

Авторефер.

ИИВ и др.

Б 73

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М.В.Ломоносова

---

Инженер БОГДАНОВ Б.К.

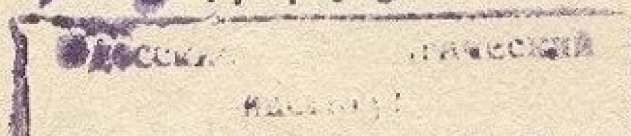
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКА  
СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ БЕЗОПЕРАТОРНОГО  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОВЫМ  
ЭЛЕВАТОРОМ

05.198 - Автоматизация производственных процессов

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Одесса - 1970

К. 011490



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М.В.Домоносова

---

Инженер БОГДАНОВ Б.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКА  
СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ БЕЗОПЕРАТОРНОГО  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОВЫМ  
ЭЛЕВАТОРОМ

05.198 – Автоматизация производственных процессов

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Перечет 1984

Одесса – 1970

~~с.в. 11490~~ V011490

ОНАХТ  
16.06.11  
Исследование процесс



v011490

Одесский технологический институт  
имени М.В.Домоносова

Работа выполнена на кафедре автоматизации производственных процессов Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова.

Научные руководители:

доктор технических наук, профессор Платонов П.Н.  
кандидат технических наук, доцент Трибельгорн Э.В.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Иванов А.А.  
кандидат технических наук, доцент Лебединский В.Г.

Ведущее научно-исследовательское учреждение:  
Всесоюзное научно-производственное объединение  
„ПИЩЕПРОМАВТОМАТИКА“

Автореферат разослан „9“ апрель 1970 г.

Защита диссертации состоится „29“ мая 1970 г.

на заседании Ученого Совета Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направить в Совет института по адресу: г.Одесса-39, ул.Свердлова, 112, Технологический институт имени М.В.Ломоносова.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

Л.А.ЗАПОРОЖЕЦ

## В В Е Д Е Н И Е

Поточно-производственная система (ППС) зернового элеватора является одной из наиболее сложных и разветвленных не только среди предприятий по хранению и переработке зерна, но и среди предприятий других отраслей промышленности. Автоматизация отдельных машин и процессов ППС, осуществленная на предприятиях с диспетчерским автоматизированным управлением (ДАУ), не решает вопросов оптимального использования возможностей поточного производства, а концентрация управления в руках одного человека — оператора не исключает возможности субъективных ошибок, приводящих к нарушению производственного процесса.

В настоящее время созданы реальные возможности для разработки систем управления, позволяющих оптимизировать процессы управления ППС. Эта возможность осуществима при условии передачи функций управления от человека к цифровой управляющей машине (ЦУМ).

Необходимость постановки такой задачи диктуется следующими соображениями:

1. Система ДАУ, основы которой были разработаны в 30-х ÷ 40-х годах нашего столетия, нуждается в критическом анализе и дальнейшем развитии.

2. Увеличение производства зерна в нашей стране и освоение новых больших массивов земель, отводимых под зерновые культуры, приводит к необходимости автоматизации и интенсификации процессов на элеваторах.

3. Проектируемые в настоящее время системы должны учитывать следующую за ними по уровню автоматизации систему управления с тем, чтобы при выборе схемных и аппаратных решений была обеспечена возможность преемственности аппаратуры.

4. Особое значение имеет алгоритмизация процессов и подготовка их к управлению УВМ. Основным препятствием в распространении и эффективном использовании УВМ, по данным института Автоматики УССР (В.Т.Кулик. Алгоритмизация объектов управления, Изд-во „Наукова думка“, К., 1968), является отсутствие подготовленных алгоритмических описаний.

5. Алгоритмический анализ процессов управления имеет первостепенное значение еще и потому, что часто позволяет получить экономический эффект еще до установки специальных технических средств управления.

6. Опыт формализации и автоматизации процессов управления на элеваторе может быть с успехом использован при автоматизации предприятий с ППС в различных отраслях народного хозяйства.

Данная работа входит в комплекс исследований, проводимых Одесским технологическим институтом им. М. В. Ломоносова в области автоматизации предприятий по хранению и переработке зерна.

В работе использованы данные анализа ППС элеваторов:

- мелькомбината г. Новомосковска Тульской обл.;
- мелькомбината № 3 г. Москвы;
- мелькомбината № 4 г. Москвы;
- мелькомбината им. Цюрупы г. Москвы;
- мелькомбината им. С. М. Кирова г. Ленинграда;
- мелькомбината г. Рыбинска Ярославской обл.,

проведенного ОТИ им. М. В. Ломоносова в период с 1960 по 1968 гг.

Диссертация содержит 197 страниц машинописного текста, 32 рисунка, 10 таблиц и состоит из шести глав, заключения, библиографии и приложения.

