

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ  
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ  
ПРОЦЕССОМ  
ПРОИЗВОДСТВА  
МАРГАРИНА**

**Под ред. канд. техн. наук  
Н. Ф. ВАСИЛЬЕВА**



**МОСКВА  
ВО "АГРОПРОМИЗДАТ"  
1988**

0111.001

ББК 35.78  
А18  
УДК 664.3:65.011.56

А18 Автоматизированная система управления технологическим процессом производства маргарина/Н. Ф. Васильев, С. В. Лачков, М. Ш. Аблавский и др.; под ред. Н. Ф. Васильева — М.: Агропромиздат, 1988. — 200 с.; ил.

ISBN 5-10-000179-8

В книге приведено общее описание АСУ ТП производства маргарина, дана характеристика устройства центрального диспетчерского пункта и вычислительного центра. Описаны системы локальной автоматики, рассмотрены задачи централизованного контроля, информационно-вычислительные, непосредственного цифрового управления участком дозирования компонентов маргарина.

Предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, внедрением и эксплуатацией АСУ ТП на масло-жировых предприятиях.

А  $\frac{2905000000 - 128}{035(01) - 88}$  59 - 87

ББК 35.78

ISBN 5-10-000179-8

© ВО "Агропромиздат", 1988

## ВВЕДЕНИЕ

Новые перспективы открыл перед нашей страной съезд КПСС, который принял принципиально новый стратегический курс на повышение темпов экономического роста развития страны, выдвинутый апрельским (1985 г.) Пленумом. "Суть его — в новом качестве роста: всемерной интенсификации производства на основе научно-технического прогресса, структурной перестройки экономики, эффективных форм управления, организации и стимулирования труда"<sup>\*</sup>, — отмечается в Политическом докладе Центрального Комитета X съезда Коммунистической партии Советского Союза.

Двенадцатая пятилетка отличается тем, что глубокие преобразования в народном хозяйстве, перевооружение его отраслей на современной научно-технической базе будут происходить при одновременном наращивании темпов движения вперед.

Основными направлениями экономического и социального развития на 1986–1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено: "Обеспечить решение ключевой политической и хозяйственной задачи — всемерно ускорить научно-технический прогресс".

"Последовательно повышать организационную и технологическую гибкость производства. Внедрять автоматизированные системы в различные сферы хозяйственной деятельности, и в первую очередь в проектирование, управление оборудованием и технологическими процессами. Поднять уровень автоматизации производства примерно в 2 раза. Создавать комплексно-автоматизированные производства, которые можно быстро и экономично перестраивать"<sup>\*\*</sup>.

Ускорение научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства в значительной степени зависит от широкого внедрения в практику управления современной вычислительной техники. Посредством вычислительной техники уже в настоящее время в народном хозяйстве решаются сложные задачи управления, учета и переработки информации на всех уровнях производства и руководства.

Очень важным является использование вычислительной техники в управлении технологическим процессом. Соотношение между входными и выходными параметрами определяет большое разнообразие технологических операций и показателей.

<sup>\*</sup> Материалы XXVII съезда КПСС. М., 1986, с. 21.

<sup>\*\*</sup> Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года. М., 1986, с. 22–23.

Основной задачей управления технологическим процессом является поддержание оптимальных или рациональных соотношений между входными и выходными параметрами при определенной или максимальной производительности процесса по целевому продукту, а также при определенном качестве выпускаемого продукта.

Осуществление подобного управления является непростой задачей. Необходимость управления обычно вызвана следующими факторами, действующими в совокупности или в разных сочетаниях:

проведение технологического процесса в соответствии с технологическим регламентом и правилами техники безопасности, т. е. поддержание на заданном уровне соотношений и величин входных и выходных потоков сырья, материалов, энергии, готового и побочного продуктов;

ведение технологических процессов или работа поточных линий по определенной программе;

стабилизация основных параметров процесса в соответствии с требованиями технологического регламента при наличии внешних возмущающих факторов (изменение качества и ассортимента сырья, параметров подводимой теплоэлектроэнергии, срывы и сбои в снабжении и сбыте готовой продукции);

получение оптимальных конечных результатов работы — минимум затрат по статьям себестоимости или максимум прибыли при оптимальном использовании имеющегося сырья и материалов.

Процесс управления состоит из трех основных элементов: получение информации, принятие решения и реализация управляющего воздействия.

С ростом мощности предприятий реализация всех трех элементов управления становится проблемной. Только количество источников информации о ходе технологического процесса современного предприятия по производству маргарина достигает до 500 единиц. Несколько меньше составляет количество исполнительных механизмов. Управление большинством исполнительных механизмов из-за поточного характера процесса должно быть взаимосвязано. Естественно, при такой взаимной связи принятие решения является сложной задачей.

Целью настоящей книги является ознакомление с опытом создания и использования автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) производства маргарина.

Для оптимального и рационального ведения технологического процесса производства маргарина необходимо решение ряда задач:

определение оптимального и рационального ассортимента готовой продукции, исходя из имеющихся запасов жирового сырья, а также плановых заданий и мощности оборудования;

точное дозирование компонентов маргариновой продукции с учетом норм их расхода;

оперативный учет выработки полупродуктов и продуктов, управление движением жиров и оперативный учет отгрузки готовой продукции;

централизованный контроль технологического процесса;

локальное автоматическое управление и регулирование параметров технологического процесса.

Без использования вычислительной техники вышеперечисленные задачи в полном объеме практически не могут быть решены. Применение вычислительной техники снабжает диспетчера или руководителей смен и цехов оперативной информацией о ходе технологического процесса, что дает возможность осуществлять рациональнее управление, позволяет увеличить выпуск продукции и уменьшить затраты.

Централизованный контроль технологического процесса обеспечивает диспетчеров и операторов оперативной информацией о нарушениях технологических режимов.

Операторы и диспетчеры, получая данную информацию, своевременно реагируют на те или иные отклонения и нарушения технологического процесса, приводя параметры в соответствие с технологическим регламентом, что обеспечивает стабильное качество конечного продукта.

Определение оптимального и рационального ассортимента, а также точное дозирование дает возможность лучше использовать сырье и полупродукты и тем самым экономить сырье.

Автоматизация производства не только позволяет интенсифицировать производственные процессы, повысить производительность труда и получить стабильно высокое качество продукции, но и обеспечивает безопасную и безаварийную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования.

АСУ ТП является сложной системой, которая состоит из четырех составляющих обеспечения: техническое, программное, информационное и организационное. Кроме того, АСУ ТП включает в себя и обслуживающий персонал.

В настоящей книге впервые сделана попытка детально рассмотреть автоматизированную систему управления технологическим процессом производства маргарина в сочетании с локальными системами контроля и регулирования, исходя из опыта работы, приобретенного работниками НПО "Пищепромавтоматика" и ВПО "Союзмаргаринпром" на примере Ленинградского масло-жирового комбината [5, 23, 24].

# Глава 1. ХАРАКТЕРИСТИКА АСУ ТП ПРОИЗВОДСТВА МАРГАРИНА

## 1.1. ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА МАРГАРИНА КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

Современное маргариновое производство с точки зрения автоматизации представляет собой сложный объект [31].

Наиболее мощным и передовым предприятием по выпуску маргариновой продукции в нашей стране является Ленинградский масло-жировой комбинат, на котором внедрены новые прогрессивные методы и технологические схемы производства маргариновой продукции. В связи с этим первые работы, связанные с созданием и внедрением АСУ ТП производства маргарина, проводились на Ленинградском МЖК.

К маргариновой продукции относятся различные сорта маргарина и пищевые жиры (кондитерские, хлебопекарные и кулинарные). Маргариновая продукция выпускается в фасованном виде массой бруска 200—250 г, монолитом в ящиках и бочках и в жидком виде.

Всего на масло-жировом комбинате вырабатывается более 20 марок маргариновой продукции, которые отличаются назначением, рецептурой и способом изготовления.

Основным компонентом маргарина является жировая основа, состоящая из растительных масел в натуральном и гидрированном виде (саломас) и животных жиров. Наряду с гидрированными жирами в последнее время нашли применение перезтерифицированные пластифицированные жиры, которые получают из смесей растительного масла, животных жиров и саломаса путем перезтерификации. В результате перезтерификации образуются высокопластичные жиры, улучшающие органолептические и физиологические свойства маргарина.

Кроме того, в состав маргарина входят молоко, сахар, соль, вода, эмульгатор, краситель, витамины и другие компоненты.

В табл. 1.1 приведены рецептуры двух основных марок маргарина "Столовый" и "Сливочный".

### 1.1. Рецептúra маргаринов "Столовый" и "Сливочный"

Компонент	Содержание, %	
	"Столовый"	"Сливочный"
Саломас температурой плавления 31—34 °С	61,78	63,00
Масло растительное жидкое	20,00	10,14
Масло сливочное коровье	—	10,00
Краситель	0,10	0,30
Эмульгатор	0,10	0,30

Компонент	Содержание, %	
	"Столовый"	"Сливочный"
Молоко коровье	8,50	8,00
Соль поваренная	0,70	0,50
Сахар-песок	0,40	0,50
Вода питьевая	8,42	7,26
Итого	100,00	100,00
В том числе жиров	82,25	82,25

Как видно из табл. 1.1, в основу маргарина входит саломас — твердый гидрированный жир, получаемый путем насыщения растительного масла водородом в процессе гидрогенизации.

Основные виды маргарина содержат не менее 82 % жировой основы, а кулинарные — 99 %.

Жиры и масла, вводимые в маргариновую продукцию, должны быть очищены от сопутствующих примесей и полностью обезличены по вкусу и запаху путем рафинации и дезодорации.

На ряде предприятий маргариновой отрасли, в том числе на Ленинградском масло-жировом комбинате, предусматривается возможность производства маргариновой продукции на основе универсальной смеси жиров — саломаса и подсолнечного масла, которая проходит обычным способом рафинацию и дезодорацию и поступает на участок приготовления маргариновой эмульсии. Наряду с этим технологической схемой также предусмотрено производство маргарина без приготовления смесей, т. е. раздельная подача саломаса, подсолнечного и других масел для приготовления маргариновой эмульсии.

Производство маргарина включает в себя все процессы — от приемки сырья до выхода готовой продукции.

Основные структурные единицы масло-жирового комбината: масло-сливная станция, рафинационный цех, маргариновый цех с участком выдержки.

Блок-схема производства маргарина представлена на рис. 1.1.

Описание технологического процесса в соответствии с этой блок-схемой учитывает совершенствование технологии, необходимость в которой возникла в процессе создания АСУ ТП производства маргарина на Ленинградском масло-жировом комбинате.

Масло-сливная станция (МСС) служит для приемки, хранения и передачи сырых жиров и масел на производство. В состав МСС входят баковое хозяйство и насосная. Растительное масло поступает с масло-экстракционного завода комбината.

Прибывающие в железнодорожных и автомобильных цистернах жиры и масло с помощью насосов перекачиваются в баки. Баки закреплены за определенным видом жира или масла.

Рафинационный цех состоит из следующих участков: приемки и передачи жиров в цех; непрерывной рафинации и дезодорации; непре-

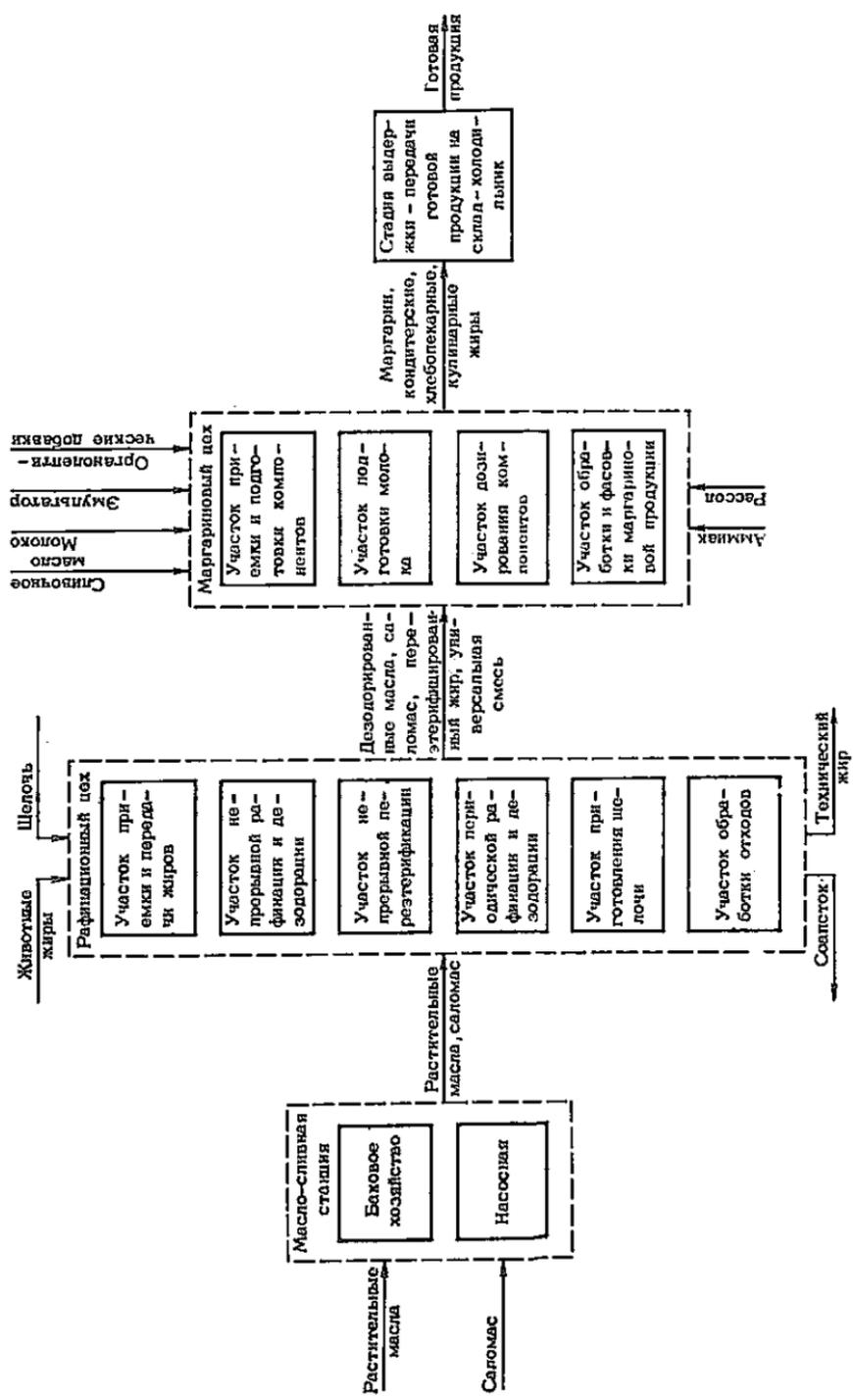


Рис. 1.1. Блок-схема производства маргарина

рывной перезтерификации; периодической рафинации и дезодорации; приготовления щелочи; обработки отходов.

Растительные масла и саломас насосами из МСС подаются в рафинационный цех на участок приемки и передачи жиров для дозирования: компонентов универсальной смеси жиров, компонентов перезтерифицированного жира, кокосового масла или саломаса и подсолнечного масла. Кроме того, из отделения растопки поступают животные жиры для приготовления перезтерифицированного жира.

Для дозирования компонентов смесей масел и жиров устанавливаются автоматические весоизмерительные устройства САДЖС, описание которых приводится в главе 3.

Перезтерификация жиров осуществляется на установке непрерывного действия, куда направляется смесь животных жиров и растительных масел после дозирования на автоматическом весоизмерительном устройстве.

Универсальная смесь жиров, перезтерифицированные жиры, подсолнечное масло и саломас подаются на сепарационные установки непрерывного действия для рафинации. Дезодорация жиров производится на трех непрерывнодействующих установках.

Участок периодической рафинации и дезодорации жиров и масел состоит из четырех нейтрализаторов, четырех вакуум-промывных аппаратов и трех дезодораторов. Периодическим способом рафинируется кокосовое масло, а также часть саломаса и подсолнечного масла для выработки отдельных видов маргариновой продукции.

Приготовление растворов щелочи рабочей концентрации, необходимых для рафинации, осуществляется на специальном участке, который оборудуется автоматическими весоизмерительными устройствами для дозирования поступающих концентрированной щелочи и воды.

Полученные отходы рафинационного цеха (главным образом соапстоки) собираются в сборники и проходят обработку сухой солью. Обработанные соапстоки собираются в баки, а затем отгружаются для отправки на мыловаренные заводы.

Перед дезодорацией осуществляется фильтрация жиров и масел на рамных фильтр-прессах периодического действия. Дезодорированные жиры и масла собираются в емкости и перекачиваются насосами в маргариновый цех.

Маргариновый цех включает в себя следующие участки: приемки и подготовки компонентов маргариновой продукции; подготовки молока; дозирования компонентов; производства маргарина.

Из рафинационного цеха жиры поступают на участок приемки и подготовки компонентов, где они хранятся по видам и партиям в баках при определенной температуре. Кроме того, на этом участке производится приготовление растворов: соляного, эмульгатора и красителя, а также резка и расплавление сливочного масла.

Участок подготовки молока осуществляет приемку сырого молока в танки, приготовление сахарного сиропа, пастеризацию молока и сахарного сиропа, сквашивание молока и хранение всех приготовленных

компонентов в танках при определенной температуре перед подачей на участок дозирования.

На Ленинградском масло-жировом комбинате существует отработанная прогрессивная схема для непрерывного сквашивания молока, предусматривающая различные режимы работы, в том числе отбор порции сквашенного молока через определенные промежутки времени с последующей заменой свежим пастеризованным молоком, т. е. режим полунепрерывного сквашивания.

Подготовленные жировые и водно-молочные компоненты поступают на участок дозирования компонентов. Дозирование на комбинате осуществляется на рецептурной площадке, где установлены отечественные автоматические весоизмерительные устройства, которые обслуживают шесть непрерывных линий. Седьмая линия непрерывного производства маргарина (импортная, производительностью 5 т/ч) имеет свои 2 комплекта автоматических весоизмерительных устройств для дозирования жировых и водно-молочных компонентов.

После дозирования компоненты поступают на участок обработки и фасовки маргаиновой продукции, где проходят последовательные операции, а именно: смешивание, гомогенизация, охлаждение, механическая обработка, фасовка и упаковка.

Производство маргаиновой продукции в мелкой фасовке массой бруска 200 и 250 г осуществляется на четырех линиях методом перемешивания с применением вытеснительных охладителей (вотаторов).

Для производства маргаина и пищевых жиров монолитом с фасовкой в крупную тару используются две линии с вытеснительными охладителями и автоматами для наполнения и взвешивания картонных ящиков (коробов) массой 20 кг. Кроме того, на одной линии вырабатываются кухонные жиры в бочках с использованием для охлаждения жиров аппаратов ТОМ-3.

После упаковки готовая продукция поступает на склад-холодильник, откуда автомашинами и железнодорожным транспортом направляется к потребителю.

Таким образом, характерными чертами производства маргаина являются большой объем перерабатываемого сырья, непрерывность технологического процесса и широкий ассортимент выпускаемой продукции. Основные и вспомогательные производственные участки находятся в замкнутом технологическом цикле — от поступления сырья до отправки готовой продукции потребителям.

Следует остановиться на классификации технологических процессов производства маргаиновой продукции.

Наиболее важна классификация технологических процессов по функциональной взаимосвязи входных и выходных параметров. При управлении технологическим процессом наиболее важны передаточные характеристики, связывающие потоки вещества и энергии на входе и выходе [33].

Существуют предприятия или промышленные установки, которые работают значительную часть времени непрерывно. Это возможно

тогда, когда сырье поступает на предприятие непрерывно и готовая продукция выпускается тоже непрерывно, т. е. осуществляется непрерывный технологический процесс. В масло-жировой промышленности классическим примером предприятия, работающего в непрерывном режиме, может служить маслоэкстракционный завод.

Другим типом технологического процесса является дискретный или периодический, который проводится в течение определенного времени и имеет три стадии: загрузка сырья и материалов, протекание собственно процесса и выгрузка готовой продукции. Примером могут служить такие процессы, как периодическая нейтрализация или дезодорация жиров и масел.

Периодический и дискретный технологические процессы — суть одно и то же, так как дискретность есть прерывность, в том числе и периодическая.

Третьим типом технологического процесса может считаться непрерывно-дискретный. К таким типам технологического процесса могут быть отнесены целые производства, которые характеризуются тем, что начальная часть, состоящая из нескольких линий или участков, работает непрерывно, производя заготовку полупродуктов, а конечная часть — непрерывно-дискретным способом, осуществляя из полупродуктов определенный ассортимент готовой продукции. Классическим примером непрерывно-дискретного технологического процесса является производство маргариновой продукции, состоящее в настоящее время из набора непрерывных линий рафинации, дезодорации и производства маргариновой продукции.

Работы по применению АСУ ТП проводятся для всех типов технологических процессов, однако наибольший эффект достигнут при внедрении АСУ для непрерывных технологических процессов. Это объясняется прежде всего большой концентрацией производства и тем, что непрерывные технологические процессы, являясь прогрессивными и мощными, наиболее подготовлены к внедрению АСУ ТП.

Поэтому в мощных современных производствах централизация и оптимизация управления, решаемые с помощью АСУ ТП, дают наибольший народнохозяйственный эффект.

Управление дискретных и непрерывно-дискретных технологических процессов значительно сложнее из-за более широкого ассортимента готовой продукции и более сложной координации отдельных участков.

Обычно АСУ ТП в традиционном объеме не может решить в полной мере задач по централизации и оптимизации управления данными типами технологических процессов. Для этого они должны решить задачу оптимального оперативного планирования производства. Однако это не означает, что АСУ ТП в традиционном объеме не должна разрабатывать в порядке первого этапа решения задачи управления. Решение только упомянутых вопросов дает значительный экономический эффект.

Как объект управления маргариновое производство характеризуется следующими особенностями:

сложность технологической схемы, т. е. значительное количество технологического оборудования (до 300 единиц), транспортных потоков с большим количеством накопительных (буферных) емкостей для жиров (сырых, рафинированных и дезодорированных), молока (сырого, пастеризованного и сквашенного) и других компонентов (сахарного сиропа, эмульгатора, красителя и т. д.), что приводит к необходимости контроля более 500 аналоговых и дискретных сигналов и управления исполнительными механизмами до 300 единиц;

специфичность контролируемых сред (застывание жиров, расслаивание универсальной смеси жиров, агрессивность растворов щелочи и кислот, особые санитарные нормы и др.), требующих применения специальных технологических узлов и средств автоматизации;

необходимость оперативного согласования во времени работы основных технологических участков производства между собой и с другими вспомогательными участками (аммиачно-компрессорная станция, отделение растопки животных жиров, тарный цех и др.);

наличие значительных возмущающих воздействий на ход технологического процесса вследствие изменения качества сырья, неравномерности поступления сырья и вспомогательных материалов, перевода линий с одного вида продукции на другой;

невозможность прямого измерения важнейших параметров, характеризующих протекание технологического процесса (кислотное число масел и жиров, влажность маргариновой эмульсии, содержание твердых глицеридов в жировой основе маргарина, кислотность сквашенного молока и др.), и, как следствие этого, неоперативность и неоптимальность принимаемых решений по управлению технологическим процессом.

Указанные факторы предопределяют целесообразность применения АСУ ТП маргарина, которая позволяет обеспечить оперативную координацию работы производственных участков, бесперебойное функционирование основных агрегатов и организацию необходимой ритмичности производства.

## 1.2. РЕЖИМЫ РАБОТЫ АСУ ТП

Существуют четыре режима работы АСУ ТП [32]: информационный, информационно-советующий, супервизорное управление и непосредственное цифровое управление. Однако это вовсе не означает, что АСУ ТП может работать только в одном из перечисленных режимов. АСУ ТП может реализовать несколько задач, и в каждой задаче может использоваться один из четырех режимов.

На начальных стадиях внедрения АСУ ТП с целью разработки или уточнения математической модели технологического процесса, а также с целью обеспечения технологов объективной информацией о ходе технологического режима УВК используется в информационном режиме. При этом УВК подсоединяется к технологическому процессу и осуществляет сбор данных с технологических датчиков. Собранные данные прохо-

дят фильтрацию, проверку на достоверность, масштабирование. Результаты обработки посредством устройств вывода регистрируются в технологических журналах; если необходимо, на специальных листингах, могут также заноситься во вспомогательную память на диски или на магнитную ленту, на перфоленты, выводятся на дисплеи.

Занесение информации на диски, магнитную ленту или перфоленту удобно для дальнейшей обработки с целью определения математической модели.

Описанный режим обеспечивается задачей централизованного контроля и может быть целью функционирования АСУ ТП на начальных стадиях внедрения.

Данные о технологическом процессе, объективно зарегистрированные, полезны для технологов, так как дают возможность на базе большого объема фактических данных проанализировать правильность хода технологического процесса.

УВК в информационно-советующем режиме работает в разомкнутом контуре, т. е. выходная информация УВК выводится на оператора, который, проверив результаты расчета, действует на органы, управляющие процессом.

АСУ ТП в данном режиме осуществляет сбор информации с технологических датчиков. Собранная информация подвергается первичной и вторичной обработке. Затем посредством математической модели или специальных алгоритмов определяются величины управляющих воздействий, которые оформляются в виде советов оператору и выводятся через дисплей или печатающее устройство. Причем в настоящее время в качестве основного устройства для диалога УВК с оператором предпочтение отдается дисплею.

Оператор, исходя из полученного от УВК совета, осуществляет воздействие на установку регуляторов или исполнительные механизмы. Вычислительные возможности УВК, значительно большие, чем возможности оператора по подстройке установок регулятора, позволяют рассчитать довольно большое количество управляющих воздействий. Следовательно, с этой точки зрения участие оператора в контуре управления является ограничивающим фактором.

Однако информационно-советующий режим имеет и преимущества.

Информационно-советующий режим предусматривает большие возможности по наладке новых АСУ ТП, но при этом машиной должен управлять опытный оператор-технолог, который сможет правильно проанализировать полученные от УВК советы по управлению и определить неправильные или нерациональные советы. Это дает возможность устранить ошибки в программах и математических моделях.

АСУ ТП в информационно-советующем режиме выделяет аварийные ситуации и заблаговременно сигнализирует о них, что разгружает оператора и дает ему возможность больше времени уделить для принятия мер по их устранению.

При супервизорном управлении УВК используется в замкнутом контуре, т. е. задает уставки регулятора.

Задача режима супервизорного управления — изменение уставки регулятора с целью оптимизации технологического режима. Обычный регулятор осуществляет воздействие на технологический процесс только с целью достижения параметром значения заданной уставки.

УВК, получая информацию о ходе технологического процесса от датчиков, производит с помощью математической модели вычисления уставки регулятора, соответствующей оптимальному технологическому режиму. В случае отклонения задаваемой уставки регулятора от оптимального значения уставка корректируется.

