проверки исправности сигнальных ламп и включения мнемосхемы;

БАПВ—блок автоматического повторного пуска при кратковременном перерыве питания;

БСММ—блок сигнализации механизмов, переведенных на местное управление;

БКВТ—блок квитирования и вывоза сигналов технологических параметров;

БД—блок управления направляющими механизмами с двукратным переключением направления движения продукта;

БН—блок управления направляющими механизмами с направленным перемещением;

БР—блок управления направляющими механизмами с реверсивным перемещением.

В четвертой главе излагаются теоретические основы синтеза электрических схем типовых блоков систем ДАУ для ППС.

Для устранения необходимости графического изображения структур релейных устройств с целью маркировки их узлов, необходимой при выполнении монтажно-коммутационных схем, предлагается метод перехода от структурных формул непосредственно к монтажно-коммутационным схемам.

Исходным этапом для предлагаемого метода является синтезированная минимизированная структурная формула.

Он позволяет перейти непосредственно от аналитической записи структур релейных устройств к выполнению монтажно-коммутационных схем (при этом знание теории релейных устройств не обязательно, достаточно усвоить принятую в этой теории символику). На базе предлагаемого и известных из теории релейных устройств методов путем некоторых преобразований, минуя графические преобразования, можно перейти от структур класса Н (включая структуры с вентильными сетками) к структурам класса П при анализе релейных устройств и от структур класса П к структурам класса Н при их синтезе. Кроме того, применение предлагаемого метода позволяет получить обобщенные структурные формулы как для структур класса П, так и для структур класса Н (с вентильными сетками или без них). Из таких структурных формул непосредственно (без каких-либо преобразований) могут быть получены структурные формулы целого ряда близких по характеру работы релейных устройств, что является большим преимуществом метода.

Одним из преимуществ метода является также возможность не только определить количество соединительных элементов (например, проводов линии связи) между отдельными

элементами релейного устройства, но и наметить характер преобразований структуры для уменьшения их количества.

Этот метод предусматривает нумерацию узлов на стадии синтезированной минимизированной структурной формулы, являющейся для него исходным этапом.

Символ, обозначающий определенный узел релейного устройства, условимся называть «маркой узла» или просто «маркой».

Нумерацию узлов на стадии структурной формулы условимся называть «маркировкой» структурной формулы, а структурную формулу с выполненной на ней нумерацией узлов — «промаркированной структурной формулой».

Алгоритм предлагаемого метода для структур класса П состоит в следующем:

1. Известными методами по заданным условиям работы проводится синтез и минимизация структурной формулы релейного устройства.

2. Полученная структурная формула записывается в виде отдельных двухполюсников, соединенных между собой только последовательно или только параллельно (например, $F_1 \times F_2 \dots F_n$ или $F^1 + F^2 + \dots + F^n$).

Указанные двухполюсники могут представлять собой как одиночные элементы (контакты, реагирующие органы элементов и т. п.), так и их группы, то есть отдельные части структуры, обозначенные определенными символами.

3. В полученном в п. 2 уравнении маркируются узлы следующим образом:

а) при параллельном соединении двухполюсников слева от символа каждого из них проставляется марка входного узла, а справа — марка выходного узла (например, ${}_{ta}F_{16}^1 + {}_{ta}F_{16}^2 + \dots + {}_{ta}F_{16}^n$);

б) при последовательном соединении двухполюсников марка входного узла проставляется слева у крайнего левого двухполюсника, марка выходного узла — справа у крайнего правого двухполюсника, а все узлы между двухполюсниками маркируются другими произвольными марками (например, ${}_{ta}F_{11}^1 \times F_{12}^2 \dots F_{1(n-1)}^{n-1} F_{16}^n$);

4. Каждый двухполюсник, представляющий собой группу элементов, рассматривается как самостоятельная структура и аналогично п. 2 записывается в виде составляющих его двухполюсников, которые затем маркируются аналогично п. 3. Причем марка слева от каждого двухполюсника рассматривается как марка его входного узла, а марка справа — как марка его выходного узла.