## Г л а в а 1

### СОСТОЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕВАТОРОВ И КЛАССИФИКАЦИЯ ППС. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Современный элеватор представляет собой частично-автоматизированное предприятие с диспетчерским управлением, осуществляющее производственные операции по приему, транспортированию, технологической обработке, хранению, составлению партий зерна и их отпуску.

Впервые в нашей стране проект диспетчерского управления элеватором был разработан ГПИ „ЭЛЕКТРОПРОМ“ в 1935 г. В настоящее время вопросами автоматизации элевато-

ров занимаются организации: ВНПО „Пищепромавтоматика“ , Государственный ордена Трудового Красного Знамени проектный институт „Промэнергопроект“, ОТИ имени М.В.Ломоносова, МТИПП, ВЗИПП. Большая и плодотворная работа была проделана ОТИ имени М.В.Ломоносова по технико-экономическому анализу систем ДАУ и разработке технологических условий на комплексную автоматизацию элеваторов и ВНПО „Пищепромавтоматика“ по разработке систем ДАУ и аппаратуры автоматического контроля и управления.

Особого внимания заслуживают работы ОТИ им.М.В.Ломоносова по классификации ППС. Классификация ППС при решении задач автоматизации имеет принципиальное значение. Существующая в настоящее время классификация производилась с позиций построения систем ДАУ и при их проектировании сыграла свою положительную роль. Согласно этой классификации в ППС было выделено три структурных звена: звено первого порядка – ППС, звено второго порядка – участок ППС, звено третьего порядка – поток. Выделение трех структурных звеньев не отражает всего многообразия связей и зависимостей между элементами ППС и может рассматриваться как первый уровень детализации, необходимый при построении систем ДАУ, но явно недостаточный при построении более высокоразвитых систем управления. Существовавшая до настоящего времени классификация не учитывала логические связи между потоками, машинами и прочими элементами ППС.

В предлагаемой классификации в ППС выделено пять структурных звеньев: звено первого порядка – ППС, звено второго порядка – участок ППС, звено третьего порядка – поточная линия, звено четвертого порядка – поток и звено пятого порядка – исполнительное устройство. Вновь введенное понятие „поточная линия“ определено в соответствии с классификацией поточных производств в машиностроении, разработанной проф. Солодовниковым В.В., как совокупность потоков, исполнительных устройств и емкостей, связанных в единую систему общим производственным процессом и предназначенную для преобразования свойств или перемещения материалов. Поточные линии классифицированы по характеру поступления материалов; по количеству потоков, входящих в поточную линию; по характеру движения материалов по поточной линии; по характеру взаимных связей между потоками.

Решение задач формализованного описания ППС выявило необходимость в обобщении и классификации всех машин, агрегатов и исполнительных механизмов. В связи с этим было введено и определено понятие „исполнительное устройство“. Под исполнительным устройством будем понимать машины, агрегаты и механизмы ППС, предназначенные для выполнения отдельных актов производственного процесса и характеризующиеся тем, что для управления ими подаются общие команды (включить – выключить, открыть – закрыть и т.п.).

Классификация ИУ произведена по их роли в производственном процессе, по назначению в ППС, по принципу действия, по осуществляемому рабочим органом направлению движения и по количеству фиксированных позиций.

В работе подробно рассматриваются и классифицируются отдельные группы элеваторных ИУ, а также анализируется их соответствие требованиям комплексной автоматизации.

Второй раздел главы посвящен исследованию системы ДАУ и анализу функций управляющего персонала. Исходя из общей тенденции развития автоматики, определены этапы комплексной автоматизации элеваторов.

Задачей настоящих исследований является разработка основ построения первого этапа комплексной автоматизации элеватора, названного безоператорным автоматизированным управлением (БАУ).

ППС современного элеватора представляет собой сложный объект управления, а разрабатываемая система управления относится к так называемым „большим системам“. Проектирование больших систем распадается на два этапа (Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. Изд-во „Сов.радио“, М., 1962):

1. Выбор и организация функций и структуры системы в целом.
2. Выбор и проектирование физических единиц оборудования, т.е. комплектов системы.

Настоящая работа посвящена решению вопросов первого этапа проектирования системы БАУ. В ходе исследований было необходимо выполнить следующий объем работ:

1. Определить объем и степень автоматизации ППС на этапе БАУ.

2. Разработать критерии оптимальности управления и целевую функцию системы БАУ.

3. Произвести формализованное описание процессов и построить алгоритм управления системой.

4. Построить макроструктуру системы БАУ и составить алгоритмы функционирования отдельных блоков.

5. Произвести анализ систем автоматической сигнализации ППС и разработать рекомендации по их улучшению.