Так как контур АСУ ТП замкнут, оператор только наблюдает за ходом технологического процесса. Он вмешивается в управление лишь при возникновении аварийных ситуаций.

Вмешательство в управление также необходимо в случае изменения ассортимента сырья или состава вырабатываемой продукции, т. е. в случае изменения математической модели процесса. Для определения значений параметров математических моделей, подлежащих корректировке, должны быть проведены соответствующие расчеты с использованием данного УВК при наличии возможности или с использованием внешней УВМ.

Корректировка параметра математической модели осуществляется оператором с клавиатуры дисплея. В остальном УВК в режиме супервизорного управления может работать без вмешательства извне длительное время.

Главное преимущество супервизорного управления в том, что АСУ ТП непрерывно контролирует процесс и обеспечивает его оптимальный режим на основе объективных расчетов, а не интуиции операторов, квалификация которых находится на различном уровне. К тому же в связи с большой вычислительной мощностью УВК в расчетах по математической модели учитывается большое количество переменных.

В режиме непосредственного цифрового управления (НЦУ) сигналы, приводящие в действие управляющие органы, поступают непосредственно от УВК, и в результате отпадает необходимость в регуляторах. УВК может обеспечить НЦУ с аналоговым выходом взамен аналоговых регуляторов по любому из законов управления [32].

УВК в режиме управляющего автомата [10] может обеспечить НЦУ с дискретным выходом взамен различного рода локальных программных устройств.

Применение УВК в режиме НЦУ дает возможность заменить большое количество аналоговых регуляторов и локальных программных устройств с дискретным выходом.

Сигнал с датчика поступает в УВК. После обработки он сравнивается с величиной уставки, затем вычисляется ошибка, которая используется в УВК для создания аналогового или дискретного выходного сигнала. Выходной сигнал воздействует на управляющий орган. Следовательно, весь контроль и управление в контуре реализуются УВК. УВК обычно управляет в режиме НЦУ рядом контуров, так как управление одним или несколькими контурами неэкономично. Определение ми-

нимального количества контуров вызвано экономической эффективностью применения УВК, а максимального — габаритными размерами УВК и быстродействием.

УВК обслуживает контуры по очереди с одинаковой или с различной частотой, определяемой динамикой управляющего процесса. Уставки для контуров вводятся в УВК.

При наличии режима НЦУ АСУ ТП должно быть оборудовано расширенным пультом управления с мнемосхемой, обеспечивающим широкие возможности диалога оператора с УВК. Пульт управления осуществляет следующие функции: ввод уставок; корректировку математической модели; индикацию хода технологического процесса и сигнализацию о нарушениях; пуск и остановку технологического процесса.

### 1.3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ОБЩИЕ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ УПРАВЛЕНИЯ АСУ ТП

#### 1.3.1. Описание математической модели

Управление производством маргарина может осуществляться посредством решения задачи оперативного оптимального планирования, включаемой в АСУ ТП. Для реализации этой задачи необходима математическая модель производства маргарина.

Математическая модель производства маргарина может быть представлена следующим образом:

$$\sum_{i=1}^d x_i q_{ik} \leq F_{Rk}, \quad k = 1, 2, \dots, f, \quad (1.1)$$

$$X = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_d) \in D, \quad (1.2)$$

$$D = F_m \cap F_p, \quad (1.3)$$

где  $x_i$  — величина выпуска готовой продукции  $i$ -й марки;  $q_{ik}$  — удельный расход  $k$ -го вида сырья на 1 т готовой продукции  $i$ -й марки;  $F_{Rk}$  — ресурс сырья  $k$ -го вида (сырьевое ограничение);  $X$  — вектор готовой продукции (величина выпуска готовой продукции в ассортименте);  $D$  — множество векторов, удовлетворяющих ограничениям плановым и по мощности оборудования;  $F_m$  — множество векторов, удовлетворяющих ограничениям по мощности оборудования;  $F_p$  — множество векторов, удовлетворяющих плановым ограничениям.

Оперативное оптимальное планирование осуществляется по экономическим критериям. Критерий оптимального оперативного планирования обычно является общим критерием АСУ ТП производства маргарина.

#### 1.3.2. Выбор общего критерия управления АСУ ТП

На предприятиях масло-жировой промышленности, которые сравнительно невелики, АСУ ТП обычно управляет всем технологическим процессом предприятия или отдельного производства. В качестве об-

шего критерия могут быть приняты следующие экономические показатели: прибыль, затраты на продукцию, на сырье, объем выпуска продукции в натуральном виде [7, 34].

Если взять приведенные выше показатели за длительный период времени, например за год, то математические выражения критериев будут иметь следующий вид:

$$\Pi = \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s (U_{ij} - C_{ij}) G_{ij}, \quad (1.4)$$

где  $\Pi$  – прибыль, полученная от выпуска продукции за год, руб.;  $U_{ij}$  – оптовая отпускная цена  $i$ -й марки  $j$ -го сорта продукции, руб./т;  $C_{ij}$  – себестоимость  $i$ -й марки  $j$ -го сорта продукции, руб./т;  $G_{ij}$  – выпуск продукции  $i$ -й марки  $j$ -го сорта за год, т.

Затраты на продукцию, выпущенную за год (в руб.),

$$З = \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s C_{ij} G_{ij}. \quad (1.5)$$

Затраты на сырье, пошедшее на выпуск готовой продукции за год (в руб.),

$$З_c = \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^f C_{ск} q_{ijk} G_{ij}, \quad (1.6)$$

где  $C_{ск}$  – стоимость 1 т  $k$ -го вида сырья, руб./т;  $q_{ijk}$  – удельный расход сырья  $k$ -го вида на 1 т продукции  $i$ -й марки  $j$ -го сорта.

Объем продукции, выпущенной за год (в т),

$$G = \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s G_{ij}. \quad (1.7)$$

Так как период управления АСУ ТП по общему критерию обычно значительно меньше года, то необходимо в качестве критерия использовать текущее значение экономических показателей. Приведение математических выражений (1.4)–(1.7) к текущему виду рассматривается ниже.

Текущее значение прибыли  $\Pi(t)$  в общем виде выразится следующим образом:

$$\Pi(t) = M\bar{S} - M\bar{З}, \quad (1.8)$$

где  $M$  – оператор математического ожидания;  $\bar{S}$  – текущее случайное значение стоимости произведенной продукции;  $\bar{З}$  – текущее случайное значение затрат на произведенную продукцию.

$$M\bar{S} = M \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s U_{ij} \bar{g}_{ij}, \quad (1.9)$$

где  $\bar{g}_{ij}$  – текущее случайное значение объема продукции  $i$ -й марки  $j$ -го сорта.

$$M\bar{З} = M \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s \bar{C}_{ij} \bar{q}_{ij}, \quad (1.10)$$

где  $\bar{C}_{ij}$  – текущее случайное значение себестоимости продукции  $i$ -й марки  $j$ -го сорта.

Исходя из эргодической теоремы, операции усреднения по множеству заменяются усреднением по времени, в результате чего формула (1.8) принимает следующий вид:

$$\Pi(t) = 1/T_{\Sigma} \int_{t-T_{\Sigma}}^{t+T_{\Sigma}} \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s [C_{ij} - C_{ij}(t)] \cdot g_{ij}(t) dt, \quad (1.11)$$

где  $T_{\Sigma}$  – время запаздывания канала формирования прибыли;  $C_{ij}(t)$  – текущее значение себестоимости продукции  $i$ -й марки  $j$ -го сорта;  $g_{ij}$  – текущее значение объема продукции  $i$ -й марки  $j$ -го сорта.

Формула (1.5) в результате приведения к текущим значениям принимает следующий вид:

$$Z(t) = 1/T_1 \int_{t-T_1}^{t+T_1} \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s C_{ij}(t) g_{ij}(t) dt, \quad (1.12)$$

где  $Z(t)$  – текущее значение затрат на продукцию;  $T_1$  – время запаздывания канала формирования затрат на продукцию.

В результате аналогичных преобразований получаем текущее значение затрат на сырье

$$Z_c(t) = 1/T_2 \int_{t-T_2}^{t+T_2} \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^f C_{ck}(t) q_{ijk}(t) \cdot g_{ijk}(t) dt, \quad (1.13)$$

где  $T_2$  – время запаздывания канала формирования затрат на сырье;  $C_{ck}(t)$  – текущее значение стоимости 1 т  $k$ -го вида сырья;  $q_{ijk}$  – текущее значение удельного расхода сырья  $k$ -го вида на 1 т продукции  $i$ -й марки  $j$ -го сорта.

Текущее значение объема продукции

$$G(t) = \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^s g_{ij}(t). \quad (1.14)$$

Управление по общему критерию АСУ ТП производится дискретно, на определенный период управления  $\Delta t$ . Переход от текущего значения критерия к значению критерия за период управления определяется по формуле

$$I(\Delta t) = \int_0^{\Delta t} I(t) dt, \quad (1.15)$$

где  $I(\Delta t)$  – значение критерия на период управления;  $I(t)$  – текущее значение критерия.

Как указывалось выше, в качестве критерия оптимального оперативного планирования обычно принимается общий критерий управления АСУ ТП. В качестве критерия может быть использован один из четырех показателей: прибыль, затраты на продукцию, на сырье и объем продукции.

Показатель объема продукции в качестве критерия в экономическом отношении уступает остальным трем показателям. Объем продукции в качестве критерия применим к тем производствам, где длительное время ощущается нехватка жирового сырья для выполнения плана.

Там, где нехватка жирового сырья для выполнения плана отсутствует или ощущается кратковременно, в качестве критерия управления предпочтительны прибыль, затраты на продукцию и сырье.

Показатель затрат на сырье близок к показателю затрат на продукцию. В условиях производства маргариновой продукции стоимость сырья составляет примерно 95 % затрат на продукцию. В результате, если рассматривать предприятие, где не ощущается дефицита жирового сырья для выполнения плана, то в качестве критерия есть смысл использовать один из двух показателей – прибыль или затраты на продукцию.

Для сравнения эффективности этих показателей в качестве критерия использовался метод имитационного моделирования. Моделированию подвергалась система оперативного оптимального планирования производства маргарина в двух вариантах. Один вариант имел целевую функцию – максимум прибыли, другой – минимум затрат на продукцию. Период планирования составлял неделю.

В данном случае использовалась математическая модель производства маргарина Ленинградского масло-жирового комбината [6].

Имитационное моделирование заключалось в решении задачи в двух вариантах, каждый – по своему критерию для 47 недель 1979 г.; за исключением июля (период капитального ремонта). При решении использовались реальные данные, характеризующие производственно-экономическую деятельность масло-жирового комбината в 1979 г. Для каждой недели определялись ограничения, соответствующие реальным данным о запасах сырья, производственных мощностях и выполнении месячного плана. Для обоих вариантов ограничения по мощности оборудования и плановые были одинаковыми. Значения сырьевых ограничений для них рассчитывались с использованием одних и тех же величин, характеризующих поставки жирового сырья.

Результаты моделирования задачи оперативного планирования, суммированные за год, сравнивались с соответствующими фактическими данными, полученными на комбинате в 1979 г. Основные результаты приводятся ниже.

Экономия при оперативном планировании по критерию прибыли в сравнении с фактическими данными 1979 г. составила 502,82 тыс. руб., по отношению к оперативному планированию по критерию затрат на продукцию – 367,12 тыс. руб.

Экономия при использовании оперативного планирования по критерию затрат на производство маргариновой продукции по отношению к фактическим данным 1979 г. составила 135,7 тыс. руб.

Суммарный расход жирового сырья при оперативном планировании по критерию затрат на 614,9 т меньше по сравнению с фактическим и на 386,2 т меньше, чем при оперативном планировании по кри-

терию прибыли. Суммарный расход жирового сырья при оперативном планировании по критерию прибыли на 228,7 т меньше, чем фактический.

Расход пищевого саломаса — дефицитного вида сырья при применении оперативного планирования по критерию прибыли на 452,07 т меньше по сравнению с оперативным планированием по критерию затрат на 192,41 т меньше, чем фактический.

Расход подсолнечного масла — дешевого вида жирового сырья при оперативном планировании по критериям прибыли и затрат практически одинаков для обоих вариантов и существенно больше фактического — соответственно на 1123,85 и 1117,60 т.

Ассортимент маргариновой продукции, полученный при моделировании, довольно широк и близок к фактическому по номенклатуре.

Исходя из анализа результатов моделирования, а также из приведенных рассуждений, можно сделать следующие выводы:

при обеспечении производства маргариновой продукции достаточным количеством жирового сырья (в сумме) для выполнения плана наиболее предпочтительным критерием оптимизации при оперативном планировании является прибыль;

при недостатке жирового сырья (в сумме) для выполнения плана при оперативном планировании наиболее целесообразным критерием оптимизации является объем выработки продукции.

### 1.3.3. Частные критерии управления АСУ ТП

АСУ ТП — система иерархическая, и наряду с общим управлением технологическим процессом ведется управление отдельными участками по частным критериям. Частные критерии управления определяются посредством методов декомпозиции из общего критерия [15, 17].

В первую очередь принципы декомпозиции были разработаны и использованы для решения многомерных задач математического программирования. В дальнейшем декомпозиционные методы оказались эффективным средством для решения задач управления большими системами.

Понятие декомпозиции, заимствованное из теории математического программирования, предполагает замену исходной общей задачи несколькими локальными задачами меньшей размерности. При этом, как правило, возникает необходимость координации этих локальных задач.

Сложная система может быть разбита на несколько локальных задач по-разному, в зависимости от того, какой признак положен в основу разбиения. Так, например, по времени управления, по функциональной или организационной структуре объекта.

Подсистемы, образовавшиеся при разбиении системы по признаку  $\alpha$ , обозначаются  $N_i^\alpha$ , где  $i$  — порядковый номер подсистемы. В результате декомпозиции системы  $N$  по признаку  $\alpha$  образуются подсистемы  $N_1^\alpha, N_2^\alpha, \dots, N_n^\alpha$

$$N^\alpha \rightarrow \{N_1^\alpha, N_2^\alpha, \dots, N_n^\alpha\}.$$

Подсистемы  $N_i^\alpha$  не должны пересекаться, т. е. никакая задача не должна решаться в двух различных подсистемах. Подсистемы  $N_i^\alpha$  и  $N_i^\beta$ , образующиеся в результате декомпозиции по разным признакам, могут пересекаться.

Первый признак связан с функциональной структурой объекта управления, а именно с различными аспектами функционирования системы. Такая декомпозиция системы выделяет подсистемы управления основными и вспомогательными производствами, финансами, сбытом, снабжением и так далее.

Такая декомпозиция системы называется декомпозицией по уровням описания. Уровни описания называются "стратами" (strata) [22]. Подсистемы, образовавшиеся в результате декомпозиции, обозначаются  $N_i^s$

$$N^s \rightarrow \{N_1^s, N_2^s, \dots, N_n^s\}.$$

Второй признак декомпозиции также связан с объектом управления и его организационной структурой. Система управления предприятием разбивается на подсистемы управления отдельными его составляющими: агрегатами, участками, цехами и производствами.

Существенной особенностью является возникновение многоуровневой иерархической структуры. Верхний уровень осуществляет по отношению к нижнему уровню роль координатора.

Данная иерархическая система называется иерархией "эшелонов" (echelon). Термин "эшелон" относится к подсистемам одного уровня иерархии.

Подсистемы, относящиеся к  $i$ -му эшелону, обозначаются  $N_{ij}^e$  ( $j = 1, 2, \dots, m_i$ ), где  $m_i$  — количество подсистем в  $i$ -м эшелоне.

$$N^e \rightarrow \{N_{11}^e, N_{12}^e, \dots, N_{1m_1}^e, \dots, N_{ij}^e, \dots\}.$$

Третий признак декомпозиции связан с разложением по составным частям контура управления. Такое разложение соответствует декомпозиции по уровням сложности решения. Образовавшиеся при этом подсистемы называются "слоями" (layer) и обозначаются  $N_i^l$

$$N^l \rightarrow \{N_1^l, N_2^l, \dots, N_n^l\}.$$

В соответствии со сложностью решения слои системы управления могут быть организованы в иерархическую систему. Первым слоем иерархии может быть слой контроля и учета, вторым — слой стабилизации, третьим — слой оптимизации, четвертым — слой адаптации.

Четвертый признак декомпозиции связан с частотой решения задачи управления. Подсистемы, образовавшиеся в результате разложения, называются "хронами" и обозначаются  $N_i^f$ .

Примером декомпозиции по времени может служить декомпозиция системы планирования (годовая, квартальная, месячная, оперативная).

Недостаток всех перечисленных выше признаков декомпозиции задач управления состоит в том, что они учитывают только одну сторону функционирования системы управления. Попытка преодолеть эту ограниченность приводит к декомпозиции подсистем управления сразу по нескольким направлениям.

В результате декомпозиции по четырем направлениям АСУ ТП может быть представлена в виде четырехмерной фигуры, различными сечениями которой являются локальные подсистемы. Для простоты изложения подсистемы, полученные в результате декомпозиции по одному признаку, называются подсистемами I ранга, по двум признакам — II ранга и так далее.

Элемент системы (подсистема IV ранга) будет иметь вид:

$$N_{i,jk,m,n}^{s,e,l,t} = N_i^s \cap N_{jk}^e \cap N_m^l \cap N_n^t.$$

Примером подсистемы IV ранга может служить подсистема оптимального (слой  $N_m^l$ ), оперативного (хрон  $N_n^t$ ) управления цехом  $jk$ -го эшелона ( $N_{jk}^e$ ) основного производства (страта  $N_i^s$ ).

Следует указать, что существуют формализованные методы декомпозиции [15]. Однако формализованные методы позволяют проводить декомпозицию только по одному признаку. При осуществлении декомпозиции по нескольким признакам, что характерно для действительности, формализованные методы отсутствуют. В результате в большинстве случаев декомпозиция проводится эвристически.

Декомпозированные локальные подсистемы управляются по частным критериям. Частные критерии уже несут не экономический характер, а являются техническими или технологическими параметрами.

При определении частных критериев управления в АСУ ТП производства маргарина используется второй признак декомпозиции по эшелонам.

Производство маргарина можно разбить на четыре основных участка: нейтрализации, дезодорации, дозирования и выработки маргарина. Управление на каждом участке проводится по определенному частному критерию, который получается в результате эвристического подхода к декомпозиции общего критерия, а также изучения требований к управлению на каждом конкретном участке.

При наличии оптимального управления на участке целевой функцией является максимизация или минимизация критерия. При наличии рационального управления достигается соответственно увеличение или уменьшение критерия.

**Участок нейтрализации.** В качестве критерия принимается удельный выход нейтрализованного жира —  $P_n$ . Ограничения могут быть сформулированы следующим образом:

$$P_R \geq P_{RZ};$$

$$|1-R| < a;$$

$$K_c \leq K_{cZ}.$$

где  $P_R$  — производительность или количество нейтрализованного жира, выработанное за единицу времени;  $P_{RZ}$  — заданная производительность;  $R$  — коэффициент регенерации, характеризующий выход нейтрального жира;  $a$  — определенная малая величина;  $K_c$  — кислотное число;  $K_{cZ}$  — заданное кислотное число.

Коэффициент регенерации определяется следующим образом:

$$R = G_{\text{ВЫХ}} / G_{\text{ВХ}} N,$$

где  $G_{\text{ВХ}}$ ,  $G_{\text{ВЫХ}}$  — расходы жира, соответственно сырого и нейтрализованного;  $N$  — содержание нейтрального жира в сыром, определяемое химическим путем.

**Участок дезодорации.** В качестве критерия принимается стоимость энергоресурсов, пошедших на производство 1 т дезодорированного жира —  $L_e$ .

Ограничения могут быть сформулированы следующим образом:

$$P_R \geq P_{RZ};$$

$$P_D \geq P_{DZ};$$

$$K_b \geq K_{bZ},$$

где  $P_D$  — удельный расход дезодорированного жира;  $P_{DZ}$  — заданное значение удельного выхода дезодорированного жира;  $K_b$  — балльная оценка дезодорированного жира;  $K_{bZ}$  — заданное значение балльной оценки.

**Участок дозирования.** В качестве критерия принимается текущая прибыль  $\Pi(t)$  за одни сутки

$$\Pi(t) = \sum_{i=1}^d (U_i - C_i) x_i(t),$$

где  $x_i(t)$  — величина выпуска готовой продукции  $i$ -й марки за одни сутки.

Ограничения могут быть сформулированы следующим образом:

$$x = x_z; \quad q_{iz}^{\max} \geq q_i \geq q_{iz}^{\min},$$

где  $x_z$  — заданный вектор готовой продукции;  $q_i$  — удельный расход жиров на 1 т готовой продукции  $i$ -й марки;  $q_{iz}^{\max}$ ,  $q_{iz}^{\min}$  — максимально и минимально заданные значения удельного расхода жиров.

**Участок выработки маргарина.** В качестве критерия принимается выпуск готовой продукции высшего сорта  $G_{\text{В}}$ . Ограничения определяются следующим образом:

$$x = x_z.$$

#### 1.4. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ АСУ ТП

Для выполнения частных критериев АСУ ТП должна решить следующие задачи: локальный контроль, автоматическое регулирование, дистанционное и программное управление на участках технологического процесса; централизованный контроль; расчет информационно-вычислительных показателей; НЦУ участком дозирования.

Следует указать, что реализация вышеперечисленных задач способствует выполнению общего критерия управления, однако не обеспечивает непосредственного управления по нему. Для непосредственного управления по общему критерию — текущей прибыли необходимо реализовать задачу оптимального оперативного планирования, работающую по данному критерию.

В первоначальном проекте АСУ ТП производства маргарина задача оптимального оперативного планирования не предусматривалась, однако в настоящее время данная задача разработана и включена в АСУ ТП.

Задача оптимального оперативного планирования решается еженедельно. Исходя из запасов сырья, имеющихся на МСС, из ограничений по мощности оборудования, из плановых ограничений (плановых заданий), а также из целевой функции — максимум текущей прибыли, методом линейного программирования определяются оптимальный ассортимент готовой продукции на неделю, а также расход сырья. Затем, исходя из этих данных, определяется суточный график выработки продукции для всех цехов.

Информация по суточному графику выработки продукции и оптимальному ассортименту является заданием для расчета информационно-вычислительных показателей и для НЦУ участком дозирования.

Задача НЦУ участком дозирования по заданным маркам и рецептурам маргариновой продукции, а также количествам продукции обеспечивает непосредственное цифровое управление дозаторами, т. е. выдачу сигналов для управления клапанами дозаторов и считывание информации о величине массы на весах дозаторов.

Одновременно с управлением обеспечивается индикация состояния дозаторов всего участка, в случае неисправности или аварии — сигнализация, а также расчет расхода компонентов по линиям дозирования за смену.

Задача расчета информационно-вычислительных показателей обеспечивает оперативную информацию о выработке технологических линий, расходе компонентов на производство маргариновой продукции, выработке полуфабрикатов и готовой продукции, величине запаса жиров, движении жиров, учете отгруженной продукции в ассортименте и по потребителям. Кроме этого, определяется суточная и нарастающим итогом до месяца информация о выработке продукции и отгрузке. Информация выводится на устройство быстрой печати.

Задача централизованного контроля обеспечивает циклический сбор информации о ходе технологического процесса с периодом не более 5 мин, обработку, оперативное отображение, индикацию нормаль-

ного хода технологического процесса и сигнализацию отклонений. Информация о ходе технологического процесса в виде режимных карт выводится на дисплей по вызову оператора, печатается в виде технологического журнала каждый час и выводится на мнемосхему.

На всех участках предусмотрен локальный контроль важнейших параметров технологических процессов, ряд технологических параметров стабилизируется при помощи автоматических регуляторов; предусмотрено дистанционное управление перекачкой жиров, на участках приемки и передачи жиров и дозирования предусмотрено локальное программное управление дозаторами, которое на участке дозирования является резервным по отношению к НЦУ.

### 1.5. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АСУ ТП

На рис. 1.2 изображена иерархическая структурная схема АСУ ТП. Согласно [21, 26, 29] уровню, занимаемому в организационно-производственной иерархии, АСУ ТП производства маргарина может быть отнесена к АСУ ТП верхнего уровня.

Если рассмотреть внутреннюю иерархическую структуру АСУ ТП, то можно выделить два иерархических уровня. Нижний иерархический уровень — это локальный контроль, автоматическое регулирование и управление. Ко второму иерархическому уровню в данном случае относятся централизованный контроль, расчет информационно-вычислительных показателей и НЦУ участком дозирования\*.

С включением оперативного планирования в состав АСУ ТП производства маргарина образуется третий иерархический уровень — верхний.



Рис. 1.2. Иерархическая структурная схема АСУ ТП производства маргарина

\* В существующих источниках по АСУ ТП этот уровень классифицируется как верхний.

## 1.6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП

Техническое обеспечение — это комплекс технических средств (КТС), обеспечивающих функционирование АСУ ТП. Средства КТС размещаются в различных местах управляемого объекта.

На технологическом оборудовании размещаются:

датчики, измеряющие параметры технологического процесса, а также дискретные устройства счета штучной готовой продукции; дискретные устройства, сигнализирующие о включении или выключении агрегатов, смене вида обрабатываемого сырья, полуфабрикатов, готовых продуктов; исполнительные органы, осуществляющие управление.

В непосредственной близости от технологического оборудования размещаются местные щиты управления, на которых устанавливаются автоматические регуляторы, устройства и узлы локальной автоматики и измерительные приборы. Управление всем технологическим процессом осуществляется с централизованного диспетчерского пункта (ЦДП) диспетчером АСУ ТП.

На ЦДП размещаются щиты и пульта с показывающими приборами, мнемосхемой и аппаратами дистанционного управления, стол диспетчера с устройством диспетчерской связи, а также терминалы (УВМ) — дисплей и печатающее устройство.

Состав УВМ меняется в зависимости от выполняемых функций. Различные по составу УВМ называются управляющими вычислительными комплексами (УВК).

### 1.6.1. Состав комплекса технических средств

Для реализации всех функций АСУ ТП комплекс технических средств (КТС) должен обеспечивать: достаточную вычислительную мощность и надежность; необходимые средства по управлению технологическим процессом; точность измерений, вычислений и преобразований; удобную и надежную связь операторов и диспетчера с техническими средствами и объектом; минимальные материальные, трудовые и денежные затраты при создании и функционировании системы.

КТС АСУ ТП производства маргарина основан на базе государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП), составной частью которых являются агрегатированные средства вычислительной техники АСВТ, а также на специальном оборудовании, разработанном и изготовленном НПО "Пищепромавтоматика".

Структурная схема КТС АСУ ТП производства маргарина представлена на рис. 1.3.