5. С полученными новыми двухполюсниками поступают аналогично п. 4, выполняя такую запись и маркировку узлов до тех пор, пока в аналитических выражениях двухполюсников

не останутся символы только одиночных элементов. В результате этого будет получена структурная формула, отличающаяся от исходной тем, что вход и выход каждого из одиночных элементов будут промаркированы в соответствии с узлами данной структуры, к которым они присоединяются. Это обеспечит возможность выполнения монтажно-коммутационных схем или монтажных таблиц непосредственно по уравнению.

Например, структурная формула

$$F = [a(\bar{b} + \bar{c}) + gkd]Z$$

после ее маркировки имеет вид:

$$F = [{}_{t_a}a_{t_2}({}_{t_2}\bar{b}_{t_1} + {}_{t_2}\bar{c}_{t_1}) + {}_{t_a}g_{t_3}k_{t_4}d_{t_1}]_{t_1}Z_{t_6}$$

Следует отметить, что предлагаемый метод перехода от структурных формул непосредственно к монтажно-коммутационным схемам в настоящем исследовании разработан применительно к релейным устройствам, реализованным на релейно-контактной аппаратуре.

В этой же главе рассматриваются общие вопросы составления таблиц состояний. При этом отмечается, что условиям работы одних и тех же релейных устройств (блоков) могут удовлетворять не одна, а несколько таблиц состояний. Отсутствие теории построения наиболее оптимального варианта этих таблиц делает необходимой реализацию каждого из вариантов с последующим выбором наиболее приемлемого варианта.

В пятой главе приведены таблицы состояний основных типовых функциональных блоков или их групп.

В результате минимизации приведенных таблиц состояний и проведения необходимых преобразований получены промаркированные структурные формулы основных блоков (БУМ, БВМ, БПЗС, БПП, БВОП, БСММ, БР и другие).

Формулы блоков БПП и БР представляют собой обобщенные промаркированные структурные формулы, что очень удобно. Например, обобщенная промаркированная структурная формула для блока БПП, предусматривающего установление взаимосвязей соответствующего ему потока (K^i) с одним из m главных потоков, имеет вид:

$$F_{\text{БПП}}^{ki} = \left[\left({}_{ta}x_{t_{1k}i}^{1ki} \bar{B}_{t'_{1k}i}^{1ki} + {}_{ta}x_{t_{n1}i}^{n1i} \bar{B}_{t'_{n1}i}^{n1i} x_{t'_{1k}i}^{k1i} \right)_{t'_{1k}i} X_{t_{k1}i}^{1ki} + \left({}_{ta}x_{t_{2k}i}^{2ki} \bar{B}_{t'_{2k}i}^{2ki} + \right. \right. \\ \left. \left. + {}_{ta}x_{t_{n2}i}^{n2i} \bar{B}_{t'_{n2}i}^{n2i} x_{t'_{2k}i}^{k2i} \right)_{t'_{2k}i} X_{t_{k2}i}^{2ki} + \dots + \left({}_{ta}x_{t_{mk}i}^{mki} \bar{B}_{t'_{mk}i}^{mki} + {}_{ta}x_{t_{nm}i}^{nm} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \bar{B}_{t'_{nm}i}^{nm} x_{t'_{mk}i}^{kmi} \right)_{t'_{mk}i} X_{t_{ki}i}^{mki} \right] \neq \left({}_{t_{1k}i} \bar{B}_{t'_{k1}i}^{k1i} + {}_{t_{2k}i} \bar{B}_{t'_{k2}i}^{k2i} + \dots + {}_{t_{mk}i} \bar{B}_{t'_{ki}i}^{kim} + \right.$$

$$+ \underline{ta} X_{t'ki}^{ki'} R_{tki}^{ki} \quad \text{или} \quad \underline{tki} X_{tiy}^{yki} (t_{iy} f_{i6}^{ki} + t_{iy} h_{i6}^{ki}) + \sum X^{ki} * \quad (1)$$

Для получения структурной формулы этого блока, предусматривающего возможность установления взаимосвязей с одним из трех или с одним из четырех, или с другим количеством главных потоков, достаточно вместо m в структурную формулу (1) подставить указанные числа (3 или 4, или др.) при соблюдении записи всех марок и элементов согласно закономерностям этой формулы.