В результате исследования процессов управления ППС зернового элеватора были сделаны следующие выводы:

1. Процессы управления элеватором носят неустойчивый характер. Причинами неустойчивости процессов являются: изменение качества материалов как в процессе обработки, так и при хранении; изменение спроса на материалы; неустойчивое ведение производственных процессов; нерациональное (неоптимальное) распределение материалов по емкостям; несвоевременная подача внешнего транспорта; влияние субъективных решений как оператора, так и персонала лаборатории и т.д.

2. Бессистемная и неправильная эксплуатация сложной поточно-производственной системы приводит к авариям и потерям материалов, а также к непроизводительным простоям средств и оборудования. Существующие способы управления не позволяют быстро и своевременно находить оптимальные решения в сложной обстановке.

3. Автоматизация отдельных машин и процессов, осуществленная на предприятиях с ДАУ, не решает вопросов оптимального использования возможностей поточного производства, а концентрация управления в руках одного человека неизбежно приводит к появлению ошибок, предопределяемых психофизиологическими факторами.

4. На современном этапе развития средств автоматизации не представляется возможным передать все без исключения функции человека по управлению элеватором автоматической системе, но возможно и необходимо оставить за ним минимальное их количество.

5. Теоретические исследования и опыт применения УВМ в других отраслях промышленности показали, что для автоматизации процессов управления ППС нельзя использовать си -

системы с жесткой памятью, т.е. системы, в которых зафиксирована какая-то временная программа. Непрерывное изменение производственной ситуации не позволяет осуществить программное управление по жесткой временной программе.

6. Дальнейшее повышение объема автоматизации привело к необходимости пересмотра и дополнения существующей классификации ППС.

7. Анализ действий человека-оператора показал, что все они причинно-обусловлены и не носят случайного характера.

8. Анализ действий персонала лаборатории и современное состояние развития средств автоматики позволяют сделать вывод о несвоевременности их автоматизации и о необходимости поэтапного перехода от диспетчерского к комплексно-автоматизированному управлению.

9. В отличие от ДАУ система БАУ должна представлять собой кибернетическую систему со всеми присущими ей характерными признаками: облегчением умственного труда человека; проведением процессов в оптимальных режимах; наличием замкнутой системы управления, имеющей обратную связь.

## Г л а в а 11

### ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ И КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ППС

Целью управления ППС можно считать обеспечение своевременного выявления оптимальной производственной операции и оптимальное её проведение.

Оптимальной будем считать операцию, невыполнение которой приводит, по сравнению с другими операциями, к наибольшим потерям.

Оптимальное проведение операции обеспечивается выбором оптимального оборудования, обеспечивающего её проведение.

Выбор оптимального оборудования показан на примере выбора норрии. Условия оптимального выбора норрии были составлены в ОТИ имени М.В.Ломоносова В.Г.Лебединским, разработавшим совместно с В.Б.Фасманом технологические предпосылки автоматизации элеваторов.

Целевую функцию системы БАУ можно обобщенно представить в виде выражения:

$$\Psi = F_{\text{опт}} \wedge K_{\text{опт}} \quad (1)$$

где  $F_{\text{опт}}$  – условие выбора оптимальных ИУ;

$K_{\text{опт}}$  – условие выбора оптимальной операции.

Необходимость в выборе операции возникает тогда, когда появляется производственная ситуация с двумя возможными, но несовместимыми операциями (несовместимыми ввиду необходимости использования в обеих одних и тех же ИУ). Наиболее точный выбор операции обеспечивается учетом стоимостного показателя потерь от невыполнения одной и прерывания другой операции.

С целью значительного упрощения процесса выбора оптимальной операции перед стоимостной проверкой предлагается осуществлять сравнение операций по приоритету. Присвоение приоритетов операциям можно осуществить следующим образом:

**ПРИОРИТЕТ 1.** Внеочередные операции, непроведение которых может привести к значительным потерям средств или материалов.

**ПРИОРИТЕТ 2.** Операции приема или отпуска зерна на железнодорожный или водный транспорт.

**ПРИОРИТЕТ 3.** Операции отпуска зерна на зерноперерабатывающее предприятие.

**ПРИОРИТЕТ 4.** Операции приема или отпуска зерна на автомобильный транспорт.

**ПРИОРИТЕТ 5.** Внутриэлеваторные операции.

При равенстве приоритетов следует произвести стоимостную проверку оптимальности операций по выражению:

$$\alpha = \sum (c_{\text{вг}} t_{\text{вг}} + c_{\text{об}} t_{\text{об}})_1 - \sum (c_{\text{вг}} t_{\text{вг}} + c_{\text{об}} t_{\text{об}} + c_n \theta)_2 \geq \beta \quad (2)$$

где  $c_{\text{вг}}$  – стоимость одного часа простоя внешнего транспорта;

$t_{\text{вг}}$  – время простоя внешнего транспорта;

$c_{\text{об}}$  – стоимость одного часа простоя зерноперерабатывающего оборудования;

$t_{об}$  - время простоя оборудования;

$C_n$  - стоимость единицы потерь энергии, вызванных прерыванием операции;

$Q$  - количество потерянной энергии;

$\beta$  - граничный коэффициент (определяется на этапе микросинтеза).