В состав КТС входят:

управляющие вычислительные комплексы АСВТ М-6000, УВК-1 и УВК-2 [30]; мнемощит и панель приборов; стол диспетчера с панелью технологической сигнализации; шкафы преобразователей и реле-повторителей; местные щиты и пульта контроля и управления; системы автоматического дозирования жидких сред (САДЖС); датчики и изме-

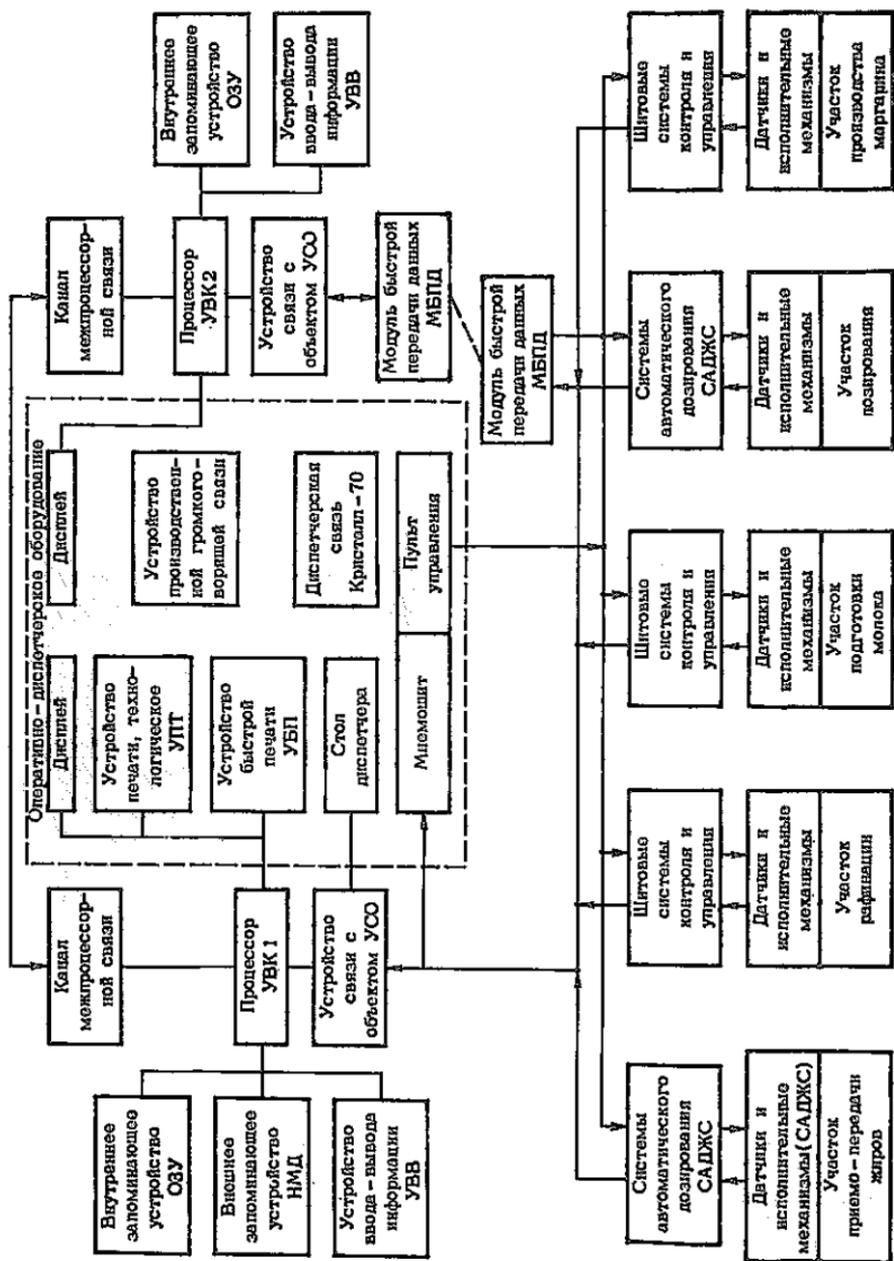


Рис. 1.3. Структурная схема КТС АСУ ТП производства маргарина

рители; аппаратура производственной громкоговорящей и диспетчерской связи.

Центральным ядром КТС является УВК.

### 1.6.2. Управляющий вычислительный комплекс

В основе каждого УВК лежит цифровая вычислительная машина, которая состоит из пяти основных устройств, что видно из структурной схемы, изображенной на рис. 1.4.

Устройством памяти служит местом хранения программ, выполнение которых определяет функционирование вычислительной системы и информации, используемой при вычислениях.

Управляющее устройство выполняет команды, из которых состоят программы, и управляет системой, обеспечивая принятие логических решений и осуществление вычислительного процесса.

Арифметическое устройство непосредственно выполняет арифметические действия: сложение, вычитание, умножение, деление и сравнение. Обычно арифметическое устройство объединяется с устройством управления в одно устройство — процессор.

Устройство ввода обеспечивает ввод в память программ и информации, обрабатываемой системой (нормативно-справочной информации, значений измеряемых параметров технологического процесса).

Устройство вывода обеспечивает вывод из памяти результатов вычислений, применяемых для управления или для различного рода документов.

Схема (см. рис. 1.4) является классической структурой ЭВМ, предложенной Дж. Нейманом [32]. В соответствии с этой структурой длительное время реализовывались все универсальные и управляющие вычислительные машины и комплексы. В настоящее время в связи с внедрением мини- и микро-ЭВМ строятся вычислительные комплексы, имеющие ненеймановскую структуру. Эти структуры отличаются от других наличием нескольких процессов, работающих параллельно, или в построении целых вычислительных сетей, где работает несколько периферийных вычислительных машин, подчиненных одной центральной.

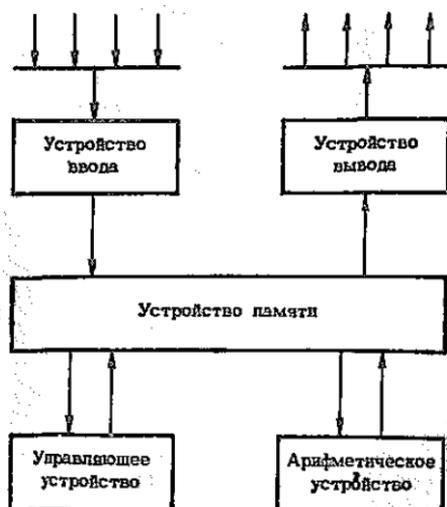


Рис. 1.4. Структурная схема цифровой вычислительной машины

Традиционно в качестве управляющей вычислительной машины применяется мини-ЭВМ или микро-ЭВМ. Исходя из этого, ниже рассматриваются особенности мини-ЭВМ, которые характерны и для микро-ЭВМ.

Первым отличием мини-ЭВМ [4] по сравнению с универсальной вычислительной машиной является короткое машинное слово, обычно 16-битное (двухбайтное), а также значительно более простой процессор, в котором имеется простое арифметическое устройство. В современных универсальных вычислительных машинах для повышения скорости действия ряд вычислительных операций выполняется аппаратно, что значительно усложняет арифметическое устройство. В мини-ЭВМ все более или менее сложные арифметические операции выполняются программно, что, снижая быстродействие, позволяет значительно упростить и удешевить процессор. Этому же способствует применение короткого слова, что снижает длину ячеек устройства памяти и естественно его габаритные размеры, а также длину регистров процессора. Все это позволяет уменьшить мощность электропитания и габаритные размеры машины.

Важным свойством мини-ЭВМ является приспособленность к изменениям, способность к наращиванию. Мини-ЭВМ допускают наращивание вычислительной мощности и изменение конфигурации аппаратуры. Можно использовать базовую модель мини-ЭВМ с минимальным объемом памяти и с ограниченным количеством устройств ввода и вывода, а затем наращивать объем памяти, расширять возможности по вводу и выводу. При этом обычно не требуется вносить изменения в уже используемые устройства и переделывать применяемые программы.

Наиболее важной особенностью мини-ЭВМ с точки зрения ее применения в качестве УВМ является способность работать в реальном времени, т. е. взаимодействовать с внешним миром, следить за протекающими в нем процессами и управлять ими. Программное обеспечение мини-ЭВМ позволяет контролировать состояние обслуживаемого объекта и управлять им. Кроме того, мини-ЭВМ имеет систему реагирования на нерегулярно поступающие запросы, а также возможность быстрой передачи данных между внешними устройствами и устройствами памяти.

Указанные функции позволяют мини-ЭВМ производить сбор, обработку и выдачу данных во взаимодействии с процессом реального времени. В управляющей системе мини-ЭВМ дополнительно производит принятие управляющего решения и осуществляет управление.

Структурная схема УВМ изображена на рис. 1.5. Особенностью структуры управляющей вычислительной машины является наличие двух блоков: устройства связи с объектом (УСО) – технологическим процессом и органов управления технологическим процессом. УСО обеспечивает сопряжение УВМ с датчиками технологического процесса. Органы управления технологическим процессом обеспечивает согласование УВМ с исполнительными механизмами в случае работы УВМ в управляющем режиме.

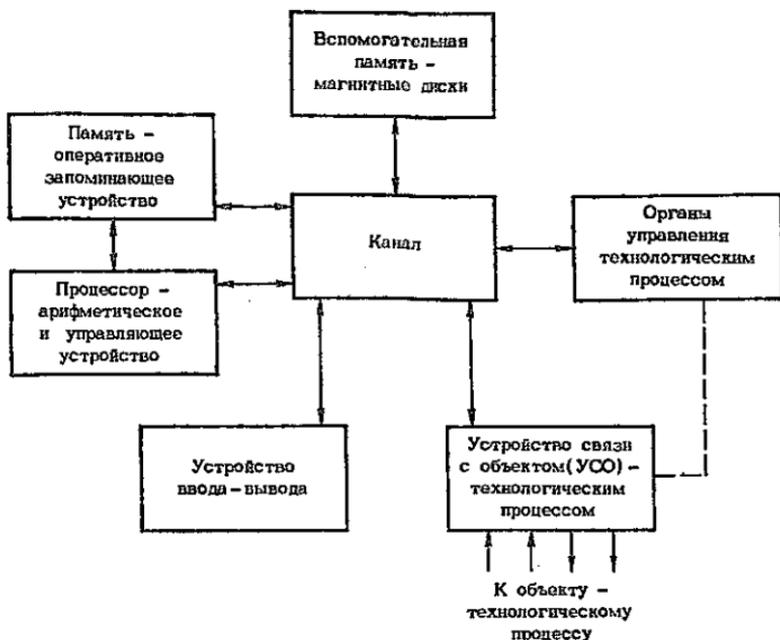


Рис. 1.5. Структурная схема управляющей вычислительной машины

Все остальные блоки присущи универсальным ЭВМ. Память — оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) — служит для хранения данных и программ. Основная особенность ОЗУ состоит в том, что она работает в одном ритме с процессором и имеет повышенное быстродействие. В связи с этим ОЗУ довольно дорогое устройство и имеет ограниченную емкость. Для расширения емкости памяти УВМ применяется вспомогательная память на магнитных дисках, емкость которой на порядок или два больше ОЗУ, однако быстродействие вспомогательной памяти значительно ниже. Обычно в ОЗУ перемещаются программы и информация; непосредственно используемые процессором в данное время, а основной объем программ и данных находится во вспомогательной памяти.

Канал связи служит для электрического соединения и управления работой вводных и выводных устройств. Канал связи позволяет вводить данные и команды в память и выводить результаты вычислений.

Устройства ввода-вывода — это обычно устройства, работающие с перфолентой, питающие устройства и дисплеи с выводом на экран. Следует заметить, что в настоящее время все большее распространение получают дисплеи, посредством которых наиболее удобно оператору вести диалог с УВМ.

При выборе структуры УВК для АСУ ТП производства маргарина учитывались следующие факторы: время реакции системы на возмущения, показатели загрузки УВК, показатели надежности функционирования системы, стоимость технических средств.

Решение задач централизованного контроля и расчета информационно-вычислительных показателей производится на УВК-1 АСВТ-М М-6000 [30].

Для непосредственного цифрового управления участком дозирования используется второй УВК АСВТ-М М-6000 (УВК-2). Особенность УВК-2 заключается в том, что с целью повышения надежности и быстроты действия в качестве памяти используется только ОЗУ.

Конструктивно комплекс АСВТ-М М-6000 выполнен в виде набора модулей.

Для запоминания и хранения информации используются ОЗУ и УВК-1 устройства внешней памяти на магнитных дисках. Применение магнитных дисков диктуется ограниченным объемом ОЗУ (32 Кслов) и необходимостью длительного хранения большого объема информации.

В качестве системных устройств, предназначенных для введения системы в работу, подготовки и отладки новых программ, выдачи оператору сведений о наличии нарушений в работе аппаратных и программных средств, используются устройство печатающее с клавиатурой (УПК) и устройства ввода с перфоленды (УВвПЛ) и вывода на перфоленду (УВПЛ).

Функции регистраторов информации выполняют устройства печати: технологическое (УПТ) и быстрой печати (УБП).

Связь оперативного персонала с УВК осуществляется через дисплей (СИД-1000).

Для ввода в УВК информации с объекта о ходе технологического процесса и вывода ее предусматривается УСО.

### 1.6.3. Источники информации

Информация о ходе технологического процесса поступает в УВК от датчиков и измерителей, установленных непосредственно на технологическом оборудовании. Измеряются самые разнообразные технологические параметры: температура, расход, уровень, давление, вакуум, масса, количество готовой продукции в коробах и бочках. Кроме того, поступают сигналы о состоянии оборудования.

В качестве измерителей температуры, расхода, давления, вакуума используются стандартные датчики и измерители. В качестве измерителей уровня используются приборы, разработанные в НПО "Пищепром-автоматика", типа ПИГ. В качестве измерителей массы используются циферблатные весы с изготовленными в НПО "Пищепром-автоматика" преобразователями сигнала массы в двоичный код.

Для счета штучной продукции используются устройства счета УС-1, разработанные в НПО "Пищепром-автоматика".

С целью унификации выходные сигналы аналоговых датчиков проходят предварительную обработку в преобразователях (термоэлектрических, пневмоэлектрических), в результате чего на выходе преобразователей формируется стандартный аналоговый электрический сиг-

нал 0–5 мА, пропорциональный измеряемой величине, который передается в УСО УВК на модули ввода аналоговых сигналов (БН-9а).

Выработка информации о массе на весах в двоичном коде осуществляется кодовыми преобразователями – указателями массы фотоэлектрическими (УВФ). Устройство УВФ основано на том, что кодовый диск, укрепленный на оси весовой головки, поворачивается вместе с ней на угол, соответствующий текущему значению массы на весах.

Световой поток, модулируемый диском, воздействует на фотоэлементы, преобразующие световые сигналы в электрические.

Информация о массе с УВФ в двоичном коде Грея передается на модули ввода–вывода дискретной информации (МВВДИ) УСО. Применение двоичного кода Грея уменьшает погрешность.

Сигналы, характеризующие состояние оборудования, через реле-повторители (для гальванической развязки входных цепей) подаются на модули ввода инициативных сигналов (МВИС).

Сигналы счета готовой продукции вводятся в УВК через модули ввода–вывода число-импульсных сигналов (МВВЧИС).

#### 1.6.4. Оборудование центрального диспетчерского пункта и локальной автоматики

В центральном диспетчерском пункте размещаются мнемощит с мнемосхемой и пультом управления, панель приборов, стол диспетчера с устройствами связи и сигнализации.

На столе диспетчера сосредоточена сигнальная аппаратура контроля состояния технологического режима и работы оборудования. Здесь же расположены дисплеи, с помощью которых осуществляется связь с УВК, аппаратура диспетчерской ("Кристалл-70") и производственной громкоговорящей связи (ПГСИ-30).

Для автоматизации процессов передачи и учета жиров, поступающих из масло-сливной станции в цех рафинации, и для локальной автоматизации процессов дозирования компонентов маргарина по заданной программе используются системы автоматического дозирования жидких сред, состоящие из дозаторов и пультов управления.

На местных щитах и пультах контроля и управления, которые размещены на производственных участках, находятся приборы и органы управления, необходимые аппаратчикам для оперативного контроля и управления технологическими процессами и оборудованием.

Управление потоками жидких сред осуществляется с использованием клапанов отсечных типа КОПП, имеющих поршневой пневмопривод.

Клапаны КОПП по сравнению с выпускающимися отсечными клапанами имеют ряд преимуществ: относительно малые габаритные размеры и массу, возможность установки на трубопроводе в любом положении.

Технические средства АСУ ТП, за исключением локальных систем контроля и управления, датчиков и исполнительных механизмов, раз-

мещаются в отдельно стоящем четырехэтажном здании центрального диспетчерского пункта (ЦДП) и вычислительного центра (ВЦ).

Преобразователи, осуществляющие нормализацию до уровня 0–5 мА аналоговых сигналов, и реле-повторители, осуществляющие гальваническое разделение, устанавливаются в специальных шкафах, размещаемых непосредственно около оборудования в специально отведенных помещениях. Недалеко от участка дозирования в специально отведенном помещении устанавливаются шкафы с кроссовыми панелями и модулями ввода–вывода, входящими в состав УСО УВК-2. Связь между этими модулями и центральной частью УВК-2, размещенном в ВЦ, осуществляется через специальное устройство – адаптер (АРС) и модули быстрой передачи данных (МБПД).

Местные щиты и пульты контроля и управления располагаются непосредственно около оборудования следующих производственных участков: масло-сливной станции; приемки и передачи жиров на производство; непрерывной рафинации и перезтерификации жиров, дезодорации жиров; дозирования компонентов маргарина; подготовки молока; производства маргарина.

На участке приемки и передачи жиров на производстве установлено 4 системы автоматического дозирования жидких сред САДЖС. На участке дозирования маргарина установлено 6 систем САДЖС.

#### 1.7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП

Программное обеспечение АСУ ТП – это совокупность всех программ, обеспечивающих функционирование АСУ ТП. Программа – это набор команд, определяющих последовательность действий УВК по обработке данных для достижения заданной цели.

Всякая программа реализует определенный алгоритм обработки данных. Следовательно, для составления программы должны быть разработаны сначала алгоритмы. Алгоритм – это инструкция по последовательности решения определенной задачи, выраженная на языке математических формул и логических условий.

Совокупность алгоритмов, а также математических методов и моделей, используемых при разработке и функционировании АСУ ТП, называется математическим обеспечением. Математическое обеспечение разрабатывается на предварительных стадиях создания АСУ ТП, не позднее технического проекта. Математическое обеспечение является основой задания для разработки программного обеспечения.

По мере увеличения количества и усложнения функций, выполняемых вычислительной техникой, стоимость разработки математического и программного обеспечения все более возрастает и становится соизмеримой со стоимостью КТС. По прогнозам, в будущем стоимость математического и программного обеспечения будет в несколько раз превышать стоимость КТС.

Программное обеспечение делится на общее программное обеспечение и специальное. Общее программное обеспечение – это совокупность программ, обеспечивающих функционирование УВК вне зависи-

мости от особенностей данной АСУ ТП и выполняемых функций. Общее программное обеспечение обычно создает завод-изготовитель вместе с УВК.

К общему программному обеспечению АСУ ТП производства маргарина относятся дисковая операционная система реального времени (ДОР ВР) для УВК-1 и операционная система реального времени (ОР ВР) для УВК-2. Обе операционные системы предназначены для использования в УВК АСВТ-М М-6000. ДОР ВР рассчитана на использование в качестве внешней памяти магнитных дисков, ОР ВР – на использование только ОЗУ.

Операционные системы обеспечивают работу УВК в многозадачном режиме в реальном масштабе времени.

К специальному программному обеспечению АСУ ТП производства маргарина относятся пакеты программных модулей (ППМ) и программные модули (ПМ), предназначенные для решения задач: ввода и обработки аналоговой и число-импульсной информации, ввода, обработки и вывода дискретной информации, ввода информации с терминалов и первоносителей, организации межзадачного взаимодействия, управления базой данных, отображения информации на дисплее, расчета информационно-вычислительных показателей, НЦУ участком дозирования маргарина.

Программное обеспечение АСУ ТП производства маргарина построено по модульному принципу.

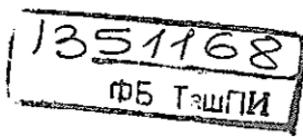
### 1.7.1. Общее программное обеспечение

ДОР ВР включает в себя следующие программы: супервизор, драйверы периферийных устройств (устройства ввода-вывода, модули УСО), трансляторы с алгоритмических языков, редакторы, перемещающий загрузчик, систему управления файлами (СУФ), систему мультитерминального доступа (СМД), систему мультитерминальной отладки (СМТО), библиотеку подпрограмм, генератор, программы пользователя (специальное программное обеспечение).

Супервизор выполняет следующие функции: запуск и остановку задач, распределение времени процессора между задачами, требующими выполнения в соответствии с их предназначением; выполнение по запросам задач совместно с драйверами операций ввода-вывода с обеспечением управления очередью запросов к одному и тому же периферийному устройству; осуществление управления библиотечными подпрограммами; контроль правильности работы системы; вывод для оператора информации о работе системы (по запросу, а также при обнаружении пороговых или аварийных ситуаций).

Драйверы периферийных устройств – это специальные программы, осуществляющие управление работой периферийных устройств.

В ДОР ВР возможно применение четырех алгоритмических языков – трех языков высокого уровня: ФОРТРАН, ФОРТРАН-IV, АЛГОЛ и машинно-ориентированного языка низкого уровня – МНМОКОД. Транс-



ляторы считывают исходные программы, написанные на языках, и переводят их в машинные команды. Существует четыре транслятора с МНМОКОДА, ФОРТРАНа, ФОРТРАНа-IV, АЛГОЛа.

Кроме этого, существует машинный язык, состоящий из машинных команд, на котором работает машина. Программы, файлы (упорядоченное размещение информации на магнитных дисках, собранной по одному или нескольким функциональным признакам и имеющей общее название), массивы (упорядоченное размещение информации в ОЗУ, собранной по одному или нескольким функциональным признакам и имеющее общее название), написанные на алгоритмических языках, называются символьными, а информация в файлах и массивах — символьной.

Существует два редактора: редактор символьной информации и диалоговый редактор.

Редактор символьной информации редактирует, печатает исходные символьные программы, вводимые с перфоленты или дискового файла.

Диалоговый редактор редактирует, печатает и создает символьные файлы на диске. Этот редактор работает с СУФ.

Перемещающий загрузчик обеспечивает загрузку программ пользователя во время работы системы. Перемещающий загрузчик позволяет вводить вновь созданные задачи в работающую систему, заменять или удалять старые. Замена, добавление и удаление возможны только для программ, расположенных на дисках.

СУФ организует данные на дисках, а также на перфоленте и магнитной ленте в виде файлов и обеспечивает доступ к ним по названию — имени файла. При этом могут быть реализованы следующие операции с файлами: создание, расширение, модификация, переименование, уничтожение файлов, копирование их с одного носителя информации на другой (диски, перфолента, магнитная лента, бумага).

СУФ обеспечивает защиту информации для предотвращения разрушения файлов при некорректном обращении с ними.

СМД — это набор программ и подпрограмм, который позволяет выполнять программы одновременно с нескольких терминалов, передавать в диалоговом режиме с терминалов данные программам; сохранять данные, необходимые программам для одновременной работы с несколькими терминалами. Т е р м и н а л а м и называются дисплей, устройства ввода с клавиатурой или другие устройства ввода-вывода, позволяющие работать в диалоговом режиме. СМД может обслуживать до 32 терминалов.

С М Т О — это набор программ, позволяющий одновременно с нескольких терминалов в диалоговом и пакетном режимах редактировать и транслировать программы, загружать в работу и удалять готовые программы, работать с файлами, используя СУФ. СМТО использует СМД.

Б и б л и о т е к а — это набор подпрограмм, которые выполняют общепользуемые, например математические, функции (вычисление синуса, тангенса и т. д.).

Генератор — программа, с помощью которой из перечисленных выше программ создается вариант операционной системы ДОС РВ, рассчитанный на конкретную конфигурацию технических средств в УВК.

Одной из важнейших функций ДОС РВ является обеспечение мультипрограммного режима, т. е. совмещение по времени выполнения полученных программ.

В АСУ ТП производства маргарина предусмотрен ряд программ по сбору и переработке информации, которые необходимо выполнить в одно и то же время. Мультипрограммирование позволяет эффективно использовать ресурсы УВК (процессор, ОЗУ, канал прямого доступа в память, внешние устройства) и достичь высокой реактивности системы на внешние события. В первую очередь технические средства выделяются наиболее важным (высокоприоритетным) задачам. При задержке в их работе они используются для выполнения менее важных (низкоприоритетных) программ. Таким образом, благодаря наличию режима мультипрограммирования УВК оперативно реагирует и приспосабливается к изменениям внешней среды, что является характерным для систем, работающих в реальном масштабе времени.

ДОС РВ позволяет организовать в УВК мультипрограммный режим выполнения задач с учетом степени их важности, оперативно управлять вычислительным процессом и всеми устройствами ввода-вывода. Супервизор постоянно анализирует ход вычислительного процесса и распределяет ресурсы УВК между различными одновременно решаемыми задачами, чтобы обеспечить первоочередное выполнение наиболее важных в данный момент задач, выполнение решений которых можно планировать по команде оператора, по прерываниям от инициативных устройств, по запросам от задач, по временным интервалам.

ОС РВ, как и ДОС РВ, обеспечивает работу УВК при решении многочисленных задач в режиме в реальном масштабе времени.

Основная особенность ОС РВ заключается в том, что все системные программы (общее программное обеспечение) и все задачи пользователя во время работы системы расположены в ОЗУ. Следовательно, количество задач ограничивается емкостью ОЗУ. В связи с этим ОС РВ отличается большим быстродействием и надежностью, чем ДОС РВ, однако возможности ОС РВ значительно ниже.

ОС РВ выполняет следующие программы: супервизор ОС РВ, драйверы периферийных устройств, библиотечные программы, генератор, трансляторы с МНМОКОДа и ФОРТРАНа, программы пользователя.

### 1.7.2. Специальное программное обеспечение

Значительная часть специального программного обеспечения АСУ ТП производства маргарина составляют ППМ и ПМ, включенные в библиотеку программных модулей АСУ ТП пищевых предприятий [3, 27, 28].

ППМ "Сбор и первичная обработка информации от датчиков аналоговых и число-импульсных сигналов" организует опрос датчиков

аналоговых и число-импульсных сигналов в реальном масштабе времени с требуемой периодичностью.

В ППМ предусмотрены контроль вводимых аналоговых сигналов и дублирование опроса, обеспечивающие повышение достоверности информации. Опрос датчиков число-импульсных сигналов производится по кворумной схеме "два из трех".

Первичная обработка информации выполняет следующие операции: масштабирование, корректировку показаний расходомеров по параметрам среды, фильтрацию, контроль нарушений режимных и аварийных границ, усреднение и интегрирование значений параметров по времени. Результаты обработки составляют базу данных. В случае необходимости сохранения предыстории соответствующая информация выводится в базу данных с указанием времени ее получения и хранится там необходимый промежуток времени.