При синтезе блока БВОП выявлена необходимость в специализированном блоке взаимосвязи (БВ). Этот блок универсален в пределах предприятий определенного типа и при реализации блоков на релейно-контактной аппаратуре komponуется из вентильных элементов и сопротивлений.

При синтезе блоков БВОП и БВ предлагается пользоваться таблицей оптимальности главных потоков (табл. 1).

Отсутствие в клеточках данной таблицы знака плюс или минус показывает, что при выборе данных начального и ко-

Таблица 1

Вентильные элементы потоков.	N ¹			N ²			N ³		
	K ^{7'}	K ^{8'}	K ^{9'}	K ^{7'}	K ^{8'}	K ^{9'}	K ^{7'}	K ^{8'}	K ^{9'}
Конечные потоки.									
Начальные потоки.									
К ^{1'}			+	+	+		-	-	-
К ^{2'}			+	+	+		-	-	-
К ^{3'}	+	+	+	+			+	+	+
К ^{4'}	+	+	+	+			+	+	+
К ^{5'}	-	-	-	-		+	+		
К ^{6'}	-	-	-	-		+	+		

нечного потоков соответствующий главный поток в любом случае является оптимальным или единственно возможным.

Наличие знака плюс в клеточках данной таблицы показывает, что при выборе данных начального и конечного потоков соответствующий главный поток является оптимальным или

* Буквой B обозначены вентильные элементы. Стрелка над буквой указывает их проводящее направление. Подчеркнутые цепи являются цепями, не принадлежащими блоку БПП, а подчеркнутые «марки» — его входными и выходными узлами.

$\sum X^{ki}$ — выведенные на выход блока различные контакты элементов X^{tki} — X^{tki} и $X^{ki'}$.

единственно возможным только при занятых главных потоках, против которых стоит знак плюс.

Наличие знака минус в клеточках данной таблицы показывает, что при наборе данных начального и конечного потоков соответствующий главный поток при любых ситуациях в маршрут включен быть не может.

Анализ этой таблицы показал, что структурные формулы (как окончательные, так и промежуточные) блоков БВОП и БВ могут быть получены непосредственно из нее, минуя все необходимые при их синтезе преобразования.

Алгоритм этого метода для окончательной формулы указанных блоков состоит в следующем (см. структурную формулу 2, соответствующую табл. 1):

1. Выписывается и маркируется (слева маркой входного узла ta , а справа произвольной маркой) элемент выбора первого начального потока (например, $ta X_{t1n1}^{k1'}$). Если имеется другой элемент выбора начального потока (например, $X^{k2'}$), имеющий условия оптимальности совершенно аналогичные выписанному ранее элементу, то его необходимо дописать к этому элементу как слагаемое (например, $ta X_{t1n1}^{k1'} + ta X_{t1n1}^{k2'}$).

2. Указанный элемент (или группа элементов) выбора начального потока умножается на сопротивление, которое слева маркируется маркой, стоящей справа у этого элемента (например, $t1n1$), а справа — другой произвольной маркой (например, $t2n1$).

3. Полученное таким образом произведение (пп. 1 и 2) умножается на сумму (которая также должна быть промаркирована), представляющую собой произведение вентильного элемента на инверсию элемента выбора одного из конечных потоков (например, $t2n1 \bar{B}_{tk7}^1 \bar{X}_{i6}^{k7'}$) плюс сумму произведений вентильных элементов на члены $\bar{x}^{ni} X^{ni'} \bar{x}^{yni}$ соответствующих главных потоков, которые могут быть включены в маршруты, проходящие через данный начальный (данные начальные) и конечный потоки. Причем указанные члены ($\bar{x}^{ni} \times X^{ni'} \bar{x}^{yni}$) должны иметь слева в качестве сомножителей все элементы, или при необходимости их инверсии [например, $(t_{B1} X_{tB}^{n1} + t_{B1} X_{tB}^{yn1}); t_{A2} \bar{X}_{tA2}^{3k7} (t_{A2} X_{tA}^{n2} + t_{A2} X_{tA}^{yn2})$ и т. п.], определяющие оптимальность или единственную возможность включения данного главного потока в маршрут, проходящий через данный начальный (данные начальные) и конечный потоки [например, $(t_{B1} \bar{X}_{tB}^{n1} + t_{B1} X_{tB}^{yn1}) t_{B} X_{t1n1}^{n2} X_{t1n1}^{n2} \bar{X}_{i6}^{yn2}$]].