Готовящаяся операция считается оптимальной, если выполняется неравенство (2), в противном случае оптимальной должна считаться проводимая операция.

## Г л а в а 111

### АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ППС

До настоящего времени для целей описания ППС применялись две формы: форма содержательного описания и форма графического описания, так называемые скелетные схемы блокировок. Формализованное описание ППС предшествует автоматизации ППС и должно отражать взаимные связи между её элементами. Анализ скелетных схем и отзывов по их применению (см., например, Витлин В.М., Вальковский Э.Г. и др. *Наладка автоматических устройств элеваторов*. Изд-во „Колос“, М., 1967) позволяют сделать вывод о непригодности скелетных схем для описания ППС как объектов автоматического управления. Поэтому перед настоящими исследованиями была поставлена задача разработать специальный алгоритмический язык для описания ППС. Инициаторами и постановщиками задачи разработки нового языка явились к.т.н. Мерко И.Т. и инж. Каминский А.Я.

При разработке языка учитывались следующие требования:

1) практическое пользование языком должно быть достаточно простым;

2) область применения языка должна быть достаточно широкой;

3) пользование языком должно обеспечить проектировщикам решение задач формализованного описания ППС на этапе составления задания на автоматизацию ППС и на этапе составления информационной модели (этап макросинтеза системы управления);

4) должно быть реальным развитие языка т.е. должна быть обеспечена возможность совершенствования языковой системы.

Такой язык был разработан и получил название ЛЯО-ППС (Логический язык описания поточно-производственных систем). Согласно поставленным требованиям, применение языка наиболее целесообразно в двух направлениях:

1) при описании ППС как объекта автоматического управления;

2) при моделировании структуры ППС для ввода её в память системы автоматического управления.

В первом случае основной задачей описания является наиболее полное отражение связей и зависимостей между звеньями и элементами ППС, являющимися объектами управления, во втором – описание структуры ППС с целью её формализации и ввода в память управляющей машины. С целью упрощения пользования языком были разработаны две формы записи: графическая и аналитическая. Графическая форма является наиболее наглядной, а аналитическая – наиболее компактной и перспективной в своем развитии. На рис.1а представлена технологическая схема примерной поточной линии ППС зернового эле-