ППМ "Ввод-вывод дискретной информации" осуществляет периодический опрос датчиков сигналов, запись полученных значений в базу данных, анализ отклонений параметров от заданных значений. Пакет используется для контроля работы оборудования, проведения технологического процесса и обнаружения отклонений от заданного режима.

Ручной ввод информации (результатов лабораторных анализов, плановых заданий и т. п.) в базу данных производится с помощью ППМ "Ввод данных с терминалов и перфоносителей" и "Построение систем отображения информации для АСУ ТП пищевых производств".

В качестве основного устройства ввода данных предусмотрен дисплей СИД-1000, для которого был специально разработан ПМ "Диалоговый драйвер СИД-1000 для ДОС РВ/ОС РВ М-6000".

Представление информации о технологическом процессе реализуется с помощью следующих ППМ: "Построение систем отображения информации для АСУ ТП пищевых производств", "Ввод данных с терминалов и перфоносителей", "Ввод-вывод дискретной информации". Первые два ППМ осуществляют представление информации, находящейся в базе данных, на экране дисплея в виде страницы одно- или многостраничной формы. Третий ППМ на основе информации о нарушениях технологического процесса осуществляет управление сигнальными табло приборной панели стола диспетчера. В ППМ предусмотрены: сигнализация световая (мигание) и звуковая при появлении отклонений от технологического процесса и аварийного состояния оборудования; отмена звукового сигнала по инициативе оператора и переход на световую (ровным светом) сигнализацию при сохранении ситуации; отмена светового сигнала при исчезновении ситуации и регистрацию сигнализированных параметров печатающим устройством.

ППМ специального программного обеспечения (прикладные) применяются с унифицированными программными средствами, осуществляющими диспетчеризацию задач в реальном масштабе времени, создание и ведение базы данных АСУ ТП производства маргарина, выполнение различных сервисных функций.

К унифицированным программным средствам относятся ППМ, реализующие прямой (непосредственное обращение к необходимой записи\*) и последовательный (последовательное чтение записей до нахождения необходимой) доступ к файлам базы данных, сортировку файлов, доступ к данным и форматные преобразования их, динамическое распределение оперативной памяти, организацию межзадачного взаимодействия. Указанные ППМ расширили возможность операционной системы ДОС РВ и СУФ, а также позволили исключить дублирование при программировании соответствующих операций в остальных прикладных ППМ.

Описанный выше подход к формированию программного обеспечения информационных функций определил структуру базы данных.

База данных УВК-1 АСУ ТП производства маргарина организована в виде совокупности дисковых файлов прямого и последовательного доступа. Размещение базы данных на дисках обусловлено малым объемом ОЗУ М-6000. Высокая скорость информационного обмена с базой данных, удовлетворяющая требованиям систем реального времени, обеспечивается специальной организацией файлов, позволяющей осуществлять доступ к их записям по ключу.

Основным компонентом базы данных является информационный файл *AIRES*, который концентрирует все сведения, характеризующие текущее состояние и предысторию объекта. Файл содержит результаты сбора и первичной обработки информации от датчиков аналоговых, число-импульсных и дискретных сигналов, данные ручного ввода, а также некоторые промежуточные показатели.

Файл является приемником информации от ППМ и ПМ, реализующих функции сбора и первичной обработки, и источником информации для ППМ и ПМ вторичной обработки и вывода. Обмен данными с файлом *AIRES* осуществляется с помощью ППМ "Прямой доступ к файлу по ключу".

В состав базы данных входят также управляющие и справочные файлы.

Управляющие файлы в отличие от файла *AIRES* являются специфичными для каждого ППМ и содержат информацию, необходимую для записи ППМ и управления процессом их функционирования. Файлы созданы на этапе проектирования базы данных УВК-1 АСУ ТП производства маргарина на основе информации о его структуре и требований к информационным функциям. Эти файлы являются в основном файлами последовательного доступа с записями фиксированной длины, упорядоченными по составному ключу с помощью ППМ "Сортировка дискового файла". Управляющие файлы используются для настройки ППМ, осуществляющих информационные и информационно-вычислительные функции на условиях конкретного применения.

---

\* Запись - часть файла. Если файл можно уподобить таблице, то запись - строке таблицы. Запись делится на поля. Поле можно уподобить части строки таблицы, находящейся в определенной графе (столбце).

Справочные файлы содержат постоянно хранимую нормативно-справочную информацию. Как и управляющие файлы, они формируются при проектировании базы данных.

Принятая структура базы данных УВК-1 АСУ ТП производства маргарина и локализация функций доступа к ней в специализированных ППМ обеспечивают независимость ППМ и ПМ, реализующих информационные функции друг от друга и от базы данных. Это позволяет осуществлять привязку программного обеспечения к условиям конкретного объекта без корректировки программ.

Для расчета информационно-вычислительных показателей АСУ ТП производства маргарина разработан ряд ПМ. К этим ПМ относятся: "Расчет подачи жирового сырья с масло-сливной станции на производство", "Расчет производительности технологических линий и удельных расходов", "Расчет запасов жирового сырья на масло-сливной станции", "Расчет расхода компонентов на выработку маргариновой продукции", "Расчет сменной выработки маргариновой продукции", "Расчет выполнения плана выработки готовой продукции", "Расчет выборки фондов маргариновой продукции потребителями". Все ПМ написаны на алгоритмическом языке ФОРТРАН-IV.

Алгоритмы и выходные документы этих ПМ описаны в главе 5.

ППМ "НЦУ участком дозирования" реализуется на отдельном УВК-2. ППМ состоит из набора ПМ. ПМ написаны на алгоритмических языках ФОРТРАН-IV, МНМОКОД.

Структура ППМ, алгоритмы и массивы описаны в главе 6.

### 1.8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП

Информационное обеспечение АСУ ТП — это способы и формы информационного отображения состояния объекта управления как в виде информации, хранимой в УВК, так и в виде документов, видеogramм и сигналов на входе и выходе УВК.

Информационное обеспечение, как следует из определения, состоит из информационной базы и системы классификации и кодирования информации.

Информационная база делится на внешнюю и внутримашинную.

Внешняя информационная база — это набор документов, видеogramм и сигналов на входе и выходе УВК. Документы, видеogramмы и сигналы на входе УВК несут информацию о состоянии технологического процесса. Информация для документов и видеogramм специально готовится в соответствующих подразделениях предприятия, а затем вводится в ЭВМ посредством перфосчитывателя или дисплея. Сигналы несут информацию о ходе технологического процесса в реальном времени и вводятся в УВК автоматически. Информация, которая поступает в УВК, делится на информацию, вводимую автоматически и ручным способом.

Информация, вводимая автоматически, поступает с датчиков в виде сигналов аналоговых, дискретных, инициативных и число-импуль-

сных. На два УВК поступает 128 аналоговых сигналов, 320 дискретных, 30 инициативных, 10 число-импульсных.

Информация о расходах, температуре, давлении, уровнях в емкостях поступает в УВК в виде аналоговых сигналов, о состоянии оборудования — в виде дискретных сигналов, о виде обрабатываемого жира или продукта — посредством дискретных и инициативных сигналов, о массе жиров или компонентов на автоматических весах или дозаторах — в виде дискретных сигналов в коде Грея, о количестве штучной (короба, бочки) готовой продукции — в виде число-импульсных сигналов.

Информация, вводимая ручным способом, собирается в специальных документах и с дисплея или посредством перфоленты вводится в УВК.

Посредством перфоленты вводятся рецептуры и технологические характеристики участка дозирования в УВК-2, а также данные по расходу компонентов при дозировании в течение смены в УВК-1. Через дисплей посредством специальных входных видеogramм, а также в режиме диалога вводится информация о результатах лабораторных анализов, заданиях на смену, о корректировках рецептур и схемы дозаторов, о видах жиров, обрабатываемых на линиях нейтрализации и дезодорации, о выработке жидкой маргариновой продукции, об отгрузке готовой продукции в ассортименте по потребителям.

Вывод информации из УВК осуществляется на четырех различных устройствах вывода: дисплее, устройствах печати, быстрой печати и вывода на перфоленту. Из УВК выводятся также сигналы на мнемосхемы и табло и управляющие сигналы в режиме НЦУ участком дозирования.

Документы и видеogramмы на выходе УВК несут интегрированную информацию о ходе технологического процесса, о выработке готовой продукции, о технико-экономических показателях, советы диспетчеру по управлению технологическим процессом. Документы выводятся посредством печатающих устройств. Видеogramмы выводятся посредством дисплея.

На дисплей по вызову диспетчера выводятся режимные карты, содержащие информацию о параметрах технологического процесса на конкретном участке или линии, а также данные о ходе процесса дозирования на конкретном дозаторе и о нарушениях процесса дозирования.

Сигналы на выходе УВК несут информацию об аварийных состояниях технологического процесса, а также могут нести управляющую информацию.

На УПТ каждый час на широкой ленте печатаются данные технологического журнала, на узкой ленте — информация об отклонениях технологического режима и о датчиках, на которых зафиксированы отклонения.

На УБП печатаются выходные документы задач расчета информационно-вычислительных показателей, значительная часть которых приведена в главе 5.

На УВПЛ в УВК-2 печатаются данные по расходу компонентов при дозировании в течение смены.

Внутримашинная информационная база представляет собой информацию, хранимую частично в оперативном запоминающем устройстве, и в основном в устройстве вспомогательной памяти на магнитных дисках.

Информация сначала классифицируется по различным признакам, а затем внутри классов производится кодирование. Так как одни классы подчинены другим классам, то коды получаются сложными, несущими в себе ряд признаков классификации.

Внутримашинная информационная база в УВК-1 состоит из файлов и сосредоточена на дисках, а в УВК-2 состоит из массивов и сосредоточена в ОЗУ.

В разделе 1.7 описана информационная база УВК-1 с точки зрения обслуживания ППМ и ПМ, входящие в библиотеку ПМ АСУ ТП пищевых предприятий. Как указывалось, эта часть информационной базы состоит из файла *AIRES*, а также управляющих и справочных файлов унифицированных ППМ, осуществляющих управление базой данных. Кроме того, во внутримашинную базу данных УВК-1 входят файлы, которые хранят информацию задач расчета информационно-вычислительных показателей. Эти файлы делятся на входные справочные и выходные. Во входные файлы поступает информация об отгрузке готовой продукции, вводимая ручным способом.

Справочные файлы содержат нормативно-справочную информацию, которая относится к расчету информационно-вычислительных показателей. Выходные файлы содержат результаты расчетов и информацию, подготовленную для вывода на УБП.

Внутримашинная база УВК-2 состоит из массивов. Массивы делятся на входные, справочные, промежуточные, выходные и массивы заявок.

Во входные массивы поступает оперативно собираемая информация о ходе процесса дозирования.

В справочных массивах находится информация о рецептурах и о технологической схеме участка дозирования.

В промежуточных массивах находятся промежуточные результаты функционирования ПМ. В выходных массивах находятся управляющие сигналы, сигналы, выводимые на мнемосхему, и информация о расчете количества отдозированных компонентов.

В массивах заявок находятся заявки на выполнение определенных ПМ. Эти заявки генерируются предыдущими по технологическому процессу ПМ.

В АСУ ТП производством маргарина задачи можно разделить на две группы. Одна группа (основная) относится к технологическому процессу, другая представляет собой задачу расчета выборки фондов маргариновой продукции потребителями и относится к организационно-экономическим.

В связи с этим в АСУ ТП существует две системы кодирования.

Управляющий персонал получает значительно более полную оперативную информацию о ходе технологического процесса и о состоянии оборудования, что дает возможность более объективно и оперативно определять узкие места производства, причины потерь сырья, своевременно их устранять, не допускать возникновения аварийных ситуаций.

Появляется необходимость во введении в организационную структуру предприятия специального отдела АСУ ТП. Отдел АСУ ТП обеспечивает обслуживание и развитие АСУ ТП. В отдел АСУ ТП входит эксплуатационный персонал АСУ ТП и служба КИП.

Кроме эксплуатационного персонала АСУ ТП создан оперативный персонал АСУ ТП, который входит в состав смен маргаринового завода ЛМЖК.

К функциям, выполняемым отделом АСУ ТП, относятся:

- обеспечение эксплуатации системы в соответствии с правилами и требованиями, изложенными в технической документации;
- взаимодействие с диспетчером и технологами-операторами;
- обеспечение текущего и планово-предупредительного ремонта, наладки и монтажа после ремонта технических средств АСУ ТП;
- проведение совместно с экономической службой предприятия исследований по определению экономической эффективности эксплуатируемых систем;
- разработка и реализация мероприятий по повышению экономической эффективности эксплуатируемых систем;
- разработка и реализация мероприятий по дальнейшему развитию системы.

Примерный состав персонала отдела АСУ ТП и его основные функции:

начальник отдела руководит эксплуатационным персоналом и службой КИП и обеспечивает эксплуатацию и развитие АСУ ТП;

начальник машины (1 человек) обеспечивает эксплуатацию и обслуживание УВК;

старший инженер-электроник (1 человек) обеспечивает работоспособность электронных устройств УВК;

инженер-электроник (1 человек) проводит профилактическое обслуживание и текущие ремонты;

электромеханик (1 человек) обеспечивает работоспособность электромеханических устройств УВК;

старший инженер-программист (1 человек) производит отладку и корректировку программ;

инженер-программист (1 человек) осуществляет кодирование и ввод исходных данных.

Служба КИП существовала до создания АСУ ТП; ее состав, структуру и функции уточняют согласно действующим положениям.

Оперативный персонал АСУ ТП состоит из диспетчера (с учетом сменности 4 человека) и оператора-технолога (4 человека).

Диспетчер подчиняется непосредственно начальнику маргарино-

Одна система кодирования связана с технологическим процессом, другая — с процессом сбыта.

Основным объектом кодирования в системе, связанной с технологическим процессом, является режимный параметр. При кодировании режимного параметра выделяются четыре признака. Первым признаком является принадлежность к технологическому участку. Код технологического участка содержит один символ — букву (например, *M* — участок производства маргарина). Вторым признаком является принадлежность к технологической линии. Код технологической линии содержит два символа — букву и цифру (например, *M1* — линия по производству маргарина № 1). Третьим является объединенный признак, указывающий на вид режимного параметра (температура, давление, масса, уровень и т. д.) и на номер агрегата по технологической схеме.

Код по этому признаку содержит четыре символа. Первый символ — буква (*T* — температура, *V* — уровень, *M* — масса, *p* — давление), остальные три символа — трехзначный номер агрегата (например, *T462* — температура маргарина на выходе из вотатора).

В результате код режимного параметра, содержащий все признаки, состоит из 7 символов (например, *MM1T462* — участок производства маргарина, линия по производству маргарина № 1, температура маргарина на выходе из вотатора).

Основными объектами кодирования в системе, связанной с процессом сбыта, являются готовый продукт и потребитель.

Код готового продукта представляет собой трехзначный номер, например 123, учитывающий марку маргариновой продукции, сорт, вид фасовки, витаминизацию.

Код потребителя представляет собой трехзначный номер (001...999).

Список объектов кодирования и коды помещаются в специальные справочники. Справочниками пользуются программисты при составлении программ и оперативный персонал АСУ ТП.

### 1.9. ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП

Организационное обеспечение АСУ ТП представляет собой совокупность документов, устанавливающих порядок и правила функционирования оперативного и эксплуатационного персонала данной системы.

До внедрения АСУ ТП состав оперативного и эксплуатационного персонала определялся существующей на предприятии организационной структурой. Организационная структура определяет подчиненность и взаимные отношения должностных лиц оперативного и эксплуатационного персонала, а также подчиненность их руководящим работникам предприятия.

Внедрение АСУ ТП с применением вычислительной техники оказывает существенное влияние на содержание и характер деятельности персонала маргаринового производства. Возрастает поток информации, строже становятся требования к оперативности принимаемых решений и способности прогнозирования развития технологического процесса.

вого завода. В течение смены диспетчер руководит всем производственным персоналом, обслуживающим технологическое оборудование. Диспетчеру подчиняется оператор-технолог.

Диспетчер выполняет следующие функции: выдает сменные задания и контролирует их исполнение; контролирует работу основного технологического оборудования, технологический режим производства, обеспеченность производства жировым сырьем, находящимся на масло-сливной станции и в емкостях рафинационного и маргаринового цехов, плановые показатели по выпуску готовой маргариновой продукции; координирует работу цехов и участков по выполнению производственного плана в целом; принимает меры по недопущению или ликвидации аварийных ситуаций на заводе.

Оператор-технолог выполняет следующие функции:

контролирует поступление жиров на производство, наличие его в баках жирохранилищ, работу насосов, перекачивающих жиры, работу НЦУ участком дозирования компонентов маргарина; устанавливает задания по рецептурам и количеству наборов жировых и водно-молочных компонентов по линиям дозирования; принимает меры при появлении неисправностей.

Эксплуатационный персонал АСУ ТП вводится дополнительно в штатное расписание. Это становится возможным с внедрением АСУ ТП (наличие дистанционного контроля и управления) и сокращением штата аппаратчиков, обслуживающих технологическое оборудование.

К документации по организационному обеспечению АСУ ТП производства маргарина относятся: техническое описание АСУ ТП; должностные инструкции всех руководителей и ИТР отдела АСУ ТП; техническое описание и инструкция по эксплуатации систем автоматизации масло-сливной станции, процессов непрерывной нейтрализации и перэтерификации жиров, процессов периодической нейтрализации жиров, процессов непрерывной дезодорации жиров, процессов периодической дезодорации жиров, участка приготовления щелочи, процессов приема и подготовки компонентов маргарина, процессов дозирования, смешивания компонентов и фасовки маргарина, автоматизации охлаждения маргарина; НЦУ участком дозирования маргарина; инструкции диспетчера и оператора-технолога центрального диспетчерского пункта; формуляр АСУ ТП, который содержит краткие технические данные, а также формы журналов эксплуатации и ремонта.

Практика использования АСУ ТП показывает, что сами системы управления без обеспечения квалифицированным эксплуатационным и оперативным персоналом не дают надлежащего эффекта.

## Глава 2. УСТРОЙСТВО ЦЕНТРАЛЬНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПУНКТА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

### 2.1. ПОМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПУНКТА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

Помещение ЦДП и ВЦ представляет собой четырехэтажное здание с размерами в плане 18×7 м. Помещение располагается в непосредственной близости от заводоуправления и соединяется переходом с кабинетом директора. Это очень важно, так как ЦДП и ВЦ должны быть близко расположены к руководству предприятия. В то же время здания ЦДП и ВЦ должны быть близко расположены к производственным цехам.

На первом этаже здания размещаются кондиционеры, и к зданию пристроено помещение со средствами пожаротушения; на втором этаже — ВЦ, где находится УВК, на третьем — ЦДП, на четвертом — помещения отдела АСУ ТП.

### 2.2. ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПУНКТА

К оборудованию ЦДП относятся: мнемощит, приборная панель, стол диспетчера, установки диспетчерской телефонной связи "Кристалл-70" и производственной громкоговорящей связи ПГСИ-30М, дисплеи СИД-1000, входящие в комплект УВК-1 и УВК-2, устройства печати быстродействующее и технологическое, щит НЦУ.

#### 2.2.1. Мнемощит

Мнемощит состоит из мнемосхемы и приставных пультов управления. Мнемосхема с приставными пультами состоит из 7 панелей и 7 пультов.

На мнемосхеме изображены технологическое оборудование производства маргарина, соединительные линии и клапаны. Кроме того, на мнемосхеме показаны сигнальные табло, предназначенные для сигнализации аварийных отклонений от нормального режима, а также состояний технологического оборудования. Сигнальные лампы показывают включенное состояние двигателей насосов, открытие клапанов, а также виды жиров и масел, марки вырабатываемой маргариновой продукции. Уровень в баках показывают миллиамперметры, размещенные внутри мнемознаков баков. На пультах установлены кнопки, переключатели и тумблеры, посредством которых осуществляется дистанционное управление клапанами и двигателями насосов.

### 2.2.2. Приборная панель, щит НЦУ

На приборной панели располагаются самопишущие мосты для измерения температуры в баках МСС, участка подготовки компонентов и молочного отделения.

Щит НЦУ состоит из панели мнемосхемы и приставного пульта. На мнемосхеме отражается работа участка дозирования и сигнализируются неисправности и аварии.

На пульте располагаются ключи переключения дистанционного и местного управления и кнопки пуска и остановки дозаторов.

### 2.2.3. Стол диспетчера

Стол диспетчера двойной с тремя тумбами, между которыми имеется два места. К переднему краю стола между тумбами прикреплены две приборные панели с сигнальными табло. На горизонтальных поверхностях крайних тумб расположены кнопочные поля. На горизонтальной поверхности средней тумбы расположены пульт установки диспетчерской связи "Кристалл-70" с телефонной трубкой, а также пульт установки производственной громкоговорящей связи ПГСИ-30М с микрофоном.

На сигнальные табло левой приборной панели выводятся сигналы о состоянии технологического процесса производственных линий. В случае отсутствия отклонений от рекомендуемого режима горит табло "Норма", в случае наличия отклонений табло "Отклонение" горит мигающим светом, одновременно появляется звуковой сигнал.

На сигнальные табло правой приборной панели выводятся сигналы о состоянии дозаторов участка приемки-передачи жиров. В случае отсутствия отклонения от рецептуры горит табло "Работа", при наличии отклонения от рецептуры загорается мигающим светом табло "Авария" и раздается звуковой сигнал. На правой приборной панели также размещено табло, сигнализирующее о недостоверности информации, поступающей с датчиков.

На кнопочном поле левой тумбы находятся кнопки вызова на дисплей форм с информацией о технологических параметрах линий и агрегатов. Каждая кнопка соответствует конкретной форме. На кнопочных полях левой и правой тумбы находятся также кнопки проверки ламп, съема мигания, съема звукового сигнала.

### 2.2.4. Установка диспетчерской связи "Кристалл-70"

Абонентами диспетчерской связи являются директор комбината, ряд административных работников, а также сменный инженерно-технический персонал. Диспетчер посредством установки может установить связь с любым абонентом.

К установке "Кристалл-70" можно подключить магнитофон с целью записи введущихся переговоров.

## **2.2.5. Установка производственной громкоговорящей связи ПГСИ-30М**

Производственной громкоговорящей связью оборудованы помещения, где размещаются основные технологические линии и агрегаты. Пульты абонентских постов размещены на рабочих местах аппаратчиков и операторов линий и агрегатов. Посредством установки ПГСИ-30М диспетчер может получить избирательную двустороннюю громкоговорящую связь с производственным персоналом любой линии и агрегата, где имеются абонентские посты.

## **2.2.6. Дисплей СИД-1000**

С целью облегчения обмена информацией между диспетчером и УВК предусмотрен обмен информацией в виде форм, который осуществляется посредством дисплея СИД-1000. Формы делятся на формы ввода информации в УВК и на формы вывода информации из УВК. Формы вывода содержат информацию о значениях технологических параметров по линиям и отдозированной массе по дозаторам. Формы ввода содержат информацию об ассортименте маргариновой продукции, производимой на маргариновых линиях, и о корректировках рецептур.

## **2.2.7. Устройства печати технологическое и быстродействующее**

В УПТ осуществляется печать на двух бланках в виде лент. Первый бланк представлен в виде узкой телефонной ленты, на которой печатается информация об отклонениях технологических параметров и достоверности сигналов, второй бланк — в виде широкой ленты, на которой печатается технологический журнал.

На УБП печатаются часовые, сменные и суточные документы.

## **2.3. КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА**

В помещении вычислительного центра размещается основное оборудование УВК-1 и УВК-2. Три дисплея (один из них устанавливается в центральной заводской лаборатории), УБП, УПТ и частично УСО УВК-2 вынесены из ВЦ. Оборудование УВК-1 и УВК-2 размещается в ВЦ в виде двух сборок шкафов. Отдельно размещаются устройства печатающие УПК, устройства ввода и вывода перфоленты.

Магнитные диски УВПМД размещаются за перегородкой с целью снижения содержания пыли в воздухе. В помещение ВЦ подается кондиционированный воздух.

## **2.4. СТРУКТУРА И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УВК**

УВК АСУ ТП производства маргарина состоит из модулей системы М-6000 АСВТ-М.

Система М-6000 АСВТ-М представляет собой набор модулей, из которых проектным путем komponуются УВК с различной производительностью, емкостью памяти, надежностью.

Возможность компоновки УВК различной конфигурации обеспечивается унификацией связей между агрегатными модулями и применением унифицированных типовых конструкций при их изготовлении.

В зависимости от назначения агрегатные модули конструктивно выполняются в виде отдельных печатных плат, блоков, объединенных каркасом. Модули, выполненные на базе каркасов, устанавливаются в типовых шкафах.

Имея в своем распоряжении нормативно-справочные материалы, потребитель может сконфигурировать УВК с учетом характера решаемых задач.

В зависимости от назначения УВК подразделяются на базовые, типовые и специфицированные.

Базовый комплекс — вычислительный комплекс, на основе которого совместно с другими агрегатными модулями komponуются типовые и специфицированные комплексы.

Типовой комплекс — серийно выпускаемый УВК универсального назначения, предназначенный для использования АСУ ТП в различных отраслях промышленности, komponуется на основе базового комплекса и требуемых агрегатных модулей.

Специфицированный комплекс — УВК, сконфигурированный по спецификации заказчика на основе одного из базовых или типовых комплексов и требуемых дополнительных агрегатных модулей, предназначен для использования в конкретном АСУ ТП.

При разработке УВК АСУ ТП производства маргарина было решено сконфигурировать УВК из двух специфицированных комплексов. Это объясняется тем, что задача НЦУ участком дозирования, как это показано в гл. 6, требует обращения к объекту с периодом 0,2 с. При такой частоте обращения возникают два ограничения для построения общего УВК: второстепенные задачи будут постоянно прерываться, что неблагоприятно скажется на их функционировании и усложнит работу УВК; практически невозможно использовать память на дисках, т. е. необходимо разместить задачу НЦУ участком дозирования в ОЗУ. Это вызовет дефицит ячеек ОЗУ для использования при решении остальных задач.

Специфицированный комплекс УВК-1 был сконфигурирован на базе типового комплекса № 8 [1, 30]. Специфицированный комплекс УВК-2 был сконфигурирован на основе базового комплекса № 20.

## 2.5. ОСНОВНЫЕ МОДУЛИ ФУНКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УВК

К основным модулям УВК относятся: процессоры, ОЗУ, магнитные диски, устройства ввода и вывода, канал прямого доступа в память.

### 2.5.1. Процессор М-6000

Процессор (Пр) предназначен для приема информации из запоминающих устройств и устройств ввода-вывода, арифметической и логической переработки ее и выдачи результатов в указанные устройства.

Процессор обрабатывает информацию в виде 16-разрядных слов. Процессор выполняет операцию сложения за 5 мкс, умножения за 50 мкс, деления за 60 мкс. Подключение устройств ввода-вывода информации осуществляется через унифицированное сопряжение типа 2К.