Если главный поток определяет оптимальный маршрут, проходящий через данные начальный (данные начальные) и конечный потоки, без каких бы то ни было дополнительных условий, то никаких сомножителей, кроме вентильного эле-

мента, слева от члена $\bar{x}^{n1} X^{n1'} \bar{x}^{yn1}$ не должно быть (например, $t_{2n1} \bar{B}_{tA}^{A1} \bar{x}_{t5n1}^{n1} X_{t6n1}^{n1'} \bar{x}_{t6}^{yn1}$).

Члены $\bar{x}^{n1} X^{n1'} \bar{x}^{yn1}$ вместе с множителями или без них в указанную сумму не входят, если им соответствуют главные потоки, которые не могут быть включены в маршрут при его прохождении через данные начальный (данные начальные) и конечный потоки.

4. Полученная в п. 3 часть структурной формулы соединяется с помощью многополюсного параллельного соединения с другим сопротивлением, помноженным на аналогичную сумму, но при условии включения в маршрут другого конечного потока (например, K^8 ; инверсия элемента выбора этого потока будет $\bar{x}^{k8'}$).

Это сопротивление должно быть промаркировано слева маркой, совпадающей с маркой, стоящей слева у сопротивления п. 2 (например, t_{1n1}), а справа — другой произвольной маркой (например, t_{3n1}).

Аналогичные операции (присоединение сопротивлений, помноженных на соответствующую сумму) необходимо проделывать до тех пор, пока не будут исчерпаны все конечные потоки, которые с данным начальным потоком (данными начальными потоками) могут определять маршрут.

5. Операции аналогичные пп. 1—4 проделываются с элементом (элементами) выбора следующего начального потока (следующих начальных потоков. Например, $x^{k3'}$ и $x^{k4'}$) и т. д. Эти операции необходимо проделывать до тех пор, пока не будут исчерпаны все элементы выбора начальных потоков.

Причем во всех случаях, если с вентильным элементом в произведении с каким-либо членом (или без него) входят в произведение члены, которые уже ранее повторялись в аналогичных произведениях в скобках при других сопротивлениях, то необходимо перед этими членами (после указанного вентильного элемента или вентильного элемента в произведении с каким-либо членом) поставить марку, имеющую место перед уже ранее повторявшимися аналогичными членами, а сами члены не записывать.

Например, в сумме, входящей в произведение с R^3 , имеется член $t_{4n1} \bar{B}_{tA1}^{A3} \bar{x}_{tA2}^{3k7} (t_{A2} x_{tA}^{n2} + t_{A2} x_{tA}^{yn2})$. После марки tA должен быть член $t_A x_{t5n1}^{n1} X_{t6n1}^{n1'} \bar{x}_{t6}^{yn1}$. Однако он не записан, так как уже имеется в одном из слагаемых суммы, входящей в произведение с сопротивлением R^1 .

Полученная изложенным методом структурная формула, соответствующая табл. 1, запишется уравнением:

$$F_{x^{n-1,2,3}} = (t_A x_{t1n1}^{k1'} + t_A x_{t1n1}^{k2'}) t_{1n1} R_{t2n1}^1 [t_{2n1} \bar{B}_{tA}^{A1} \bar{x}_{t5n1}^{n1} X_{t6n1}^{n1'} \bar{x}_{t6}^{yn1} +$$