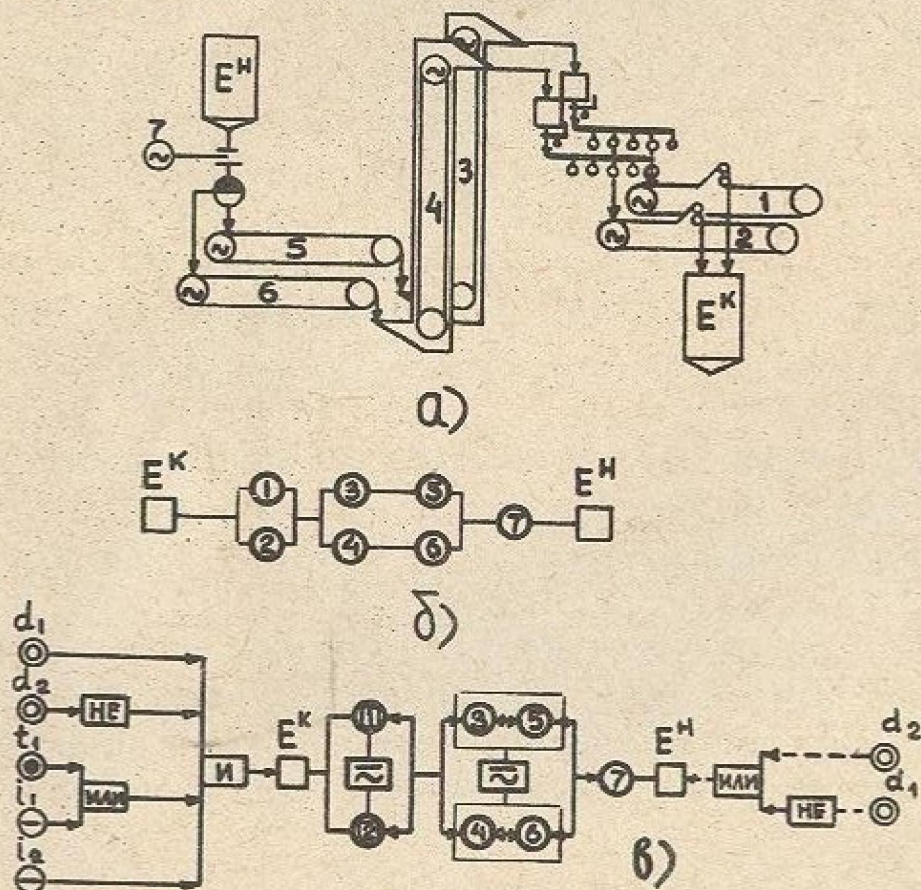


Рис. 1

ватора в которую входят: один из двух взаимоисключающих наполняющих транспортеров  $H_1$  или  $H_2$ , одна из двух взаимоисключающих комбинаций – норрии  $M_3$  с опорожняющим транспортером  $M_5$  или норрии  $M_4$  с опорожняющим транспортером  $M_6$  и задвижка опорожняемой емкости  $K_7$ . На рис. 1 б представлена скелетная схема поточной линии, а на рис. 1 в – графическая, построенная в символике языка ЛЯО-ППС. Данная поточная линия описывается следующим предложением:

$$\Phi = [i_2 \bar{d}_2 d_1 (t_1 + i_1)] E^K (H_1 \sim H_2) \bar{\omega} [(M_3 \bar{\omega} M_5) \sim (M_4 \bar{\omega} M_6)] \bar{\omega} K_7 E^H (d_2 + \bar{d}_1)$$

Латинскими буквами в этом предложении обозначены сигналы от источников информации. Первое слово предложения, составленное из этих символов, описывает производственную ситуацию, разрешающую работу линии, а последнее – запрещающую. Знаком  $\bar{\omega}$  обозначена взаимопротивоположная передача управления от одного ИУ к другому.

По результатам исследований были сделаны следующие выводы:

1. Существующая форма описания ППС в виде скелетных схем не отражает всех связей и зависимостей между элементами ППС.

2. Известные алгоритмические языки не нашли своего применения для описания ППС из-за отсутствия в своем составе специальных средств и формализмов для описания специфических связей и зависимостей между элементами ППС.

3. Разработанный язык ЛЯО-ППС относится к классу алгоритмических языков неарифметического применения и предназначен для алгоритмического описания ППС и построения информационных моделей.

4. Наличие в языке двух форм представления ППС – аналитической и графической – позволяет составителю выбрать форму наиболее приемлемую и удобную в каждом конкретном случае.

5. Все конструкции и структуры языка подробно описаны и классифицированы. Разработана методика применения языка и его применение продемонстрировано на многочисленных примерах описания конкретных поточных линий.

6. Алгоритмическое описание ППС элеватора позволило определить наиболее рациональные с точки зрения задач управления технологические схемы поточных линий и выявить минимальное количество элементов, в полной мере определяющих маршрут.

## Г л а в а 1У

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ППС

Необходимость построения математической модели ППС вызвана необходимостью ввода в память ЦУМ взаимных связей и зависимостей между звеньями и элементами ППС. Модель ППС может быть отнесена согласно существующей классификации к классу информационных постоянных моделей. Исходя из задач, решаемых системой БАУ, построенная модель должна служить источником информации о структуре ППС.

Применение языка ЛЯО-ППС для целей математического моделирования поставило перед исследователями задачу преобразования моделей с целью их минимизации. Построение модели ППС осуществляется следующим образом:

1. На основании технологической схемы движения продуктов составляется скелетная схема ППС.

2. Все элементы ППС нумеруются и обозначаются в соответствии с символикой аналитической формы языка ЛЯО-ППС.

3. Подсчитывается общее количество предложений, необходимых для построения модели. Подсчет производится по формуле:

$$N = A_n A_k - B, \quad (3)$$

где  $A_n$  — количество групп начальных емкостей;

$A_k$  — количество групп конечных емкостей ;

$B$  — количество неосуществимых маршрутов.

4. Составляются предложения модели в соответствии с описанной в главе III методикой.

5. Проводится минимизация построения нормальной формы модели (н.ф.м.) по описанной в главе 1У методике.

6. Полученная минимальная форма модели (м.ф.м.) проверяется на отсутствие подобных конструкций, подлежащих минимизации. М.ф.м. считается абсолютной (а.м.ф.м.), если дальнейшие упрощения модели невозможны или нецелесообразны.

7. По определенным зависимостям подсчитывается эффективность минимизации.

Построение модели показано на примере моделирования структуры ППС типового элеватора М 3х175, технологическая схема которого представлена в приложении.

## Г л а в а У

### АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ППС И ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ БАУ

Основной формой представления алгоритмов управления является операторная форма, предложенная А.А.Ляпуновым и развитая в работах Л.А.Калужнина, В.Б.Гнеденко, Н.П.Бусленко, В.С.Королюка, Е.Л.Ющенко и др.

Алгоритм управления, представленный в операторной форме, составляется из преобразующих и логических операторов и записывается в аналитическом или графическом виде.