Процессор выполняет 80 команд. Осуществляется защита области ОЗУ от ячейки с адресом 00002 до любой ячейки, указываемой программно. Обеспечивается прерывание программы по аварийному сигналу, поступающему от источника питания при снижении напряжения или полном отключении сети.

Максимальный объем ОЗУ, подключаемого к процессору, 32К ( $K = 1024$  слов).

В состав процессора входят: сумматор (СМ) и регистр сумматора (РС), регистр данных (РД), предназначенный для обмена информацией с ОЗУ; регистр номера команды (РНК), предназначенный для хранения адреса выполняемой команды, регистр текущего адреса (РТА), предназначенный для хранения адреса ячейки памяти, к которой производится обращение; регистр сверхоперативной памяти (РА), предназначенный для хранения операнда и результата операции, управляемый по программе; регистр сверхоперативной памяти (РБ), предназначенный для хранения операнда и результата операций, управляемый по программе.

В процессе работы в регистры РНК и РТА вводится начальный адрес программы.

При выполнении команд информация из ОЗУ поступает через РД на сумматор (СМ).

Информация, записанная в РА или РБ, также поступает на СМ, где производится выполнение операции, а результат заносится в РА или РБ с выхода регистра сумматора.

После выполнения каждой команды содержимое регистра РНК увеличивается на 1. Это обеспечивает последовательность выполнения команд по памяти. Команды пропусков могут изменить содержимое регистра РНК на 2, в этом случае пропускается одна команда из запланированной последовательности. Команды переходов полностью изменяют содержимое регистра РНК. Одна последовательность команд прерывается и начинает выполняться другая.

Описанный выше порядок выполнения команд может быть нарушен по следующим причинам: поступил запрос на прерывание от устройств ввода-вывода; обнаружена ошибка процессора; прерывание по нарушению питания.

### 2.5.2. Оперативное запоминающее устройство

ОЗУ предназначено для записи, хранения и выдачи информации в двоичном коде. Запись и хранение информации осуществляются в диодных матрицах.

Конструктивно модуль ОЗУ выполняется в виде блока. Емкость блока равна 4096 слов. Минимальный цикл обращения к устройству в режиме "Чтение" или "Запись" равен 2,5 мкс, в режиме "Чтение-запись" равен 3,75 мкс. Максимальное количество модулей ОЗУ, подключаемых к одному процессору, 8 шт. При подключении к процессору более 2 модулей применяется специальный модуль — устройство наращивания памяти (УНП).

### 2.5.3. Станция индикации данных (дисплей сид-1000)

Дисплей СИД-1000 предназначен для оперативного обмена алфавитно-цифровой информацией человека с УВК [9]. Дисплей позволяет оператору производить набор и редактирование набранной информации, передачу отредактированной информации в УВК, прием информации из УВК с последующим редактированием, печать содержимого кадра на печатающем устройстве УВК.

Дисплей представляет собой стол, на котором расположены экран и клавиатура. В тумбе стола размещены схема управления и источники питания. На экране размещается 1024 символа в виде 16 строк. В каждой строке размещается 64 символа. Количество клавиш равно 72. Скорость передачи и приема информации дисплеем равна 75 знаков в секунду.

### 2.5.4. Устройство внешней памяти на магнитных дисках

УВПМД предназначено для запоминания, хранения и воспроизведения информации [2]. Среднее время выборки информации составляет 0,2 с, максимальное — 0,3 с. Скорость передачи информации составляет 50 Кслов в секунду. Емкость накопителя равна 4,92 Мслов.

### 2.5.5. Устройства ввода-вывода

В качестве устройства ввода-вывода применяются: устройство вывода на перфоленту (скорость вывода 150 строк в секунду); устройство ввода на перфоленту (скорость ввода 1500 строк в секунду); таймер (диапазон задаваемых временных интервалов 64–524000 мкс); устройство печати с клавиатурой (скорость печати — 10 знаков в секунду); устройство печати технологическое для вывода технологического журнала и распечатки данных об отклонениях (скорость печати — 10 знаков в секунду); устройство быстрой печати (скорость печати 253 строки в минуту); дисплейный модуль (ДМ) (количество символов на экране — 500).

### 2.5.6. Канал прямого доступа в память

Канал прямого доступа в память (КПДП) предназначен для выполнения операций обмена информацией между быстродействующими устройствами ввода-вывода (устройством быстрой печати, накопи-

телем на магнитных дисках) и ОЗУ параллельно с работой процессора по программе. Максимальная скорость передачи данных равна 400 Кслов.

## 2.6. УСТРОЙСТВО СПЕЦИФИЦИРОВАННЫХ УВК

### 2.6.1. Специфицированный УВК-1

Специфицированный УВК-1 (рис. 2.1) составлен из типового УВК № 8 и устройства быстрой печати. К процессору посредством канала прямого доступа подключаются устройство быстрой печати, накопитель на магнитных дисках УВПЛ и УВВПЛ. ОЗУ подключается через модуль наращивания памяти УНП. Все остальные модули, а также дополнительно УВПМД, УВПЛ, УВВПЛ подключаются через сопряжение 2К. Сопряжение 2К предназначено для подключения устройств ввода-вывода к процессору.

Последовательность обмена информацией по сопряжению 2К в отличие от канала прямого доступа определяется программно под управлением процессора.

Большая часть устройств ввода-вывода, а также УСО подключаются к сопряжению 2К через модуль РВВ — расширитель ввода-вывода.

Дисплейный модуль ДМ-500 подключается к сопряжению 2К через модуль быстрой передачи данных МБПД. Для стыковки специфицированного УВК-1 со специфицированным УВК-2 предусмотрены 2 модуля дуплексных регистров ДР.

УСО представляет собой довольно большой набор модулей ввода и вывода. УСО обеспечивает 128 аналоговых входов, 20 число-импуль-

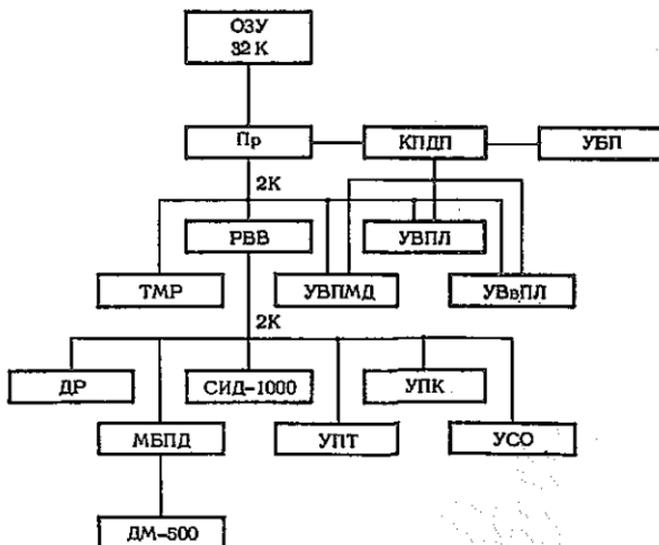


Рис. 2.1. Блочная структурная схема специфицированного УВК-1

сных входов, 400 дискретных входов, 160 инициативных входов, 400 контактных дискретных выходов и 200 бесконтактных дискретных выходов.

Остановимся на функциях и технических характеристиках УСО.

Электрические аналоговые сигналы, циркулирующие в информационных каналах АСУ ТП, имеют различную величину напряжения. Электрические аналоговые сигналы напряжением менее 0,1 В относят к сигналам низкого уровня. Электрические аналоговые сигналы напряжением до  $5 \div 10$  В относят к сигналам среднего уровня.

Аналоговые сигналы низкого уровня поступают от термометров сопротивления, термопар. Остальные датчики с электрическим выходом генерируют сигналы среднего уровня.

В связи с тем что сигналы низкого уровня подвержены помехам, было принято решение посредством специальных преобразователей ПТТС-68 преобразовывать их в сигналы среднего уровня, которые передаются в УВК.

В УВК-1 поступает 128 аналоговых сигналов среднего уровня. Аналоговые сигналы разбиваются на 8 групп по 16 сигналов. Аналоговые сигналы проходят обработку по группам последовательно в трех модулях. У каждого модуля, кроме последнего, 16 входов и 16 выходов.

Первый модуль — блок нормализации БН-9а — обеспечивает преобразование токового сигнала в сигнал напряжения 0–5 В. Затем аналоговый сигнал поступает на модуль фильтров типа А613-6/2. Модуль фильтров предназначен для подавления помех частотой 50 Гц в цепях напряжения постоянного тока с коэффициентом подавления не менее 60 дБ.

Отфильтрованный аналоговый сигнал поступает на вход модуля коммутатора типа А612-9. Модуль предназначен для коммутации сигналов среднего уровня в 16 каналах с целью поочередного подключения к аналого-цифровому преобразователю (АЦП). Время переключения 3 мкс. Коммутатор имеет 16 независимых входов и один общий выход.

Из коммутатора аналоговый сигнал поступает на АЦП. На АЦП через коммутаторы поочередно подключаются все 128 аналоговых сигналов. АЦП предназначен для преобразования аналоговых сигналов в цифровой двоичный код. В УВК-1 применяется АЦП типа А611-8/2. Погрешность преобразования составляет 0,2 %. Максимальное значение кода — 1024.

Максимальное входное напряжение 5 или 10 В. Время преобразования составляет 40 мкс. АЦП также подавляет помехи. Коэффициент подавления помех частотой 50 Гц составляет 60 дБ.

Дискретные сигналы вводятся через модули ввода дискретной информации типа А622-2, имеющие по 16 входов. Существуют дискретные сигналы контактные и бесконтактные с различными уровнями напряжений от +24 до -24 В, соответствующие "1". Допустимые колебания значений напряжения "0" и "1" равны 20 % номинального значения, соответствующего "1". Кроме того, предусмотрен дискретный

сигнал типа "сухой контакт". Значение "0" равно 0–150 Ом, значение "1" составляет более 6000 Ом.

Дискретные сигналы могут быть единичными по одному входу, например положение контактов реле, или кодовыми сразу по нескольким входам, например значение массы на весах дозаторов передается десятиразрядным кодом, т. е. одновременно по десяти входам.

Инициативные или аварийные сигналы, которые являются дискретными и возникают автоматически в результате аварии или по инициативе оперативного персонала, поступают в УВК через модули ввода инициативных сигналов типа А622-4.

При изменении значения сигнала на входе модуля от "0" до "1" и от "1" до "0" модуль выдает инициативный сигнал, влекущий за собой внеочередное обслуживание процессором. Модуль имеет 8 входов. Значения электрических сигналов, соответствующие "0" и "1", аналогичны МВВДИ.

Сигналы от датчиков счета штучной продукции, представляющие собой последовательность распределенных во времени дискретных импульсов, поступают на вход модулей ввода число-импульсных сигналов А623-1. МВВЧИС имеет один вход. Отсутствие импульса на входе соответствует логическому "0", наличие импульса — логической "1". Значения электрических сигналов, соответствующие "0" и "1", аналогичны МВВДИ.

МВВЧИС выполняют функции счета дискретных импульсов. Емкость счетчика составляет 12 двоичных разрядов — 4096.

Максимальная частота следования дискретных импульсов составляет 20 кГц. При считывании информации о количестве импульсов процессором происходит сброс показаний счетчика до нуля.

Для вывода информации через УСО с целью управления, а также сигнализации и индикации применяются модули вывода дискретной информации и аналоговой информации.

Для вывода дискретной информации используется модуль кодового управления бесконтактный (МКУБ-2) типа А641-2.

Модуль МКУБ-2 предназначен для приема, запоминания информации, поступающей от процессора, и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы постоянного тока. Управление модулей производится кодовым модулем посылок, поступающими от процессора.

На выходе МКУБ-2 имеется 10 бесконтактных ключей с общим нулем. Коммутируемый ток не должен превышать 150 мА, коммутируемое напряжение — не более  $\pm 44$  В.

Для вывода дискретной информации также используется модуль кодового управления контактный (МКУК) типа А641-5.

МКУК предназначен для приема, запоминания, усиления дискретных сигналов от бесконтактных модулей МКУБ и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы постоянного и переменного тока.

Выходы модуля представлены переключающими контактами реле

РЭС-22. В модуле предусмотрены две группы выходов. Количество выходов в группе равно 10.

В УВК-2 для вывода управляющих сигналов применяются модули МКУБ-3 типа А641-3. Его отличие от МКУБ-2 заключается в том, что между входными и выходными цепями существует гальваническая развязка. Количество выходных ключей равно 5.

Для вывода аналоговой информации используются преобразователи код-ток (ПКТ) типа А631-2.

ПКТ предназначен для приема кодовой информации от процессора и ее линейного преобразования в ток от 0 до 5 мА.

Входной кодированный сигнал представляет собой десятиразрядный двоичный код.

Максимальное время преобразования равно не более 100 мкс.

Выход из ПКТ один. Сопротивление нагрузки от 0 до 3,5 кОм.

### 2.6.2. Специфицированный УВК-2

Специфицированный УВК-2 (рис. 2.2) составлен из базового комплекса № 20, набора устройств ввода-вывода, УСО, а также четырех дополнительных модулей ОЗУ.

К процессору через модуль УНП подключаются 8 модулей ОЗУ, канал межпроцессорной связи КМС, который совместно с модулем дуплексного регистра обеспечивает связь со специфицированным УВК-1, и сопряжение 2К, к которому подключается таймер и через расширитель ввода-вывода подключаются УСО № 1, ДР, устройства ввода-вывода УВвПЛ, УВПЛ, УПК, СИД-1000.

УСО № 1 обеспечивает 96 дискретных входов, 16 инициативных входов и 80 бесконтактных дискретных выходов. Все эти модули размещаются в шкафах УВК-2, которые находятся в помещении УВК.

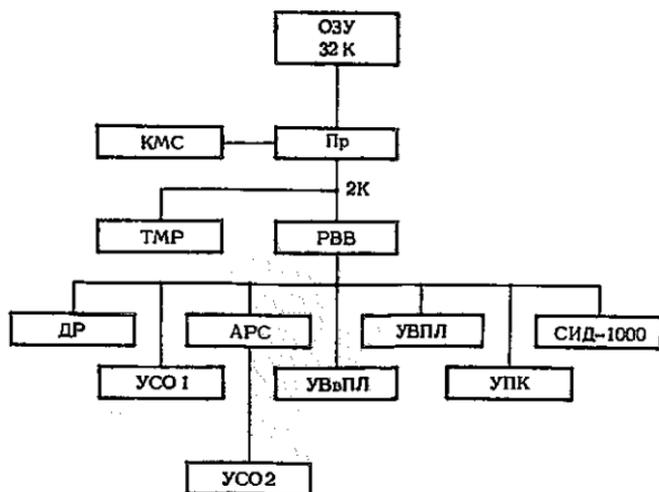


Рис. 2.2. Блочная структурная схема специфицированного УВК-2

УСО № 1 обеспечивает обмен информации со щитом НЦУ в ЦДП. УСО № 2 подключается к РВВ через адаптер разветвителя сопряжения 2К АРС. АРС преобразовывает параллельную передачу информации от УСО № 2 в последовательную и обеспечивает передачу информации по двухжильному кабелю на большое расстояние.

Использование АРС дает возможность разместить УСО № 2 рядом с участком дозирования на расстоянии 150 м от УВК-2, что значительно сокращает расход кабеля. УСО № 2 обеспечивает 421 дискретный вход, 16 инициативных входов и 280 бесконтактных дискретных выходов, обеспечивает обмен информацией с дозаторами.

Использование в качестве памяти только ОЗУ значительно повышает быстродействие и надежность УВК-2.

### 3.1. КЛАПАН ОТСЕЧНОЙ ТИПА КОПП

Специфика маргаринового производства во многом определила решения для систем локальной автоматике.

Использование разнообразного оборудования потребовало применения широкой номенклатуры контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации.

Наряду с общепромышленными нашли применение и специальные технические средства автоматизации. Это приборы для автоматического контроля состава технологических сред и готовой продукции, устройства для оперативного контроля количества готовой продукции, дистанционного управления потоками различных сред, автоматического дозирования жидких сред и др. Некоторые из них (отсечные клапаны, системы автоматического дозирования, устройства счета количества готовой продукции) разработаны и выпускаются НПО "Пищепромавтоматика".

Системы локальной автоматике построены в основном на базе пневматических приборов, что связано с пожароопасностью помещений маргаринового производства. Все производственные участки, исключая участок подготовки молока, согласно классификации Правил устройств электроустановок (ПУЭ) относятся к помещениям с пожароопасными зонами П-1. Помещение участка подготовки молока с точки зрения пожароопасности является нормальным.

Питание пневматических приборов и средств автоматизации сжатым очищенным и осушенным воздухом осуществляется от автоматизированной воздушной компрессорной установки.

Клапаны отсечные с поршневым пневмоприводом КОПП 1, КОПП 2, КОПП 3 и КОПП 3-1 (табл. 3.1) составляют параметрический ряд и предназначены для автоматического и ручного управления потоками жидких сред маргаринового и масло-жирового производств.

На Ленинградском МЖК смонтировано свыше 300 клапанов типа КОПП, причем значительная часть их применяется в системах автоматического дозирования компонентов маргарина и жировых смесей. Они установлены на трубопроводах различных видов жиров и масел, сырого, пастеризованного и сквашенного молока, маргариновой эмульсии, сахарных и солевых растворов и воды.

В режиме мойки оборудования через клапаны может подаваться моющий щелочной раствор концентрацией 1–2% и температурой до 80 °С в течение не более 30 мин. Клапаны идентичны по устройству, принципу действия и отличаются способом присоединения, габаритными размерами и материалом основных деталей.

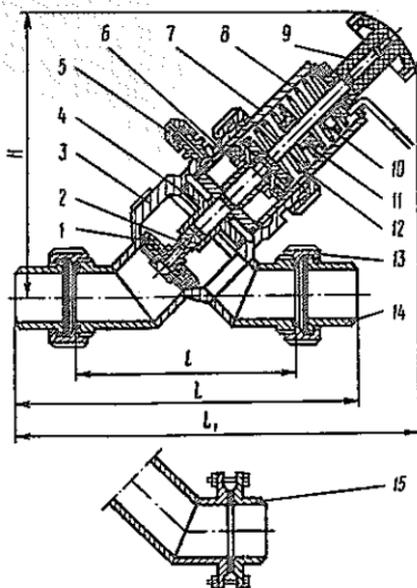
### 3.1. Технические характеристики клапанов

Характеристика	КОПП 1	КОПП 2	КОПП 3	КОПП 3-1
Условный проход, мм	32	50	80	80
Рабочее давление, МПа	0,4	0,4	0,4	0,4
Командное давление сжатого воздуха при подаче рабочей среды, МПа	0,4	0,5	0,4	0,4
Время закрывания, с	0,5	0,5	1	1
Диапазон температур рабочей среды, °С	10–50	10–50	10–50	10–50
Габаритные размеры согласно рис. 3.2, мм:				
<i>l</i>	175	197	310	310
<i>L</i>	260	300	395	395
<i>L<sub>1</sub></i>	286	—	—	—
<i>H</i>	240	250	310	310
Масса, кг	5,7	7	22	20

Клапан (рис. 3.1) состоит из корпуса 3, штока 2, поршня 6, уплотнительной шайбы 1, цилиндра 7, пружин 8 и 12, толкателя 11, конечного выключателя 10 и маховика 9.

Для монтажа клапанов КОПП и КОПП 2 на трубопроводе служат патрубки 14, установленные на корпусе с помощью гаек 13, а для клапанов КОПП 3 и КОПП 3-1 — фланцы 15.

Управление клапаном осуществляется путем подачи командного давления сжатого воздуха в полость под поршень через штуцер 5. Усилие, развиваемое поршнем, передается штоку, жестко соединенному с уплотнительной шайбой, в результате чего шток перемещается вверх в направляющих 4, открывая проходное сечение.



Подпружиненный толкатель, перемещаясь вместе со штоком, нажимает на выступ конечного выключателя, сигнализируя тем самым об открытом положении клапана.

При снятии командного давления под действием пружины 8, передающей свое усилие через поршень на шток, последний возвращается в исходное положение, пере-

Рис. 3.1. Конструкция клапана типа КОПП

крывая уплотнительной шайбой проходное сечение. При отсутствии командного давления сжатого воздуха клапаном можно управлять вручную с помощью маховика 9. Основные детали клапанов КОПП 1, КОПП 2, КОПП 3-1 выполнены из нержавеющей стали, клапана КОПП 3 изготавливается литьем, а остальных — сваркой. Клапаны могут монтировать на трубопроводе в любом положении.

Клапаны типа КОПП по сравнению с выпускающимися отсечными клапанами имеют ряд преимуществ: относительно малые габаритные размеры и массу, возможность монтажа на трубопроводе в любом положении, наличие сигнализации открытого положения, возможность установки в помещениях с пожароопасными зонами П-1 по ПУЭ.

### 3.2. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ДОЗИРОВАНИЯ ЖИДКИХ СРЕД (САДЖС)

Процесс производства маргарина на ряде участков требует дозирования компонентов — при поступлении жиров из масло-сливной станции в рафинационный цех, при приготовлении смесей жиров, при дозировании маргарина и пищевых жиров по определенным рецептурам. Каждый из этих технологических участков предъявляет свои специфические требования.

На Ленинградском МЖК для этих целей применяются системы автоматического дозирования жидких сред (САДЖС), которые изготавливают в различных исполнениях. Четыре основных исполнения САДЖС составляют параметрический ряд. Исполнения имеют 15 модификаций, отличающихся числом дозаторов (1 или 2) и дозируемых компонентов (1—19), производительностью (2,5—8 т/ч). Наибольший предел дозирования на одном дозаторе — 1 т. Допустимая погрешность единичного набора суммарной массы компонентов на каждом дозаторе составляет  $\pm 0,5\%$ .

Системы обеспечивают программное дозирование компонентов маргарина, различных жировых смесей, а также прием и передачу на производство определенного числа порций жира с управлением процессом непосредственно по месту установки дозаторов или дистанционно.

Системы изготовлены на базе передвижных рычажно-механических весов общего назначения типа РП и циферблатных квадратных указателей типа УЦК с задающим устройством, бесконтактными датчиками массы и встроенным сельсином — датчиком, вал которого соединен с осью стрелки.

В некоторых модификациях вместо сельсина — датчика встроен информационный узел кодового преобразования (аналогично головкам УВФ) для считывания массы жидкости на весах и передачи информации на управляющий вычислительный комплекс.

Конструктивное устройство наиболее сложной модификации сис-

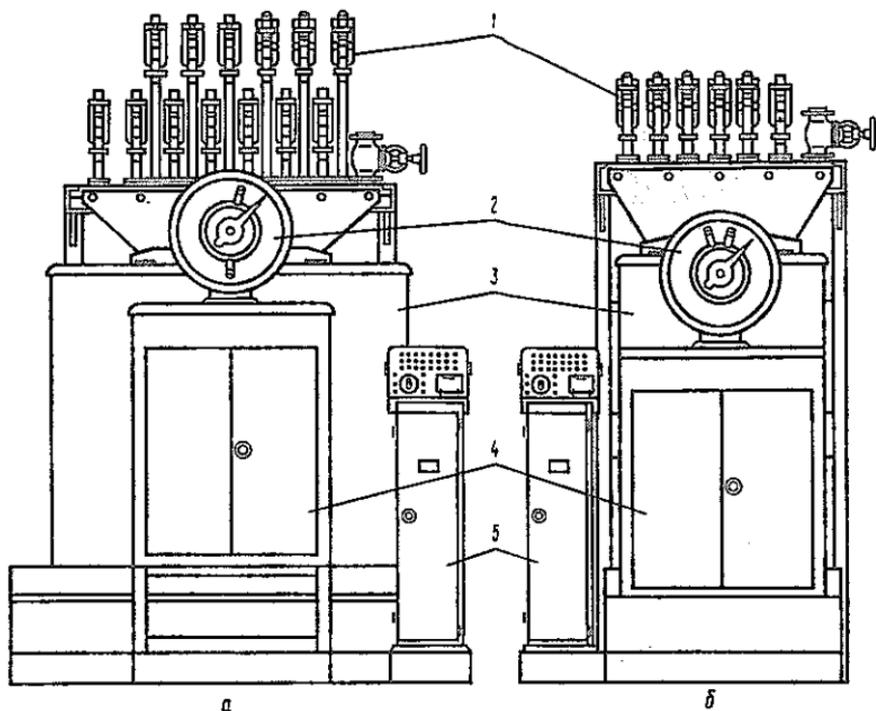


Рис. 3.2. Устройство системы дозирования компонентов маргарина:  
*а* – дозатор жировой фазы; *б* – дозатор водно-молочной фазы

темы, предназначенное для дозирования компонентов маргарина и смонтированное на Ленинградском МЖК, приведено на рис. 3.2.

Система включает 2 дозатора жировых и водно-молочных компонентов на базе весов РП-2Ц136 (см. рис. 3.2, *а*), РП-1Ц13 (см. рис. 3.2, *б*) и циферблатных указателей УЦК-400-3ВД6 (3) с бесконтактными датчиками массы и информационными узлами кодового преобразования.

Каждые из весов имеют два предела взвешивания 0–1 т (без накладной гири), 0–2 т (с накладной гирей) – для жировых компонентов и 0–0,5 т (без накладной гири), 0–1 т (с накладной гирей) – для водно-молочных компонентов.

Особенность работы с накладной гирей состоит в том, что движение стрелки указателя весов и, следовательно, передача необходимой информации начинаются только после того, как масса жидкости будет равна половине предела взвешивания, т. е. 1 т – для жировых компонентов и 0,5 т – для водно-молочных компонентов. Поэтому в системе используются весы без накладных гирь. В соответствии с этим выбрана шкала циферблатных указателей (0–1 т – для жировых компонентов и 0–0,5 т – для водно-молочных компонентов).

В каждый дозатор, кроме весов с указателем 2, входят бак из нержавеющей стали 3, исполнительные механизмы 1 для подсоединения труб

набора и слива компонентов, а также электропневматические вентили типа ВВ-32Ш, управляющие исполнительными механизмами и смонтированные в специальном шкафу 4. В качестве исполнительных механизмов использованы отсечные клапаны типа КОПП.

Схема управления смонтирована в двух специально разработанных для данной системы малогабаритных пультах 5, установленных на конструкции дозаторов.

Схема управления построена на современных полупроводниковых приборах — тиристорах, с помощью которых осуществляется управление электропневматическими вентилями ВВ-32Ш.

На фасаде пульта установлена коммутационная и сигнальная аппаратура, внутри — аппаратура управления.

Система используется для дозирования компонентов маргарина и пищевых жиров.

Как было отмечено в главе 1, рецептуры маргариновой продукции отличаются разнообразием состава компонентов. В одной рецептуре максимальное количество как жировых, так и водно-молочных компонентов не превышает 6.