$$+ t_{2n1} \bar{B}_{tB1}^{B1} (t_{B1} x_{tB}^{n1} + t_{B1} x_{tB}^{yn1}) t_{B} x_{t7n1}^{n2} X_{t8n1}^{n2'} \bar{x}_{t8}^{yn2} + t_{2n1} \bar{B}_{tC7}^{C1} \bar{x}_{t6}^{k7'}] \neq t_{1n1} R^2 \times \\ \times t_{3n1} (t_{3n1} \bar{B}_{tA}^{A2} + t_{3n1} \bar{B}_{tB1}^{B2} + t_{3n1} \bar{B}_{tC8}^{C2} \bar{x}_{t6}^{k8'}) \neq t_{1n1} R^3 t_{4n1} [t_{4n1} \bar{B}_{tA1}^{A3} \bar{x}_{tA2}^{3k7} \times \\ \times (t_{A2} x_{tA}^{n2} + t_{A2} x_{tA}^{yn2}) + t_{4n1} \bar{B}_{tB}^{B3} + t_{4n1} \bar{B}_{tC9}^{C3} \bar{x}_{t6}^{k9'}] \neq (t_A x_{t1n2}^{k3'} + t_A x_{t1n2}^{k4'}) t_{1n2} \times \\ \times R_{t2n2}^4 [t_{2n2} \bar{B}_{tA2}^{A4} + t_{2n2} \bar{B}_{tB}^{B4} + t_{2n2} \bar{B}_{tC1}^{C1} (t_{C1} x_{tC3}^{n1} + t_{C1} x_{tC3}^{yn1}) t_{C3} x_{tC2}^{k9} (t_{C2} x_{tC}^{n2} + \\ + t_{C2} x_{tC}^{yn2}) t_{C} x_{t5n2}^{n3} X_{t6n2}^{n3'} \bar{x}_{t6}^{yn3} + t_{2n2} \bar{B}_{tC7}^{C4}] \neq t_{1n2} R_{t3n2}^5 [t_{3n2} \bar{B}_{tA2}^{A5} + t_{3n2} \bar{B}_{tB}^{B5} + \\ + t_{3n2} \bar{B}_{tC2}^{C2} (t_{C2} x_{tC}^{n1} + t_{C2} x_{tC}^{yn1}) + t_{3n2} \bar{B}_{tC8}^{C5}] \neq t_{1n2} R_{t4n2}^6 [t_{4n2} \bar{B}_{tA3}^{A6} (t_{A3} x_{tA1}^{n3} + \\ + t_{A3} x_{tA1}^{yn3}) + t_{4n2} \bar{B}_{tB}^{B6} + t_{4n2} \bar{B}_{tC2}^{C3} + t_{4n2} \bar{B}_{tC9}^{C6}] \neq (t_A x_{t1n3}^{k5'} + t_A x_{t1n3}^{k6'}) t_{1n3} R_{t2n3}^7 \times \\ \times (t_{2n3} \bar{B}_{tB}^{B7} + t_{2n3} \bar{B}_{tC3}^{C4} + t_{2n3} \bar{B}_{tC7}^{C7}) \neq t_{1n3} R_{t3n3}^8 [t_{3n3} \bar{B}_{tB3}^{B8} (t_{B3} x_{tB}^{n3} + t_{B3} x_{tB}^{yn3}) + \\ + t_{3n3} \bar{B}_{tC}^{C5} + t_{3n3} \bar{B}_{tC8}^{C8}] \neq t_{1n3} R_{t4n3}^9 (t_{4n3} \bar{B}_{tB3}^{B9} + t_{4n3} \bar{B}_{tC}^{C6} + t_{4n3} \bar{B}_{tC9}^{C9}). \quad (2)$$

В шестой главе проводится сравнительный анализ полученной системы ДАУ и предлагаемых методов с существующими. При этом показано, что несмотря на легкость управления объектом, оснащенный разработанной системой ДАУ, и легкость замены оператора автодиспетчером (оператору оставлены только две манипуляции по набору маршрута: выбор начальной и конечной емкости), а также совершенство различных блокировок и сигнализации, отвечающих современным техническим требованиям, эта система, с точки зрения потребности в релейной аппаратуре, более экономична, чем любая из существующих.

С точки зрения потребности в кабельной продукции, разработанная система ДАУ не уступает наиболее экономичным существующим системам.

Применение предлагаемых теоретических методов, а также получение универсальной блочной системы ДАУ позволит существенно снизить стоимость проектирования и внедрения системы ДАУ на рассмотренных объектах. Указанное снижение стоимости приведено в табл. 2. При этом снижение стоимости внедрения этих систем за счет возможности серийного выпуска блоков отечественными заводами электропромышленности может быть подсчитано отдельно в каждом конкретном случае. Причем снижение стоимости системы ДАУ составит примерно 25—30%.