При алгоритмизации процессов управления ППС было составлено содержательное описание процессов управления тремя группами производственных операций: приема зерна с внешнего транспорта, отпуска и внутриэлеваторных операций. Из содержательного описания были выделены действия общие для всех групп операций и составлен универсальный алгоритм управления, представленный в обобщенных операторах. Каждый из обобщенных операторов, в свою очередь, представляет собой совокупность элементарных операторов, реализующих довольно крупную группу элементарных операций. Такая форма представления алгоритма еще не является системой команд ЦУМ, но играет существенную роль при блочном синтезе, так как позволяет охватить всю совокупность процессов управления и перейти к алгоритму, составленному из элементарных операторов.

Сущность макросинтеза (блочного синтеза) состоит в том, что на основании заданного алгоритма проектируемое устройство разбивается на ряд функциональных блоков. Затем

производится определение условий работы этих блоков и их взаимных связей. Теория макросинтеза находится в настоящее время на начальной стадии своего развития. Достаточно разработана лишь методическая основа макросинтеза сложных систем, согласно которой и проводился макросинтез системы БАУ:

- из заданного списка алгоритмов выбиралась определяющая операция;
- каждой определяющей операции сопоставлялся функциональный блок;
- определялись массивы памяти для хранения оперативной и долговременной информации;
- исследовались взаимные связи между блоками и составлялся список потоков информации, связывающих отдельные блоки в единую систему;
- строилась макроструктура системы БАУ;
- определялись алгоритмы функционирования отдельных блоков.

На рис.2 представлена макроструктура системы БАУ ППС зернового элеватора, составленная из блоков:

#### А. Ввода и вывода информации:

1. Блока ввода программ - БВП.
2. Блока вывода команд - БВК.
3. Блока связи с обслуживающим персоналом - БСОП.
4. Устройства сбора и распределения информации - УСРИ.
5. Блока оперативной сигнализации - БОС.
6. Блока аварийной сигнализации - БАС.
7. Панели оперативной сигнализации - ПОС.
8. Панели аварийной сигнализации - ПАС.
9. Панели связи с обслуживающим персоналом - ПСОП.

#### Б. Преобразования информации:

1. Блока поиска программ - БПП.
2. Блока выбора элементов маршрута - БВЭМ.
3. Блока выбора оптимальной операции - БВОО.
4. Блока прерывания и возобновления программ - БПВП.
5. Блока начала и окончания операции - БНОК.



6. Блока управления набором маршрута - БУНМ.
7. Блока управления маршрутами-БУМ.

#### В. Запоминания информации:

1. Накопителя программ - НП, состоящего из общего массива программ (ОМП) и массива реализуемых программ (МРП).
2. Постоянного запоминающего устройства - ПЗУ.
3. Оперативного запоминающего устройства - ОЗУ.
4. Сверхоперативного запоминающего устройства - СОЗУ.

В главе подробно описаны информационные потоки, связывающие отдельные блоки в единую систему, массивы памяти для хранения всевозможной информации и алгоритмы функционирования блоков преобразования информации.

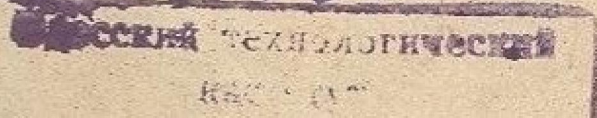
### Г л а в а У 1

## ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ ППС

Исследования, проведенные рядом советских и зарубежных авторов по анализу системы „человек-машина“, доказали необходимость тщательного научного обоснования принципов построения устройств связи машины с человеком. Участвуя в управлении, человек чаще всего получает необходимую информацию путем зрительного восприятия. К сожалению, в настоящее время построение систем автоматической сигнализации ППС не рассматривается как самостоятельная задача и проводится без достаточного научного обоснования.

Основными недостатками применяемых щитов сигнализации ППС являются: насыщенность мнемосхем сигнальными элементами; наличие сигнализации о событиях не влекущих со стороны оператора никаких действий; наличие большого числа символов и мнемознаков; сложность взаимных связей и наличие большого числа пересекающихся линий. Предлагаемый принцип построения систем автоматической сигнализации позволяет устранить основные недостатки применяемых щитов. В таблице 1 приводятся результаты сравнения мнемосхемы внедренной на элеваторе мелькомбината им.С.М.Кирова и построенной из предлагаемых типовых панелей. Подсчет полного вре-

с.б. 11490 ✓ 011490



мени оператора производился по методике предложенной А.Ф.Пахомовым и А.А.Крыловым (Крылов А.А., Пахомов А.Ф. К вопросу о „пропускной способности“ оператора, Сб. „Проблемы инженерной психологии“, Вып.4, Л., 1966).