Учитывая, что предприятия отрасли вырабатывают ряд марок маргариновой продукции (например, на Ленинградском МЖК более 20), для приготовления которых требуется до 10—12 различных жировых компонентов и 5—6 водно-молочных компонентов, система предусматривает 13 отсечных клапанов для набора жировых и 6 — для набора водно-молочных компонентов.

Блок-схема системы приведена на рис. 3.3. Система обеспечивает работу в двух режимах: локальном и непосредственном цифровом управлении.

Выбор режима осуществляется со щита НЦУ ЦДП.

В локальном режиме предусмотрено ручное и автоматическое управление. Ручное управление осуществляется переключателями с пультов управления. Масса компонентов определяется визуально по шкале циферблатного указателя.

Автоматическое управление осуществляется по команде от бесконтактных датчиков массы. Максимальное количество дозируемых компонентов на одном дозаторе определяется количеством бесконтактных датчиков, т. е. шестью.

Перед включением схемы по шкале циферблатного указателя датчики массы устанавливаются на заданные положения в соответствии с рецептурой выбранной марки маргарина.

Для работы системы на фасаде каждого пульта устанавливается специальная (для каждой марки маргариновой продукции) вставка, которая обеспечивает программу работы схемы, т. е. соединение каждого датчика массы с определенным отсечным клапаном набора компонентов в соответствии с рецептурой выбранной марки.

В режиме НЦУ бесконтактные датчики отключаются, а управление дозированием осуществляется автоматически по программе, заложенной в УВК, в который также поступают сигналы о величине массы в дво-

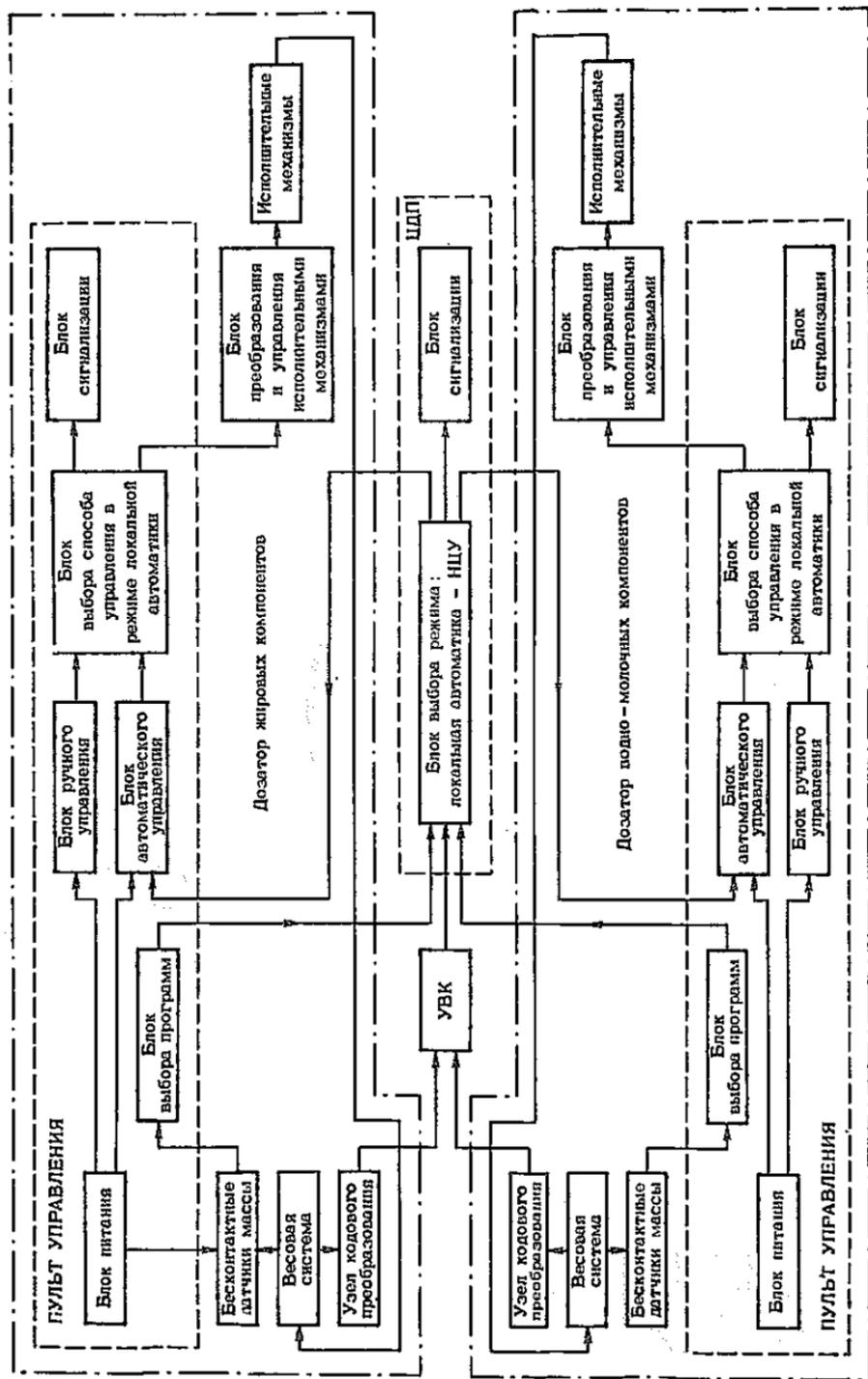


Рис. 3.3. Блок-схема системы дозирования компонентов маргарина

ичном коде Грея от узла кодового преобразования циферблатного указателя. Управляющий сигнал от УВК поступает через тиристоры пульта управления и электропневматические вентили ВВ-32Ш на соответствующие отсечные клапаны аналогично автоматическому управлению в локальном режиме.

Работа системы происходит циклично (набор компонентов — слив) до ее отключения оперативным персоналом.

Дозирование компонентов в каждом цикле осуществляется последовательно. Вначале один компонент поступает по одному из трубопроводов на весы. По достижении заданной массы подача его прекращается, открывается другой отсечной клапан, и так до требуемой загрузки бака на весах. Измерение массы компонентов в процессе одного набора на дозаторе производится нарастающим итогом. Системой предусмотрена световая сигнализация работы клапанов набора и слива компонентов, установки стрелки весов на "нуль" шкалы циферблатного указателя окончания набора компонентов.

Существует также аварийная световая и звуковая сигнализация перегрузки весов, которая фиксирует нарушения рецептуры из-за незакрытия клапана подачи компонентов, отсутствия подачи компонентов на весы, а также при сливе компонента после поступления команды.

Система позволяет с помощью переключателя провести проверку отдельных компонентов по циферблатному указателю, при этом после набора заданного компонента и закрытия отсечного клапана набор следующего компонента не производится. Продолжение цикла после проверки массы осуществляется возвратом переключателя в положение "Работа".

Предусмотрена остановка системы с доработкой всего цикла набора. В этом случае текущий цикл (набор — слив) будет завершен, а следующий цикл не состоится.

Наряду с этим схема обеспечивает возможность аварийного отключения. При этом разрываются цепи питания тиристоров управления, что приводит к мгновенному закрытию всех отсечных клапанов набора и слива.

Это осуществляется (при перегрузке весов) конечным выключателем, встроенным в циферблатный указатель, а при возникновении других аварийных ситуаций — специальным переключателем на пульте управления.

Внедрение САДЖС в производство позволяет повысить точность дозирования, стабилизировать процесс приготовления маргариновой эмульсии, обеспечить ритмичную работу линий по производству маргарина, облегчить труд обслуживающего персонала и повысить культуру производства.

### 3.3. УСТРОЙСТВО СЧЕТА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Важным элементом производства маргарина является контроль количества маргариновой продукции (короба и бочки), выработанного на отдельных технологических линиях, а также общего количества.

Для этих целей на Ленинградском МЖК применяется устройство типа УС1, осуществляющее автоматический счет готовой продукции, перемещаемой по транспортерам, с индикацией показаний по месту и дистанционной передачей информации на УВК-1.

Устройство представляет собой фотоэлектрический прибор (рис. 3.4), состоящий из фотоэлектрического датчика ДФ 2 и блока индикации показаний БИШ шкафного типа на шесть точек контроля 3 либо местного блока индикации показаний БИМ для одной точки контроля 1.

Датчик ДФ состоит из двух корпусов, соединенных двумя штангами, в каждом из которых размещены блок "осветитель - фотоприемник" и электронный блок.

В качестве осветителя используются светодиоды, в качестве фотоприемника - фотодиоды.

Действие датчика основано на принципе прерывания лучистой энергии объектом счета (коробом или бочкой) и преобразования с помощью электронного блока оптических сигналов в электрические, которые подаются в блок индикации и на внешние устройства счета (например, на УВК).

Блок индикации показаний БИМ состоит из электронного блока, блока питания и электромеханического счетчика. Корпус блока закрывается крышкой с помощью ключа. Работа блока заключается в приеме выходного сигнала датчика и согласовании его (с помощью электронного блока) с входом электромеханического счетчика.

Работа блока индикации показаний БИШ аналогична работе блока индикации показаний БИМ. Он состоит из корпуса, в котором установлены 6 электромеханических счетчиков, 6 электронных блоков и блок питания. Корпус закрывается крышкой с ключом. Блок работает одновременно с шестью датчиками.

Сброс показаний электромеханического счетчика в блоках индикации показаний БИМ (БИШ)

осуществляется при открытой крышке корпуса нажатием кнопки на счетчике. Датчики и блоки имеют исполнения, позволяющие устанавливать их в помещениях с пожароопасными зонами П-1 по ПУЭ.

Устройства выпускаются в десяти исполнениях в зависимости от количества составных частей и модификаций датчика ДФ, определяемых расстоянием между корпусами осветителя и фотоприемника.

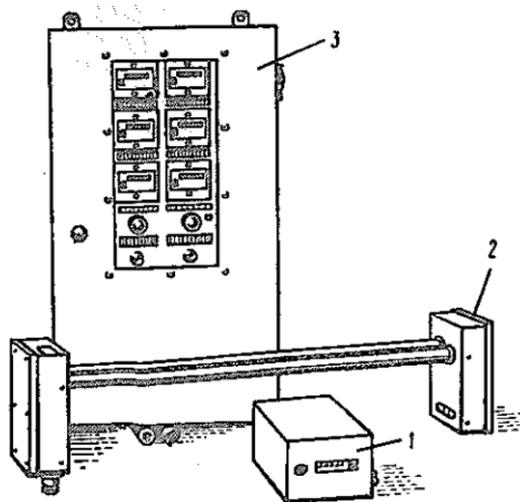


Рис. 3.4. Устройство счета типа УС1

Весьма существенным является монтаж датчиков. При выборе места установки необходимо учитывать состояние тары в местах контроля, не допуская самопроизвольного раскрытия короба и небрежного его оклеивания лентой, зазор между объектами счета должен быть не менее 20 мм. Для этой цели используются тормозные площадки, перегибы и повороты транспортеров, а также создаются искусственные перегибы плоскости ленты транспортера поднятием рольгангового ролика в месте установки датчика.

Устройства счета готовой продукции способствуют своевременному получению объективной информации о нарушениях ритмичности процессов производства маргариновой продукции и принятию обоснованных оперативных решений по сокращению и локализации простоев, что позволяет увеличить производительность.

#### 3.4. СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ МАСЛО-СЛИВНОЙ СТАНЦИИ

Основной задачей систем автоматизации масло-сливной станции (МСС) является управление перекачкой жиров и контроль температуры и уровня жиров в баках.

Системы обеспечивают: контроль и регулирование температуры жиров в баках, уровня жиров в баках и сигнализацию его предельных значений; дистанционное управление подачи жиров в баки; автоматическое управление подачи жиров из баков в рафинационный цех; передачу аналоговых сигналов температуры и уровня жиров в баках со щита МСС на приборную панель и мнемощит ЦДП.

Схема автоматизации МСС приведена на рис. 3.5 (для упрощения на схеме показано по одному баку для каждого вида жира).

Регулирование температуры жира в баках предусмотрено с помощью регуляторов прямого действия РТ-50 (1-5).

Контроль температуры жира в баках осуществляется с помощью двойных термопреобразователей сопротивления ТСП-0879 (1а-5а) и логометра Ш 69000 (1в) с переключателем выбора точек измерения ПТИ-М (1б).

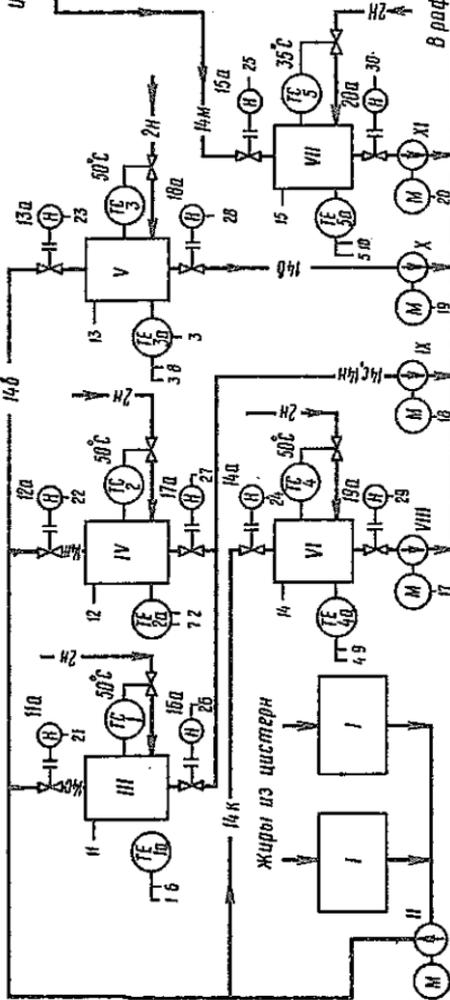
В качестве датчиков уровня жира в баках используются гидростатические уровнемеры с пневматическим выходом ПИГ-2 (6а-10а). Сигналы от уровнемеров поступают на вторичные показывающие приборы ПВ2.2 (6б-10б). Пневматические сигналы от ПВ2.2 передаются на пневмопреобразователи ППР.4 (6в-10в), (6г-10г). Последние служат для сигнализации предельных значений уровней заполняемого или опустошаемого бака.

Для передачи аналоговых сигналов температуры и уровня жира в баках со щита МСС на приборную панель и мнемощит ЦДП используются соответственно измерительные преобразователи (ПТ-ТС-68) (1г-5г) и пневмопреобразователи (ПЭ-55М) (6д-10д).

На линиях подачи и слива жиров из баков предусмотрены краны с обогревом и пневмоприводом КЦОП (11а-20а), управляемые дистанционно.

Из маслоэкстракционного завода

- 2Н — Пар насыщенный
- 14С — Соломас общего назначения
- 14Н — Соломас низкоплавкий
- 14Б — Соломас высокоплавкий
- 14А — Масло побелочное
- 14К — Масло коксовое



Температура	Оборудование	Спецификация	Детали
50°C	Продувка на ште	16	М
50°C	5	16	Т
35°C	9-9	12-42	Т
35°C	10	60-100	Т
11-15	10	60-100	Т
17-20	Уравнение	16	Н
17-20	Уравнение	17	Н
21-25	Выбор вала для	18	М
21-25	Уравнение	19	М
21-25	Выбор места у	20	М
25-30	Выбор вала для	21	М
25-30	Уравнение	22	М
25-30	Уравнение	23	М
25-30	Уравнение	24	М
25-30	Уравнение	25	М
25-30	Уравнение	26	М
25-30	Уравнение	27	М
25-30	Уравнение	28	М
25-30	Уравнение	29	М
25-30	Уравнение	30	М
25-30	Уравнение	31	М
25-30	Уравнение	32	М
25-30	Уравнение	33	М
25-30	Уравнение	34	М
25-30	Уравнение	35	М
25-30	Уравнение	36	М
25-30	Уравнение	37	М
25-30	Уравнение	38	М
25-30	Уравнение	39	М
25-30	Уравнение	40	М
25-30	Уравнение	41	М
25-30	Уравнение	42	М
25-30	Уравнение	43	М
25-30	Уравнение	44	М
25-30	Уравнение	45	М
25-30	Уравнение	46	М
25-30	Уравнение	47	М
25-30	Уравнение	48	М
25-30	Уравнение	49	М
25-30	Уравнение	50	М
25-30	Уравнение	51	М
25-30	Уравнение	52	М
25-30	Уравнение	53	М
25-30	Уравнение	54	М
25-30	Уравнение	55	М
25-30	Уравнение	56	М
25-30	Уравнение	57	М
25-30	Уравнение	58	М
25-30	Уравнение	59	М
25-30	Уравнение	60	М
25-30	Уравнение	61	М
25-30	Уравнение	62	М
25-30	Уравнение	63	М
25-30	Уравнение	64	М
25-30	Уравнение	65	М
25-30	Уравнение	66	М
25-30	Уравнение	67	М
25-30	Уравнение	68	М
25-30	Уравнение	69	М
25-30	Уравнение	70	М
25-30	Уравнение	71	М
25-30	Уравнение	72	М
25-30	Уравнение	73	М
25-30	Уравнение	74	М
25-30	Уравнение	75	М
25-30	Уравнение	76	М
25-30	Уравнение	77	М
25-30	Уравнение	78	М
25-30	Уравнение	79	М
25-30	Уравнение	80	М
25-30	Уравнение	81	М
25-30	Уравнение	82	М
25-30	Уравнение	83	М
25-30	Уравнение	84	М
25-30	Уравнение	85	М
25-30	Уравнение	86	М
25-30	Уравнение	87	М
25-30	Уравнение	88	М
25-30	Уравнение	89	М
25-30	Уравнение	90	М
25-30	Уравнение	91	М
25-30	Уравнение	92	М
25-30	Уравнение	93	М
25-30	Уравнение	94	М
25-30	Уравнение	95	М
25-30	Уравнение	96	М
25-30	Уравнение	97	М
25-30	Уравнение	98	М
25-30	Уравнение	99	М
25-30	Уравнение	100	М

К К пневматич ЦДП

В пневматич ЦДП

Преобразование управляющего электрического сигнала в пневматический осуществляется с помощью электропневматических вентилей ВВ-32Ш (11б-20б), (11в-20в).

Дистанционное управление кранами подачи жиров в баки осуществляется только со щита МСС, а кранами слива жиров из баков — с двух мест (со щита МСС или с пульта мнемощита ЦДП).

Выбор режима управления подачи жира в баки насосом (местный, дистанционно-сблокированный) и слива из баков насосами (местный, автоматический) осуществляется со щита МСС.

С помощью переключателей выбора заполняемого или сливаемого бака (1ПВБ, 2ПВБ), переключателей управления наполнением и сливом (11ПУН-15ПУН), (16ПУС-20ПУС), переключателя выбора режима управления насосом подачи жира в баки 1ПВР и насосами слива жира из баков (2ПВР-5ПВР), кнопок пуска и останова насосов (КПД и КСД) осуществляется управление перекачкой жира в баки и сливом из них.

Включение и отключение насосов слива жира из баков в автоматическом режиме происходит в зависимости от работы систем дозирования рафинационного цеха, с которыми они связаны.

Управление кранами слива жиров из баков предусматривается со щита МСС с установкой переключателя ПВУ в положение МОС или ЦДП. Контроль открытого положения кранов, работы насосов, предельных значений уровня в баках выполнен на щитах сигнальными лампами.

Схема автоматизации предусматривает следующие блокировки: защиту от одновременного открытия кранов заполнения баков жиром и слива его, а также отключение насоса подачи жира в баки при верхнем уровне в наполняемом баке.

Описанные системы позволяют оперативному персоналу МСС и ЦДП контролировать запасы жиров и режимы хранения.

### 3.5. СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ УЧАСТКА ПРИЕМА И ПЕРЕДАЧИ ЖИРОВ

Участок приема и передачи жиров осуществляет автоматизированный прием с заданной точностью жиров с масло-сливной станции на производство, управление процессом приготовления жировых смесей и движения жиров и их смесей по технологическим линиям.

Системы обеспечивают: автоматическое дозирование и приготовление универсальной жировой смеси и смеси жиров для перэтерификации; контроль уровня и температуры жировых смесей в смесителях, управление их перемещением; автоматическое дозирование отдельных

Рис. 3.5. Схема автоматизации масло-сливной станции:

*I* — приемная коробка; *II, VIII — XI* — насосы; *III — VII* — баки; 1ПВР-5ВР — переключатели выбора режима управления насосами; 1ПВБ, 2ПВБ — переключатели выбора заполняемого или сливаемого бака; 11ПУН-15ПУН, 16ПУС-20ПУС — переключатели управления наполнением и сливом; ПВУ — переключатель выбора места управления

видов жиров по заданной программе; управление передачей жиров и их смесей для рафинации и перезтерификации.

Автоматическое дозирование жиров и жировых компонентов при приготовлении смесей осуществляется с помощью различных модификаций системы автоматического дозирования жидких сред, описанной в разделе 3.2.

Для упрощения на рис. 3.6 приведена только схема автоматизации дозирования и приготовления универсальной смеси жиров. Схемы автоматизации дозирования и приготовления жировой смеси для перезтерификации и дозирования отдельных видов жиров по заданной программе выполнены аналогично.

Для дозирования компонентов универсальной смеси жиров применяется система, состоящая из двух дозаторов *I* и *II* на базе весов РП-2Ц136 и РП-1Ц13 и циферблатных указателей УЦК-400-3ВД6 с встроенными узлами кодового преобразования.

Эта модификация САДЖС специально разработана для приготовления различных смесей при приеме на производство, причем на дозаторе *I* может дозироваться до 5 компонентов (на схеме для упрощения показаны два используемых компонента).

Дозатор *II* служит только для дозирования одного компонента — подсолнечного масла.

По конструктивному оформлению, составу и выполняемым функциям эта система в основном не отличается от описанной в разделе 3.2, но имеет ряд особенностей:

схема обеспечивает ручное управление и автоматический режим работы как для процесса дозирования, так и для смешивания компонентов. Выбор режима дозирования и смешивания производится раздельно;

предусмотрен щит управления на всю систему в целом вместо пультов управления для каждого дозатора;

выбор рецептуры осуществляется с помощью переключателей, установленных на щите управления, вместо программных устройств на пультах управления.

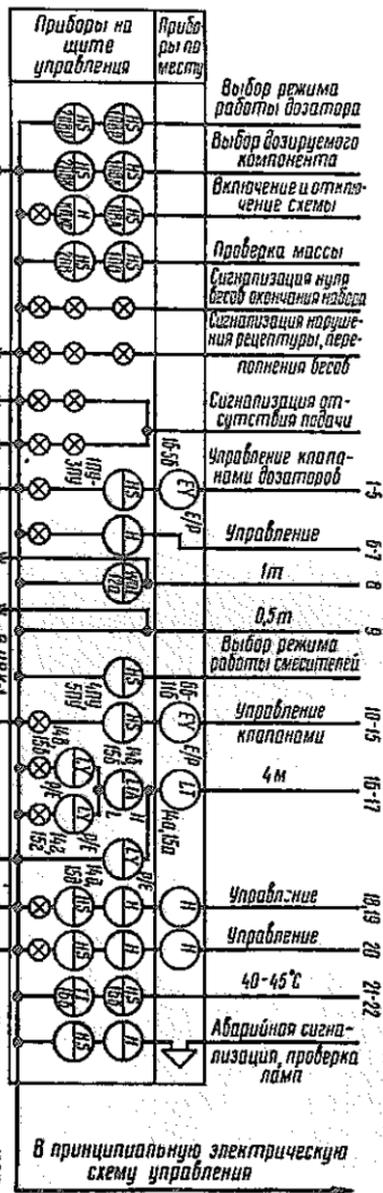
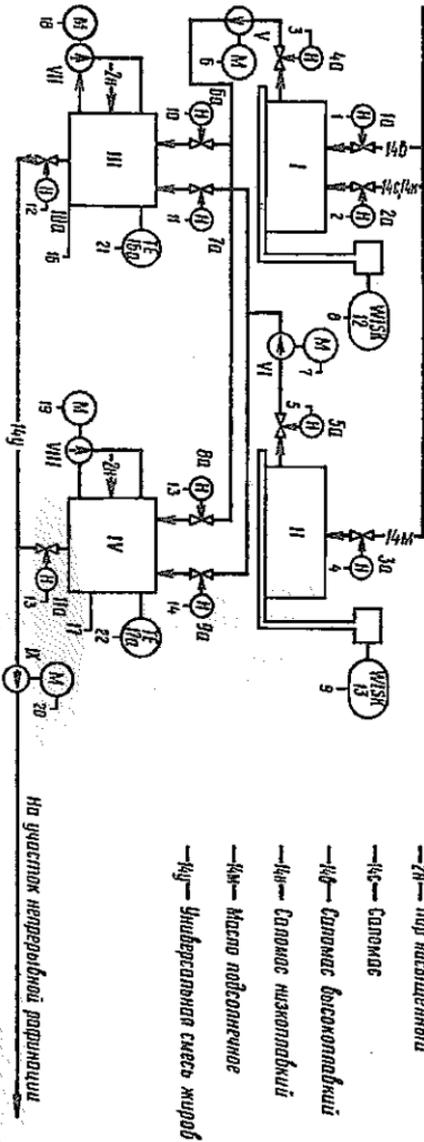
Вся аппаратура контроля и управления смонтирована на щите управления. На фасаде щита выполнена мнемосхема, установлены коммутационная и сигнальная аппаратура и приборы контроля уровня в смесителях внутри щита — аппаратура управления.

Схема предусматривает возможность как самостоятельной работы дозатора *I* (дозирование двух видов саломаса), так и вместе с дозатором *II* (дозирование подсолнечного масла).

Рис. 3.6. Схема автоматизации приготовления универсальной смеси жиров:

*I*, *II* — дозаторы; *III*, *IV* — смесители; *V* — *IX* — насосы; 1ПВР — 3ПВР — переключатели выбора режима дозирования и смешивания; 1ПВК, 2ПВК — переключатели выбора дозируемых компонентов; КП, КС — кнопки пуска и останова системы (с доработкой); ПВА — переключатель останова системы (аварийный); 1ПВ, 2ПВ — переключатели массы отдельных компонентов на весах дозаторов; 1ПУ — 5ПУ — переключатели управления отсечными клапанами подачи и слива

Из баков масло-судной станции



Перед включением в работу системы в любом режиме переключатели выбора режима управления насосами подачи жиров и масла на дозирование, расположенные на щите управления масло-сливной станции, устанавливаются в положение "Автоматический".

Перед пуском системы в автоматическом режиме оператор устанавливает переключатели выбора режима дозирования и смешивания (1ПВР—2ПВР) в положение "Автоматический"; переключателями 1ПВК и 2ПВК производит выбор дозируемых компонентов (низкоплавкого саломаса, высокоплавкого саломаса и подсолнечного масла); датчики массы циферблатных указателей устанавливает на заданные значения в соответствии с рецептурой смеси.

После пуска системы при помощи кнопки КП со щита управления осуществляется работа по заданной программе.

В бак дозатора *I* последовательно подаются в заданном соотношении низкоплавкий и высокоплавкий саломас, а в бак дозатора *II* — подсолнечное масло. После набора заданных порций закрываются клапаны подачи компонентов на весы дозаторов и начинается попеременное заполнение смесителей *III* и *IV*, причем слив с дозаторов *I* и *II* происходит одновременно.

Первоначально, когда оба смесителя пусты, преимущество на заполнение имеет смеситель *III*.

Как только компоненты жировой смеси поступают в смеситель, автоматически включается рециркуляционный насос *VII* или *VIII* для их перемешивания, который отключается при опорожнении смесителя.

При достижении верхнего уровня в смесителе *III* после окончания слива текущего отвеса с обоих весов набор в этот смеситель прекращается и начинается слив из него.

Одновременно при наличии нижнего уровня в смесителе *IV* начинается его заполнение, а затем слив, который выполняется точно так же, как и в смесителе *III*.

При наличии верхнего уровня в обоих смесителях прекращаются поступление компонентов на весы и слив их в смесители.

Ход процесса дозирования и смешивания непрерывно отображается на мнемосхеме щита управления. Сигнализация (технологическая и аварийная), защита весов от перегрузки, проверка массы отдельных компонентов на весах дозаторов с помощью переключателей 1ПВ, 2ПВ, останов системы (аварийный и с доработкой) переключателем ПВА и кнопкой КС и управление отсечными клапанами типа КОПП осуществляются по аналогии с системой, описанной в разделе 3.2.

Для работы систем в ручном режиме переключатели 1ПВР — 3ПВР переводят в положение "Ручной", а управление клапанами и насосами осуществляется с помощью переключателей и кнопок щита управления. Требуемая масса контролируется по шкале циферблатных указателей, а уровень в смесителях — по вторичным приборам на щите управления.

Учет количества отвесов при функционировании системы производится по электромеханическому счетчику СИ-206 12а, расположенному на фасаде щита управления.

Одновременно информация о массе компонентов, поступивших на весы, считывается с помощью узлов кодового преобразования, встроенных в циферблатные указатели, и передается в УВК-1.

Схема также предусматривает аварийный останов системы с пульта мнемощита ЦДП и передачу на мнемощит сигналов работы и аварии дозаторов, вида дозируемого компонента, открытия клапанов слива из смесителей.

Контроль температуры в смесителях III, IV осуществляется с помощью термопреобразователей сопротивления ТСП 0879 16а, 17а и логометра Ш 69000 16в с переключателем ПТИ-М 16б.

Уровень в смесителях контролируется уровнемерами ПИГ-2 (14а, 15а), вторичными приборами ПВ2.2 14б, 15б и пневмопреобразователями ППР.4 14в, 15в, 14г, 15г для сигнализации предельных уровней, как описано в разделе 3.4.

Для передачи на мнемощит ЦДП аналоговых сигналов уровня в смесителях используются пневмопреобразователи ПЭ-55М 14д, 15д.

Система приготовления смеси жиров для перестерификации аналогична системе, описанной выше, но состоит только из одного дозатора жировых компонентов (дозирование двух видов саломаса, подсолнечного масла, животного жира) на базе весов РП-2Ц/3б и циферблатного указателя УЦК-400-3ВДб с встроенным узлом кодового преобразования для передачи информации о взвешенной массе в УВК-1. Порядок работы системы ничем не отличается от системы дозирования и приготовления универсальной смеси жиров.

Управление насосами перекачки смеси на линиях рафинации и перестерификации осуществляется со щита управления и по месту.

Работа насосов фиксируется на щите управления и на мнемощите ЦДП.

Для приема отдельных видов жиров (кокосовое масло, саломас, подсолнечное масло), поступающих с масло-сливной станции в нейтрализаторы для рафинации периодическим способом, выбрана модификация САДЖС, разработанная специально для автоматического дозирования одного компонента. Она состоит из дозатора на базе весов РП-2Ц/3б и циферблатного указателя УЦК-400-3ВДб с встроенным узлом кодового преобразования для передачи информации о взвешенной массе в УВК-1. Управление осуществляется с малогабаритного пульта. Работа системы аналогична описанной выше для дозирования смесей и предусматривает осуществление основных функций управления, сигнализации, учета, контроля уровня и температуры.

Основное отличие данной системы состоит в том, что работа в автоматическом режиме осуществляется по программе — последовательное дозирование заданного числа отвесов с помощью специального реле счета импульсов РСИ, которое отключает схему управления после выполнения задания.

Сигналы работы и аварии дозаторов, а также выполнение заданной программы передаются на мнемощит ЦДП.

Создание автоматизированного участка приема и передачи жиров обеспечивает необходимую точность дозирования в соответствии с технологическими требованиями, ритмичную работу технологических установок для рафинации и перэтерификации жиров и значительно облегчает труд обслуживающего персонала.

### 3.6. СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ЛИНИЙ НЕПРЕРЫВНОЙ РАФИНАЦИИ

Системы автоматике линий непрерывной рафинации осуществляют оперативный контроль и управление технологическими процессами рафинации в соответствии с технологическим регламентом с целью снижения потерь, а также передачу на УВК аналоговых и дискретных сигналов важнейших параметров технологического процесса и состояния технологического оборудования.

На рис. 3.7 приведена схема автоматизации одной из линий непрерывной рафинации с использованием саморазгружающегося сепаратора. Сырой жир (саломас или универсальная смесь жиров) с участка приема и передачи жиров подается на теплообменник *I*.

Подогретый до 90–95 °С жир насосом *II* подается в дисковый смеситель *III*, куда с участка автоматического приготовления щелочи поступает раствор щелочи заданной концентрации. В смесителе *III* происходит смешивание жира со щелочью, вследствие чего жирные кислоты, входящие в состав жира, нейтрализуются. В дальнейшем в саморазгружающемся сепараторе *IV* происходит разделение фаз "жир – соалсток". Нейтрализованный жир после сепаратора *IV* делится на два равных параллельных потока и подается соответственно насосами *VI* и *X*, через теплообменники *V* и *IX* на ножевые смесители *VII* и *XI*, куда одновременно подается горячая вода для промывки в количестве 10–15 % объема жира. Смесь жира и воды поступает в герметичные сепараторы *VIII* и *XII*, где происходит отделение промывной воды, и далее в вакуум-сушильный аппарат *XIV* (ВСА) для сушки при остаточном давлении 3000–5000 Па и температуре 85–90 °С. Высушенный жир перекачивается насосом *XVI* или *XVII* на участок непрерывной дезодорации.

В соответствии с поставленной задачей системы автоматике линии обеспечивают: контроль и регулирование температуры жира на выходе из теплообменников; регулирование уровня жира в ВСА и сигнализацию его предельных значений; автоматическое соотношение расходов жира и раствора щелочи, поступающих на линию; контроль температуры

Рис. 3.7. Схема автоматизации линий непрерывной рафинации:

*I, V, IX* – теплообменники; *II, VI, X, XVI, XVII* – насосы; *III, XIII* – дисковые смесители; *IV* – саморазгружающийся сепаратор; *IVa* – насос подачи смазки в подшипники сепаратора; *VII, XI* – ножевые смесители; *VIII, XII* – сепараторы; *XIV* – вакуум-сушильный аппарат; *XV* – парожекторный блок



жира до и после сепараторов, в ВСА, на входе линии, щелочи на входе линии и охлаждающей воды на выходе конденсаторов парозжекторного блока (ПЭБ); контроль расхода воды для разбавления соапстока, поступающей в первый сепаратор, во второй и третий смесители, жира во второй и третий сепараторы и на выходе линии; контроль давления жира до и после сепараторов, после теплообменников, жира и щелочи на входе линии; контроль остаточного давления в ВСА и сигнализация его повышения; управление электроприводами технологического оборудования линии и сигнализация его работы; автоматическую разгрузку саморазгружающегося сепаратора; передачу в УВК-1 аналоговых сигналов основных технологических параметров и дискретных сигналов о работе основного технологического оборудования.

Температура жира после теплообменников *I, V, IX* контролируется и регулируется системами, каждая из которых (например, для теплообменника *I*) состоит из: термометра с пневматическим выходным сигналом 13ТД73 (*1а*), вторичного самопишущего прибора со станцией управления ПВ10.1Э (*1б*), пропорционально-интегрального регулятора ПР3.3 (*1в*) и регулирующего клапана 25ч38нж (*1г*), установленного на трубопроводе подачи пара к теплообменнику.

Пневматический сигнал, пропорциональный температуре жира и формируемый термометром, поступает на вход вторичного прибора и регулятора, в котором сравнивается с давлением воздуха, поступающего от датчика, встроенного во вторичный прибор. При равенстве этих давлений система находится в равновесии.

При изменении температуры или задания изменяется выходное давление регулятора, поступающего на регулирующий клапан, что изменяет подачу пара в теплообменники.

Работа системы контроля и регулирования уровня в ВСА аналогична описанной выше, но в качестве датчика используется уровнемер буйкового типа УБ-ПА (*39а*).

Кроме того, для сигнализации предельных значений уровня применяется манометр с сигнальным устройством ЭКМ-IV (*39б*).

Щелочь поступает на линию в определенном соотношении с расходом жира. Для измерения расхода щелочи используется ротаметр РП-2, 5ЖУЗ (*7а*), сигнал от которого поступает на вторичный показывающий прибор со станцией управления ПВ3.2 (*7б*) и пропорционально-интегральный регулятор соотношения ПР3.33 (*7в*). На этот же регулятор поступает сигнал, пропорциональный расходу жира, от ротаметра РП-16 ЖУЗ (*18а*); расход последнего измеряется вторичным показывающим прибором ПВ2.2 (*8б*).

При изменении расхода жира регулятор соотношения изменяет давление воздуха на выходе, поступающее на регулирующий клапан 25ч38нж (*7г*), который установлен на трубопроводе подачи щелочи на линию. Расход щелочи изменяется до тех пор, пока не установится и не будет поддерживаться заданное соотношение расходов.

Температура щелочи, поступающей на линию, жира до и после сепараторов контролируется и регулируется системами, каждая из которых (например, для теплообменника *I*) состоит из: термометра с пневматическим выходным сигналом 13ТД73 (*1а*), вторичного самопишущего прибора со станцией управления ПВ10.1Э (*1б*), пропорционально-интегрального регулятора ПР3.3 (*1в*) и регулирующего клапана 25ч38нж (*1г*), установленного на трубопроводе подачи пара к теплообменнику.

раторов, воды на выходе конденсаторов ПЭБ контролируется манометрическими термометрами ТГП-160 (9а, 15а-20а, 41а-43а).

Контроль температуры жира в ВСА и на выходе линии осуществляется термопреобразователями сопротивления ТСП-0879 (35а, 36а) и логометрами Ш69000 (35б, 36б).

Расход воды в сепараторе IV для разбавления соапстока контролируется по показаниям ротаметра РМФ-0,4 ЖУЗ (30а).

Расход жира на выходе линии и на подаче в сепараторы VIII и XII контролируется соответственно ротаметрами РП-16 ЖУЗ (40а) и РП-10 ЖУЗ (31а, 32а). Такие же ротаметры (33а, 34а), но с верхним пределом измерений  $1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$  применяются на линии подачи горячей воды в смесители VII и XI.

Контроль давления подачи смазки в сепаратор IV после насоса IVа осуществляется сигнализирующим манометром МПЧ-IV (28а); при давлении выше заданного срабатывает звуковая и световая сигнализация.

Давление жира после сепараторов контролируется манометрами с пневматическим выходом МПЧ-V (24б-26б) с разделителями РМ (24а-26а) и мембранным.

Местный контроль давления жира (до сепараторов, после теплообменников, перед смесителем III) и щелочи на входе линии осуществляется манометрами типа МТИ (10б-14б, 21б-23б) с разделителями РМ.

Остаточное давление в ВСА контролируется системой, включающей преобразователь абсолютного давления с пневматическим выходом 13ДА10 (38а), вторичный прибор ПВ2.2 (38б), пневмопреобразователь ППР.4 (38в) для сигнализации превышения остаточного давления и мановакуумметр МТИ (37б) для местного контроля.

Предусмотрены дистанционное управление электроприводами линии и сигнализация их работы, а для сепараторов — также контроль нагрузки с помощью амперметров, установленных на щите контроля и управления.

Управление электроприводом саморазгружающегося сепаратора осуществляется в дистанционно-сблокированном режиме и предусматривает следующее:

пуск и останов сепаратора кнопками, установленными на щите контроля и управления, причем пуск возможен после включения насоса IVа подачи смазки в подшипники сепаратора и установления нормального давления смазки, контролируемого сигнализирующим манометром МПЧ-IV (28а);

защиту от перегрузки с помощью реле максимального тока, последовательно включенного с амперметром контроля нагрузки, которую схема на период пуска автоматически отключает во избежание срабатывания пускового тока;

отключение сепаратора, если при работе насоса IVа давление смазки упадет ниже нормы;

сигнализацию работы сепаратора, перегрузки электродвигателя, разгона электропривода до полных оборотов, отклонения давления смазки от нормы.

Важным фактором, определяющим работу основного агрегата линии — саморазгружающегося сепаратора, является сброс осадка из барабана сепаратора с помощью узла автоматической программной разгрузки.

В зависимости от заданной программы осуществляется автоматическое управление электромагнитными вентилями типа 15кч888рСВМ (29а, 29б) гидравлической системы разгрузки сепаратора.

При открывании вентиля 29а холодная вода подается в нижнюю часть барабана и осуществляет сброс скопившегося в шламовом пространстве осадка.

С помощью вентиля 29б в период разгрузки подается холодная вода через отверстия в крышке барабана для смыва твердых частиц. Удаление осадка происходит на рабочем ходу сепаратора.

Схемой предусмотрено установление продолжительности сепарирования между разгрузками и длительности самих разгрузок в различных пределах, определяемых на практике.

С помощью преобразователей ПЭ-55М (1б-6б, 35в-36в), ПТ-ТС-68 (7д, 8д, 24в-25в, 31б-34б, 38г, 40б) в УВК-1 передаются аналоговые сигналы следующих технологических параметров: температуры жира после теплообменников, на выходе линии и в ВСА; расхода жира на линии, отдельно на сепараторы VIII и XII, на выходе линии; расхода щелочи на линии; расхода горячей воды на входе в смесители VII и XI; давления после сепараторов; остаточного давления в ВСА.

Кроме того, на УВК-1 передаются дискретные сигналы от блок-контактов магнитных пускателей электроприводов линии о состоянии работы технологического оборудования.

После обработки информация поступает на мнемощит ЦДП.

Системы автоматики позволяют повысить оперативность управления линией и контроль за выработкой рафинированных жиров, улучшить качество рафинированных продуктов, сократить расход щелочи, пара и воды, а также значительно облегчить работу обслуживающего персонала.

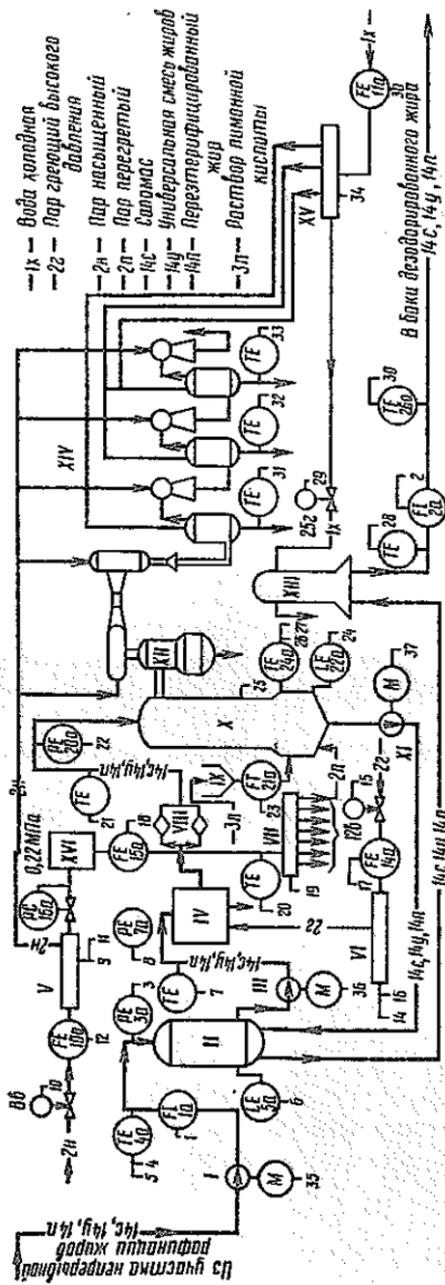
### 3.7. СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ЛИНИЙ НЕПРЕРЫВНОЙ ДЕЗОДОРАЦИИ

Процесс дезодорации жиров, результатом которого может явиться полное удаление носителей вкуса и запаха, является последней стадией переработки жиров перед подачей в маргариновый цех.

Задачей систем автоматики линий непрерывной дезодорации является обеспечение устойчивой работы технологического оборудования

Рис. 3.8. Схема автоматизации линии непрерывной дезодорации:

*I, III, XI* — насосы; *II* — деазратор-теплообменник; *IV* — подогреватель; *V, VI, VII* — коллекторы пара; *VIII* — фильтры; *IX* — бачок для 20%-ной лимонной кислоты; *X* — дезодоратор; *XII* — сепаратор-кашлесборник; *XIII* — холодильник; *XIV* — парожекторный блок; *XV* — коллектор воды; *XVI* — электропароперегреватель



Шт. автоматизации  
 линии

Прибор  
 на  
 местн

№	Температура	Давление	Тип прибора	Место
1	330 кг/ч	0.3 МПа	PI 36	10, 20
2	60-80°C	0.3 МПа	PI 36	10, 20
3	60-80°C	0.3 МПа	PI 36	10, 20
4	60-80°C	0.3 МПа	PI 36	10, 20
5	60-80°C	0.3 МПа	PI 36	10, 20
6	140-180°C	0.5 МПа	PI 60	10, 20
7	1 МПа	0.5 МПа	PI 60	10, 20
8	1 МПа	0.5 МПа	PI 60	10, 20
9	1 МПа	0.5 МПа	PI 60	10, 20
10	1 МПа	0.5 МПа	PI 60	10, 20
11	1250 кг/ч	1 МПа	PI 60	10, 20
12	125 м³/ч	1 МПа	PI 60	10, 20
13	4 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
14	4 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
15	4 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
16	400 кг/ч	4 МПа	PI 60	10, 20
17	100-150 кг/ч	4 МПа	PI 60	10, 20
18	0.2-0.25 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
19	230-280°C	4 МПа	PI 60	10, 20
20	220-230°C	4 МПа	PI 60	10, 20
21	0.15-0.2 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
22	2-4 л/ч	4 МПа	PI 60	10, 20
23	0.4 м	4 МПа	PI 60	10, 20
24	1-3 м в.ст.	4 МПа	PI 60	10, 20
25	(остаточное)	4 МПа	PI 60	10, 20
26	220-230°C	4 МПа	PI 60	10, 20
27	220-230°C	4 МПа	PI 60	10, 20
28	40-50°C	4 МПа	PI 60	10, 20
29	40-50°C	4 МПа	PI 60	10, 20
30	25-40°C	4 МПа	PI 60	10, 20
31	0.2-0.3 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
32	4 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
33	4 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
34	4 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20
35	4 МПа	4 МПа	PI 60	10, 20

В пунктах указаны автоматизация местн

в соответствии с требованиями технологического регламента, экономия энергоресурсов и передача на УВК информации о важнейших параметрах процесса и состоянии технологического оборудования.

На рис. 3.8 приведена схема автоматизации одной из линий непрерывной дезодорации жиров. Как видно из схемы, процесс дезодорации состоит из нескольких основных операций: деаэрации жира, окончательного нагрева до температуры дезодорации, собственно дезодорации и охлаждения.

Основное оборудование линии — дезодоратор и деаэратор-теплообменник работают под разрежением  $200 \div 270$  Па, которое создается пятиступенчатым парозжекторным блоком.

Жир (саломас или смесь жиров) в количестве 3300 кг/ч температурой  $60-80^\circ\text{C}$  после рафинации насосом *I* подается в деаэратор-теплообменник *II*, где он нагревается дезодорированным жиром до температуры  $140-180^\circ\text{C}$  с удалением из него воздуха.

После деаэрации жир насосом *III* перекачивается в подогреватель *IV*, где нагревается до температуры  $220-230^\circ\text{C}$ .

Давление пара, поступающего в межтрубное пространство подогревателя, составляет  $3,5-4$  МПа.

Пройдя фильтры тонкой очистки *VII*, жир поступает в дезодоратор *X*, распыляется и тонкой пленкой стекает по пластинам в нижнюю часть аппарата, куда непрерывно из бачка *IX* подается 20 % раствор лимонной кислоты в количестве  $2-4$  л/ч и перегретый пар давлением  $0,2-0,25$  МПа в количестве  $100-150$  кг/ч для барботажа жира.

Отдезодорированный жир насосом *XI* через змеевики деаэратаора поступает в холодильник *XIII*, где охлаждается до температуры  $40-50^\circ\text{C}$ .

Для эффективного ведения процесса и получения дезодорированного жира высокого качества важное значение имеют контроль глубины разрежения в системе, температурных режимов, а также стабилизация давления пара и оперативный контроль расхода жира и воды. Исходя из этого, системы автоматизации линии предусматривают:

контроль и регулирование температуры жира на выходе из линии; система включает термометр с пневматическим выходом 13ТД73 (25а), вторичный прибор ПВ10.1Э (25б), пропорционально-интегральный регулятор ПР3.31 (25в) и регулирующий клапан 25ч38нж (25г), установленный на трубопроводе подачи воды в холодильник *XIII*. Работа аналогичной системы описана в разделе 3.6;

стабилизацию давления насыщенного и греющего пара с помощью самопишущего манометра с пневматическим регулирующим устройством МТ-712Р (8а, 12а) путем воздействия на регулирующие клапаны 25ч38нж (8в) и 25ч50нж (12в).

В системе предусмотрено:

дистанционное управление исполнительными механизмами с помощью байпасной панели ПП12.2 (8б, 12б);

стабилизация давления пара, поступающего в дезодоратор для барботажа, осуществляемого регулятором прямого действия РД-32 (16а);

контроль температуры жира на входе и в дезодораторе обеспечивается термопреобразователями сопротивления ТСП-0879 (4а, 24а) и логотрами Ш69000 (4б, 24б), установленными на щите автоматизации линии;

местный контроль температуры жира после деаэрата-теплообменника перед дезодоратором и температуры воды на выходе из конденсаторов ПЭБ с использованием манометрических термометров ТГП-160 (6а, 19а, 27а-29а), температуры пара после электропароперегревателя с помощью сигнализирующего манометрического термометра ТПП-4-IV (18а), сигнал от которого о падении температуры передается на щит автоматизации;

контроль расхода жира на входе и выходе линии с помощью ротаметров РП-6,3 ЖУЗ (1а, 2а), расхода раствора лимонной кислоты в дезодораторе стеклянным ротаметром с местным показанием РМ-А-0,0063 ЖУЗ (21а);

контроль расхода пара и воды, поступающих в коллекторы V, VI, VII и XV, осуществляемый камерными диафрагмами ДК (10а, 11а, 14а, 15а) в комплекте с пневматическими преобразователями разности давления 13ДД11 (10б, 11б, 14б, 15б) и вторичными регистрирующими приборами РПВ4,3Э (10в, 14в);

контроль давления на трубопроводах жира, на коллекторах пара и воды, обеспечиваемый манометрами типа МТП (3б, 7б, 9а, 13а, 17а, 20б, 30а) с мембранными разделителями РМ (3а, 7а, 20а) — только для жира;

контроль остаточного давления в дезодораторе X аналогично тому, как это описано для вакуум-сушильного аппарата в разделе 3.6;

сигнализацию предельных (верхних) значений уровня в деаэрате-теплообменнике и дезодораторе с помощью сигнализатора СУС-16, состоящего из первичного преобразователя ПП-05 (5а, 22а) и вторичного преобразователя ВПР-1 (5б, 22б);

дистанционное управление электроприводами насосов линии и сигнализацию их работы;

передачу в УВК-1 с промежуточным преобразованием посредством преобразователей ПТ-ТС-68 (4в, 24б, 26б) и ПЭ-55М (1б, 2б, 10г, 11г, 14г, 15г, 23г) аналоговых сигналов температуры жира на входе и выходе и в дезодораторе, расхода жира на входе и выходе линии, пара и воды, поступающих на коллекторы, и остаточного давления в дезодораторе;

передачу в УВК-1 дискретных сигналов о работе электроприводов насосов.

Описанные системы автоматизации позволяют повысить технико-экономические показатели работы оборудования линии, улучшить качество выпускаемого продукта и облегчить условия обслуживания.

### 3.8. СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ УЧАСТКА ПРИЕМА И ПОДГОТОВКИ КОМПОНЕНТОВ МАРГАРИНА

Задачей систем автоматизации этого участка является обеспечение своевременного приема и подготовки компонентов маргарина: жиров, воды, солевого раствора, сливочного топленого масла, эмульгатора,

красителя и др., а также автоматический контроль при хранении и управлении подачей их на участок дозирования.

Системы автоматизации этого участка обеспечивают: регулирование температуры животных жиров, топленого масла, воды и эмульгатора; контроль температуры всех видов жиров, воды, эмульгатора и красителя; контроль уровня в баках с сигнализацией предельных значений и защитой от переливов; передачу аналоговых сигналов температуры и уровня в баках со щита управления участка на приборную панель и мнемощит ЦДП, управление процессом приема и приготовления компонентов маргарина и передачей их на участок дозирования.

Схема автоматизации участка приема и подготовки компонентов маргарина приведена на рис. 3.9 (для упрощения на рисунке показано только по одному баку каждого компонента маргарина и одному рабочему насосу подачи компонентов на дозирование).

Для регулирования температуры в баках животных жиров, топленого масла, воды и эмульгатора используются регуляторы прямого действия РТ-40 (1-4).

Для универсальной смеси жиров, перезтерифицированного жира и подсолнечного масла, которые являются основными компонентами маргариновой продукции, не требуется установки регуляторов, так как они находятся в баках, размещенных в специальном помещении (термокамере), где поддерживается необходимая постоянная температура.

Контроль температуры в баках осуществляется с помощью термопреобразователей сопротивления ТСП-0879 (1а-20а) и многоточечного моста КСМ2 (1б), установленного на приборной панели ЦДП.

Контроль и сигнализация уровня в баках осуществляются с помощью гидростатических уровнемеров ПИГ-2 (12а-22а), вторичных приборов ПВ2.2 (12г-22г), пневмопреобразователей П1ПР.4 (12д-22д, 12е-22е) для сигнализации предельных уровней и пневмопреобразователей ПЭ-55М (12б-22б), которые пневматический сигнал от ПИГ-2 преобразовывают в электрический (0-5 мА), поступающий на показывающие миллиамперметры М4274 (12е-22е).

Последние устанавливаются на мнемощите ЦДП.