По результатам исследований были сделаны следующие выводы:

1. Вопросы представления информации человеку в системе „человек - машина“ имеют первостепенное значение.
2. Существующие принципы построения систем автоматической сигнализации ППС не позволяют устранить основные недостатки щитов сигнализации без смешивания и потери определенности информации.
3. Основное отличие предлагаемой системы заключается в разделении всех объектов сигнализации на постоянные и переменные и применении для сигнализации переменных объектов цифровых сигнальных элементов типа цифровых индикаторов.
4. Предлагаемая система сигнализации дает возможность унификации щитов сигнализации ППС; устраняет пересечение линий движения материалов; повышает наглядность и достоверность представляемой оператору информации; приводит к значительной экономии сигнальных элементов (80÷85 %); снижает стоимость проектирования, монтажа и наладки системы сигнализации.
5. Система сигнализации, построенная по предлагаемому принципу, имеет возможность при изменении технологической схемы движения материалов отобразить их без смены щита и перестройки мнемосхемы.
6. Существенно снижается стоимость проектирования системы автоматической сигнализации по причинам, изложенным в п.4.
7. Человек освобождается от ненужной, отвлекающей информации. Улучшаются условия его работы, так как мнемосхемы выполняются в предельно ясном и наглядном виде.
8. Переход к подобной сигнализации возможен еще на этапе ДАУ, но особенно необходим при внедрении систем автоматического управления когда важно подавать информацию в предельно сжатом виде, не нарушая при этом её объема и содержания.

Т а б л и ц а 1

№№ п.п.	Сигнализируемое событие	Количество символов		Количество носителей информации		Полное время оператора, сек	
		Внедрен. система	Предлаг. система	Внедрен. система	Предлаг. система	Внедрен. система	Предлаг. система
1.	Уровень зерна в емкостях	156	24	292	24	149	15
2.	Положение задвижек начальных емкостей	126	16	126	16	66	11
3.	Состояние транспортеров	15	8	15	16	10,5	11
4.	Состояние норий	4	4	4	4	5	5
5.	Положение разгрузочных тележек и клапанов на них	4	4	108	4	57	5
6.	Положение поворотных труб	4	4	46	4	26	5
7.	Положение перекидных клапанов	11	4	22	4	14	5
И т о г о :		320	64	613	72	327,5	57

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Создание системы БАУ заставило пересмотреть существующую классификацию и выделить в ППС пять структурных звеньев вместо трех. Каждое звено определено и в свою очередь классифицировано с позиций комплексной автоматизации. Особое внимание уделено анализу и классификации вновь введенных понятий — „исполнительное устройство“ и „поточная линия.“ Проведен анализ соответствия исполнительных устройств требованиям комплексной автоматизации.

2. В результате исследования процессов управления ППС современного элеватора, оснащенного системой ДАУ, выявлены и классифицированы функции человека-оператора и персонала лаборатории, участвующего в управлении.

3. Система БАУ является первой системой управления элеватором, в которой поставлены вопросы автоматизации функций человека-оператора и оптимизации процессов управления. В основу оптимального управления ППС элеватора положены требования обеспечения наиболее эффективного ведения производственных процессов и сокращения времени простоя внешнего транспорта и зерноперерабатывающего оборудования.

4. Существующая форма описания ППС в виде скелетных схем не отражает всех связей и зависимостей между объектами ППС, а известные алгоритмические языки не применимы для этой цели, так как не имеют в своем составе средств и методов отображения специфических связей и зависимостей в ППС. В связи с этим разработан специализированный язык для формализованного описания ППС, названный логическим языком описания ППС (ЛАО-ППС). Язык ЛАО-ППС имеет две формы представления ППС: графическую и аналитическую, и может применяться для алгоритмического описания ППС и построения информационных моделей.

5. Проведено алгоритмическое описание норийных поточных линий элеваторов, позволившее выявить наиболее рациональные, с точки зрения задач управления, технологические схемы поточных линий и минимальное количество элементов в полной мере определяющих маршрут, а также описать все логические связи и зависимости между элементами поточной линии.

6. Построена модель ППС, которая по существующей классификации может быть отнесена к классу постоянных информационных моделей. Разработана методика применения языка ЛЯО-ППС для моделирования ППС. При этом выведены математические выражения для подсчета количества предложений, описывающих ППС; количества символов в предложениях, подлежащих минимизации, а также для определения эффективности минимизации информационной модели. Разработаны и описаны действия над моделями ППС и закономерности их преобразования.

7. Определены этапы комплексной автоматизации элеваторов, критерии оптимальности и целевая функция системы БАУ, являющейся кибернетической системой со всеми присущими ей характерными признаками.

8. При составлении алгоритмов управления отдельными производственными операциями обнаружена общность в действиях оператора, что позволило разработать универсальный алгоритм управления ППС элеватора, являющийся основой определения макроструктуры системы БАУ.

9. Разработана макроструктура системы БАУ, определены и описаны информационные потоки, связывающие отдельные блоки в единую систему; массивы для хранения оперативной и долговременной информации; разработаны алгоритмы функционирования блоков переработки информации, представленные в операторной форме.

10. Предлагаемый принцип построения систем автоматической сигнализации обеспечивает унификацию проектирования и изготовления фасадов щитов сигнализации на базе унификации построения мнемосхем щитов, изготавливаемых из типовых панелей. На типовых панелях полностью устранен основной недостаток применяемых щитов, заключающийся в наличии пересекающихся линий и большом количестве сигнальных элементов. Этого удалось достигнуть за счет разделения всех объектов сигнализации на два типа: постоянные и переменные, и

перехода к сигнализации переменных объектов цифровыми сигналами элементами. Оператор освобождается от ненужных действий и отвлекающей информации. Предлагаемая система обеспечивает возможность достройки и перестройки ППС элеватора без изменения существующего щита. Переход к предлагаемой системе сигнализации возможен и полезен еще на этапе ДАУ, но особенно необходим при переходе к системам комплексной автоматизации, в которых вопросы оптимального представления информации человеку имеют особое значение.

### ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ :

1. П.Н.Платонов, Б.К.Богданов. Принципы алгоритмизации систем автоматического управления производственными процессами элеваторов Сб. „Автоматизация производственных процессов на предприятиях по хранению и переработке зерна“, ЦИНТИ Госкомзага СССР, М., 1966.
2. П.Н.Платонов, Б.К.Богданов. Исследование работы оператора в системе управления элеватором и создание автомата-оператора. Тезисы докладов XXIX Юбилейной научной конференции ОТИ имени М.В.Ломоносова. Секция автоматизации и приборостроения, Одесса 1967.
3. Б.К.Богданов, Э.В.Трибельгорн, Ф.А.Фёдоров. Автоматическое телемеханическое управление направляющими механизмами. Механизация и автоматизация производств, № 6, М., 1965.
4. Л.И.Ременный, Б.К.Богданов. Автоматическое управление разгрузочной тележкой элеватора, Сб. „Хранение и переработка зерна“, ЦИНТИ Госкомзага СССР, № 10, М., 1965.
5. П.Н.Платонов, Б.К.Богданов. Принципы алгоритмизации управления производственными процессами на предприятиях с поточно-транспортной системой, Тезисы докладов XXVIII научной конференции ОТИ имени М.В.Ломоносова, Секция автоматизации и приборостроения, Одесса, 1966.
6. П.Н.Платонов, Э.В.Трибельгорн, Б.К.Богданов. Рациональные объемы автоматизации элеваторов СССР и пути повышения эффективности систем ДАУ, Тезисы докладов на Все-

союзном совещании по автоматизации предприятий по хранению и переработке зерна в г.Москве, Центральное правление НТО мукомольной и элеваторной промышленности, М., 1966.

7. П.Н.Платонов, Э.В.Трибельгорн, Б.К.Богданов. Комплексная автоматизация поточно-производственных систем (ППС). Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в ВУЗах УССР, К., 1968.

8. П.Н.Платонов, Б.К.Богданов. К вопросу повышения эффективности световой сигнализации на предприятиях с диспетчерским управлением, Тезисы докладов ХХІХ Юбилейной научной конференции ОТИ имени М.В.Ломоносова, Секция автоматизации и приборостроения, Одесса, 1967.

#### ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ВЫПОЛНЕНА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ:

1. Комплексная автоматизация поточно-производственных систем. Госбюджет, НИС ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1968.

2. Тема 5-35/63. Разработка и внедрение системы ДАУ по схеме ОТИ имени М.В.Ломоносова на элеваторе м-та в г.Новомосковске. НИС ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1964.

3. Тема 5-26/64. Разработка унифицированной блочной системы ДАУ унифицированным поточно-транспортным производственным комплексом. НИС ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1965.

4. Тема 5-33-67. Исследование эксплуатационных и технико-экономических особенностей характерных систем ДАУ мельничным производством НИС ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1968.

#### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ СООБЩАЛОСЬ В ДОКЛАДАХ:

1. На ХХУІІІ и ХХІХ научных конференциях ОТИ им.М.В.Ломоносова (март 1966 - апрель 1967).
2. На заседании Южно-украинского семинара по технической кибернетике и автоматическому управлению (май 1969).
3. На совещании по автоматизации предприятий Госкомзага СССР в г.Москве, (декабрь 1966).
4. На заседании кафедры „Автоматизации и механизации производств“ ОТИ имени М.В.Ломоносова (1965 - 1968) и кафедры „Автоматика и электрооборудование“ ОТИП и ХП (1968 - 1969).