На трубопроводах установлены отсечные клапаны КОПП (23а-47а), управление которыми с помощью электропневматических вентилей ВВ-32Ш (23б-47б) осуществляется в основном с пульта мнемощита ЦДП. Кроме того, с этого пульта осуществляется управление насосами для перемешивания смесей в баках II и III.

Исключение составляет управление перекачкой топленого масла из автоцистерны в бак VI, подачей подсолнечного масла в бак VII и сливом для приготовления красителя и эмульгатора в баки VIII и IX, а так-

Рис. 3.9. Схема автоматизации участка приема и подготовки компонентов маргарина:

I-XI - баки; XII - накопительная емкость; XIII - бункер для сливочного масла; XIV - маслорезательный станок; XV-XVII - емкости; XVIII-XXVIII - насосы



же перемещение последних, которое осуществляется со щита автоматизации участка.

Схемой автоматизации предусмотрена защита от переливов, а именно: при достижении максимального уровня в баке отключается насос подачи либо закрывается клапан подачи компонентов в бак.

Управление насосами подачи компонентов на дозирование осуществляется в ручном и автоматическом режимах.

При автоматическом режиме включение и отключение насосов осуществляются в зависимости от работы систем автоматического дозирования компонентов маргарина.

Контроль открытого положения клапанов, работы насосов и мешалок производится на щитах посредством сигнальных ламп, а предельных уровней — звуковой и световой сигнализацией.

Системы автоматики позволяют обеспечить оперативный контроль за подготовкой основного количества компонентов маргарина перед подачей их на участок дозирования.

### 3.9. СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ УЧАСТКА ПОДГОТОВКИ МОЛОКА

Молоко вводят в маргарин в натуральном и сквашенном виде. Оно является одним из основных компонентов рецептурного состава маргарина.

Поэтому подготовка его считается важным этапом в технологии производства маргарина.

Обязательным условием при подготовке молока является его тепловая обработка — высокотемпературная пастеризация (до 120 °С), а также охлаждение и сквашивание.

Как было указано в разделе 1.1, на Ленинградском МЖК применяется схема для непрерывного сквашивания молока.

На рис. 3.10 приведена схема автоматизации участка подготовки молока, которая охватывает также процессы приготовления сахарного сиропа. Молоко температурой около 10 °С из автоцистерны насосом *XII* перекачивается в приемный танк для сырого молока *I*.

Из танка *I* молоко насосом *XIII* подается в уравнительный бачок *V* автоматизированной пастеризационной установки ПТУ-15 (*VI*). В пастеризационной секции молоко нагревается паром до температуры 120 °С.

Если молоко выходит температурой ниже 120 °С, то оно возвращается в уравнительный бачок для повторения пастеризации. Молоко температурой 120 °С в дальнейшем охлаждается в пастеризационной установке до необходимой температуры (6, 30, 90 °С) в зависимости от назначения (хранение, расходование на производство, сквашивание) и направляется в танки для пастеризованного и сквашенного молока *II* и *III*. Из танков молоко насосами *XVII* и *XIX* поступает на участок дозирования.

Сахар, предварительно просеянный и взвешенный, подается в танк *X*, где с помощью горячей воды готовится сахарный сироп. Затем сахарный сироп пастеризуется в установке ОПУ-80УН (*VII*) аналогично

тому, как это описано для молока. Для упрощения на схеме показано только по одному танку сырого молока и сахарного сиропа, а также молочных компонентов (пастеризованного и сквашенного молока, пастеризованного сахарного сиропа), которые поступают на участок дозирования компонентов маргарина.

Системы автоматики предусматривают: контроль температуры сырого, пастеризованного, сквашенного молока и сахарного сиропа; регулирование температуры пастеризованного и сквашенного молока, сахарного сиропа; регулирование давления пара, поступающего на пастеризацию; контроль уровня в танках и уравнильных бачках с сигнализацией предельных значений и защитой от переливов; контроль кислотности сквашенного молока; программное управление процессом непрерывного сквашивания; передачу аналоговых сигналов температуры и уровня в танках, температуры процесса пастеризации и дискретных сигналов о режимах пастеризации и готовности сквашенного молока для подачи на мнемощит и приборную панель ЦДП и УВК-1; управление процессом приема молока и сахарного сиропа, подготовки молочных компонентов и передачей их на участок дозирования.

Аппаратура контроля и управления сосредоточена на щите автоматизации участка и мнемощите ЦДП.

Контроль температуры сырого, пастеризованного, сквашенного молока и сахарного сиропа осуществляется с помощью термопреобразователей сопротивления ТСН-087 (1а-9а) и многоточечных мостов типа КСМ2 (1б, 7б), установленных соответственно на щите автоматизации участка и приборной панели ЦДП. Система регулирования температуры пастеризации молока предусматривает возврат молока на повторную пастеризацию при температуре молока ниже 120 °С, регистрацию работы клапана возврата, прерывание подачи пара на установку и состоит из термопреобразователя сопротивления ТСН-0879 (32а), специального моста типа КСМ3-П (32б) с изодромным ПИ-регулятором и сигнальным устройством в комплекте с приставкой перепускного клапана типа ППК-1 и байпасной панелью ПП12.2 (32е), регулирующего клапана 25ч38нж (32г), пневматического клапана возврата (32е), электропневматического вентиля ВВ-32Ш (32д) и электромагнитного клапана с защелкой 15кч892н3 СВВ (32ж). Сигнальное устройство моста через электропневматический вентиль ВВ-32Ш управляет клапаном возврата недопастеризованного молока.

Конечный выключатель клапана возврата и приставка перепускного клапана ППК регистрируют на диаграмме моста моменты переключения клапана возврата. Кроме того, на щите автоматизации участка и мнемощите ЦДП предусмотрена сигнализация возврата молока на повторную пастеризацию.

Пневматический регулятор, встроенный в мост, изменяет подачу пара в зависимости от температуры молока с помощью регулирующего клапана. Одновременно с переключением клапана возврата на работу в уравнильный бачок V отсекается поступление пара на пастеризационную установку с помощью электромагнитного клапана 32ж.

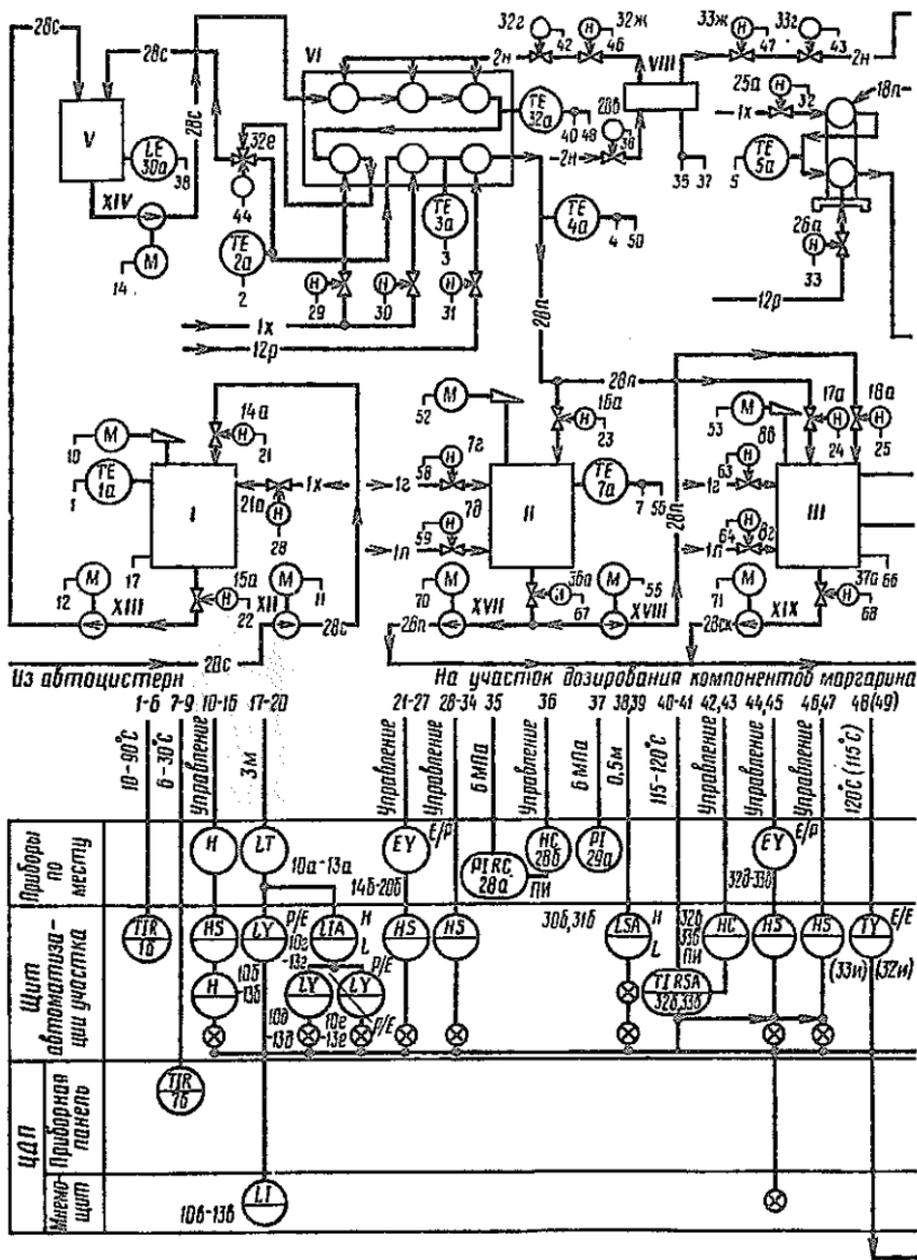


Рис. 3.10. Схема автоматизации участка подготовки молока:  
 I-IV, X – танки; V, XI – уравнильные бачки; VI, VII – пастеризационные уста-



Отсечка пара предусмотрена также при прекращении подачи молока на установку, т. е. при появлении нижнего уровня в танке *I*.

Регулирование температуры пастеризации сахарного сиропа осуществляется аналогично.

Система регулирования температуры в танке пастеризованного молока *II* и пастеризованного сахарного сиропа *IV* состоит из термопреобразователей сопротивления ТСП-0879 (*7а, 9а*), электронных мостов типа КСМ2 с сигнальным устройством (*7в, 9б*) и электромагнитных вентилей типа 15к4892п3 СВВ и 15к4888р СВМ (*7г, 9в, 7д, 9г*) соответственно на трубопроводах горячей и ледяной воды.

Поддержание температуры молока (сахарного сиропа) осуществляется в двух режимах — режиме хранения  $6^{\circ}\text{C}$  ( $10^{\circ}\text{C}$ ) и рабочем, т. е. при расходе на производство  $30^{\circ}\text{C}$  ( $20^{\circ}\text{C}$ ).

В соответствии с этим в процессе хранения (например, молока) при температуре более  $6^{\circ}\text{C}$  включается вентиль подачи ледяной воды; в рабочем режиме при температуре менее  $30^{\circ}\text{C}$  — вентиль подачи горячей воды. Мешалка танка при этом включается автоматически в интервале температур  $>6^{\circ}\text{C} < 30^{\circ}\text{C}$ .

Сигналы управления вентилями и мешалкой поступают от сигнального устройства моста.

Для танка сквашенного молока *III* система регулирования температуры выполнена теми же средствами автоматизации. Молоко, поступающее для сквашивания в танк температурой  $90^{\circ}\text{C}$ , сначала выдерживается в течение 1 ч, а потом охлаждается до  $30^{\circ}\text{C}$  при включенной мешалке.

Температура хранения сквашенного молока  $6^{\circ}\text{C}$ .

Стабилизация и контроль давления пара, поступающего на пастеризацию от коллектора *VIII*, осуществляются с помощью пневматического регулирующего манометра МТ-712Р (*28а*), байпасной панели ПП12.2 (*28б*), регулирующего клапана 25ч38нж (*28в*) и манометра типа МТИ (*29а*).

Работа аналогичной системы описана в разделе 3.7.

Сигнализация предельных уровней в уравнильных бачках *V* и *XI* осуществляется с помощью сигнализатора типа СУС, состоящего из первичного преобразователя ПП-05 (*30а, 31а*) и вторичного преобразователя (*30б, 31б*).

Контроль и сигнализация уровня в танках осуществляются аналогично тому, как описано для баков участков приема и подготовки компонентов маргарина (см. раздел 3.7). Исключение составляет танк *III*, где пневматический сигнал уровня сквашивания молока от уровнемера ПИГ-2 (*35а*), кроме вторичного прибора ПВ2.2 (*35г*) и пневмопреобразователя ПЭ-55М (*35б*), подается также на электроконтактный манометр ЭКМ-IV (*35ж*), назначение которого будет описано ниже.

Для контроля кислотности сквашенного молока применяется прибор рН-202 в составе датчика ДПМ-21Б (*34а*), преобразователя с термокомпенсатором ТКР-3 типа П-201 (*34б*), узкопрофильного пока-

зывающего прибора М1730Д (34в) и потенциометра КСП2 с сигнальным устройством (34г).

При кислотности 4,5–5 рН на щите автоматизации участка и мнемощите ЦДП выдается сигнал готовности сквашенного молока.

Схемой автоматизации предусмотрено программное управление процессом непрерывного сквашивания, которое осуществляется следующим образом. При достижении верхнего уровня молока в танке III и готовности сквашенного молока схему управления переводят на программный режим, после чего открывается клапан 36а слива из танка и включается насос XVII подачи сквашенного молока на участок дозирования компонентов маргарина.

При снижении уровня молока в танке до значения уровня подкачки, который осуществляется настройкой электроконтактного манометра 35ж, закрывается клапан слива, открывается клапан подкачки 18а и включается насос подкачки пастеризованного молока XVIII.

При достижении верхнего уровня в танке III отключается насос подкачки и закрывается клапан подкачки, выдерживается в течение 15–20 мин, а затем открывается клапан слива из танка.

Таким образом, происходят периодический отбор определенной порции сквашенного молока на дозирование и последующая подкачка такой же порции пастеризованного молока. При  $\text{pH} > 6$  потенциометр 34г выдает сигнал и схема переводится на дистанционный режим для выработки сквашенного молока из танка без подкачки. Схема также предусматривает сигнализацию необходимости ввода закваски при готовности молока после его поступления в танк III.

На трубопроводах молока и сахарного сиропа установлены отсечные клапаны типа КОПП, а на трубопроводах подачи охлаждающих агентов и горячей воды соответственно электромагнитные вентили типа 15кч888р СВМ и 15нч892н3 СВВ, управление которыми в основном осуществляется со щита автоматизации участка. Исключение составляют клапаны слива молока и сахарного сиропа из танков II–IV, управление которыми осуществляется с пульта мнемощита ЦДП. Кроме того, как описано выше, клапан слива молока из танка III и вентили подачи ледяной и горячей воды в танки II–IV работают в автоматическом режиме. Управление насосами и мешалками осуществляется по месту и со щита автоматизации участка, за исключением мешалок танков II и IV насоса подкачки XVIII, работа которых была описана выше.

Защита от переливов, управление насосами подачи компонентов на дозирование, сигнализация открытого положения клапанов, работа насосов и мешалок осуществляются аналогично тому, как описано в разделе 3.8.

Схема предусматривает передачу на УВК-1 аналоговых сигналов температуры процесса пастеризации молока и сахарного сиропа от термопреобразователей ТСП-0879 (4а, 6а, 32а, 33а) с промежуточным преобразованием посредством преобразователей ПТ-ТС-68 (4б, 6б, 32и, 33и). Системы позволяют обеспечить точное соблюдение заданных технологических параметров процессов тепловой обработки молока и са-

харного сиропа, непрерывного сквашивания молока, а также хранения молока и сахарного сиропа перед подачей их на участок дозирования компонентов маргарина.

### 3.10. УЧАСТОК ДОЗИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ МАРГАРИНА

Дозирование компонентов маргарина является одним из самых сложных и ответственных процессов в маргариновом производстве, так как оно в значительной степени определяет производительность маргаринового цеха и качество выпускаемой продукции.

Как указывалось в главе 1, на Ленинградском МЖК для шести непрерывных линий производства маргариновой продукции выбраны отечественные дозирующие устройства, причем все они снабжены информационными узлами кодового преобразования для считывания массы жидкости, поступившей в дозаторы, и передачи информации на УВК.

Дозирование основных компонентов (жировых и водно-молочных) на каждой линии осуществляется с помощью систем САДЖС; для дозирования дополнительного сырья (красителей, ароматизаторов, витаминов) предусматриваются 2 четырехкомпонентных автоматических весовых дозатора (для всех 6 линий) типа 4ДПС-5.

Для четырех линий производства маргарина выбрана модификация САДЖС1-02 с двумя дозаторами (один — для жировых, другой — для водно-молочных компонентов), для двух линий производства пищевых жиров — САДЖС1-03 (один дозатор для жировых компонентов).

Поскольку линии работают автономно и процессы автоматического дозирования в них не отличаются, описание дается только для одной линии.

На рис. 3.11 приведена схема автоматического дозирования компонентов для одной из маргариновых линий с применением системы САДЖС1-02 (дозаторы I и II) и одного дозатора 4ДПС-5 (III), работающего на 3 линии. Выбранная система позволяет дозировать 13 жировых и 6 водно-молочных компонентов (для упрощения на схеме показано количество компонентов, используемых на Ленинградском МЖК).

Аппаратура контроля и управления сосредоточена на пультах дозаторов, пульте управления участком, щите НПУ, мнемощите ЦДП.

Схема обеспечивает: автоматическое порционное дозирование основных и дополнительных компонентов; заблокированное управление клапанами и насосами слива из дозаторов; автоматический счет количества отвесов суммарной массы компонентов на линии; передачу необходимой информации на мнемощит ЦДП, управляющий вычислительный комплекс (УВК-2) и прием от него управляющих сигналов.

Схема предусматривает два режима работы: локальное управление с установкой задания и пуском по месту (местный) и непосредственное цифровое управление от управляющего вычислительного комплекса (НЦУ).

Для выбора режима дозаторов основных компонентов маргарина и дозатора добавок на щите НЦУ предусмотрен переключатель.



Подробное описание работы системы автоматического дозирования компонентов маргарина приведено в разделе 3.2.

С учетом применения дозатора добавок работа осуществляется следующим образом.

Оператор переключателем на пульте управления участком вводит блокировку на слив основных компонентов из дозаторов I и II.

Затем, как это было описано в разделах 3.2 и 3.5, производится автоматический набор компонентов для каждого дозатора.

По получении сигналов об окончании набора основных и дополнительных компонентов и готовности одного из двух смесителей линии к их приему с пульта управления участком дистанционно открываются клапаны слива добавок (7а, 10а) данной линии, переключателем снимается блокировка с клапанов и насосов слива основных компонентов (26а, 27а, IV, V), в результате чего слив последних происходит автоматически.

После окончания слива компонентов клапаны слива добавок из дозатора дистанционно закрываются, и вновь вводится блокировка по сливу основных компонентов.

Дозатор добавок обслуживает поочередно три линии. Контроль количества отвесов суммарной массы набора компонентов линии производится по счетчику СИ-206 (28б), размещенному на фасаде пульта управления участком.

Одновременно в схеме предусмотрена передача на УВК-2 информации о массе компонентов, поступивших в каждый дозатор, с помощью узлов кодового преобразования и прием от него управляющих сигналов в режиме НЦУ.

Предусмотрена также передача на мнемощит ЦДП сигналов работы и аварии дозаторов в режиме локальной автоматики.

Автоматическое дозирование компонентов маргарина обеспечивает увеличение производительности оборудования, повышение точности при приготовлении рецептур, более ритмичную работу маргариновых линий за счет получения стабильного состава отдозированных компонентов, экономию дорогостоящего сырья и исключает применение ручного труда на участке.

### 3.11. СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ УЧАСТКА ПРОИЗВОДСТВА МАРГАРИНА

Этот участок является завершающим в технологическом процессе производства маргариновой продукции.

После дозирования рецептурных компонентов последние подвергаются следующим операциям: смешиванию и темперированию рецептурного набора; эмульгированию; охлаждению и механической обработке маргариновой эмульсии; фасовке в монолит или пачки; упаковке и обандероливаннию коробов и передаче готовой маргариновой продукции на склад-холодильник.

На рис. 3.12 приведена схема автоматизации участка производства маргарина (для упрощения подробно показана одна непрерывная линия производства маргарина, для остальных пяти линий системы автоматизации аналогичны).

Задачей систем автоматизации участка является стабилизация обработки и фасовки маргарина, повышение ритмичности работы как всего участка в целом, так и отдельных линий производства маргариновой продукции.

Исходя из этого, системы автоматизации предусматривают: управление подачей рецептурных компонентов после дозирования в один из смесителей (*I* или *II*), перемешивание их и передачу эмульсии из смесителей в уравнительный бачок *III*.

Управление осуществляется по 2 режимам: ручному дистанционному и автоматическому.

В дистанционном режиме управление отсечными клапанами типа КОПП подачи жировых и водно-молочных компонентов в смесители (*1a-4a*), сливом маргариновой эмульсии (*5a, 6a*) и мешалками смесителей осуществляется со щита автоматизации участка переключателями и кнопками.

Автоматическое управление подачей, перемешиванием и сливом осуществляется аналогично тому, как описано в разделе 3.5, только для перемешивания в смесителях вместо рециркуляционных насосов используются мешалки. Автоматическое управление процессом предусматривает:

управление со щита автоматизации участка клапанами типа КОПП (*19a, 20a*) и насосом *VII* возврата маргариновой эмульсии в смесители; стабилизацию температуры маргариновой эмульсии на выходе из вытеснительного охладителя *V* (вотатора).

Контур регулирования включает термопреобразователь сопротивления ТСП-0879 (*15a*), изодромный регулятор с электрическим выходом P25.2 (*15б*), электрический исполнительный механизм типа ИМ2/120 (*15в*), регулирующий клапан, состоящий из задатчика давления типа А1-ЖЛУ/6.03 (*15г*) и редукционного клапана типа А1-МЛМ-6.03 (*15д*).

Электрический сигнал, пропорциональный температуре маргариновой эмульсии на выходе вотатора и формируемый термопреобразователем, поступает на вход регулятора и сравнивается с сигналом задатчика в регуляторе. Разностный сигнал, усиленный и преобразованный в соответствии с выбранным законом регулирования, подается на исполнительный механизм, который изменяет положение штока задатчика давления и передает управляющее воздействие на редукционный клапан, установленный на всасывающем аммиачном трубопроводе вотатора. При этом изменяется давление кипения аммиака в цилиндрах вотатора, что приводит к изменению температуры маргариновой эмульсии на его выходе.

Автоматическое управление предусматривает также:

контроль температуры маргариновой эмульсии на входе и выходе



из вотагора, в смесителях и баке возврата эмульсии *VI*, а также температуры воды для обогрева валов вотагора на выходе из последнего с использованием термопреобразователей сопротивления ТСП-0879 (*9a-14a*) и многоточечного моста КСМ2 (*9б*), установленного на щите автоматизации участка;

контроль и сигнализацию предельных значений уровня в смесителях и баке возврата с помощью уровнемеров ПИГ-2 (*7a, 8a, 21a*), вторичных приборов ПВ2.2 (*7б, 8б, 21б*), пневмопреобразователей ППР.4 (*7в, 7г, 8в, 8г, 21в, 21г*);

контроль давления маргариновой эмульсии до вотагора, а также давления газообразного аммиака во всасывающем трубопроводе и кипения аммиака в вотагоре, осуществляемый соответственно сигнализирующим манометром МП4-IV (*16a*) и электрическими сильфонными манометрами МС-Э1-ВЧ (*17a, 18a*);

контроль количества маргариновой продукции (короба и бочки), вырабатываемой на отдельных линиях, а также общего количества с использованием устройств счета типа УС1 (подробное описание приведено в разделе 3.3).

Все датчики ДФ (*22a-31a*) смонтированы на транспортерах с обеспечением зазора между объектами счета (короба и бочки) не менее 20 мм. На общем транспортере *XIII* подачи готовой маргариновой продукции на склад установлено три датчика в одной точке контроля (для возможности принятия результата счета по принципу "два из трех"), что позволило постоянно резервировать устройство счета готовой продукции.

Местный контроль количества коробов и бочек на линиях осуществляется блоками индикации типа БИМ (*22б-27б*), а на общем транспортере *XIII* — блоком индикации показаний типа БИШ (*29б*), в котором устанавливаются 6 электромеханических счетчиков. На него также поступают сигналы от трех датчиков ДФ общего транспортера подачи майонеза на склад (на схеме не показаны).

Сигналы от датчиков ДФ поступают также на УВК-1.

Кроме того, в маргариновом цехе Ленинградского МЖК смонтирован экспериментальный образец электронного информационного табло (*31б*) для контроля общего количества готовой маргариновой продукции в коробах, передаваемой на склад-холодильник. Табло показывает текущее время, а при переключении — фактическое число коробов готовой продукции (сигнал поступает от одного из трех датчиков общего транспортера *XIII*).

Рис. 3.12. Схема автоматизации участка производства маргарина:

*I, II* — смесители; *III* — уравнильный бачок; *IV* — насос высокого давления; *V* — вытеснительный охладитель (вотагор); *VI* — бак для возврата эмульсии; *VII* — насос для возврата эмульсии; *VIII* — распределительное устройство; *IX* — кристаллизаторы; *X* — автоматы для фасовки и заправки маргарина; *XI* — автомат для укладки пачек маргарина в короба; *XII* — автомат для обандероливания коробов; *XIII* — общий транспортер готовой продукции

Управление работой табло осуществляется с помощью кнопочных переключателей, встроенных в блок БИШ, который располагается у рабочего места оператора маргаринового цеха.

Кроме того, обеспечивается: передача в УВК-1 с помощью преобразователей ПТ-ТС-68 (11б-13б) и манометров МС-Э1-В4 (17а, 18а) аналоговых сигналов температуры маргариновой эмульсии до и после вотатора, воды для обогрева валов вотатора, давления аммиака во всасывающем трубопроводе и давления кипения аммиака в вотаторе; передача в УВК-1 дискретных сигналов о работе электроприводов технологического оборудования линии (насоса высокого давления, вотатора, автоматов для фасования и завертывания маргарина, обандероливания коробов, общего транспортера подачи готовой продукции на склад).

Системы предусматривают на щите автоматизации участка сигнализацию нарушения цикла работы смесителей (два нижних или два верхних уровня), предельных уровней в баках возврата и повышения давления маргариновой эмульсии на входе вотатора.

Системы автоматизации позволяют повысить качество выпускаемой продукции, снизить энергетические затраты, объективно учитывать готовую продукцию, повысить производительность и контролировать ритмичность работы оборудования.

## Глава 4. ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ

### 4.1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ

Централизованный контроль (ЦК) предназначен для сбора необходимой информации о протекании технологического процесса, первичной переработке исходной информации и дальнейшей ее передаче диспетчеру и решения задачи АСУ ТП [13].

ЦК АСУ ТП производства маргарина обеспечивает автоматическое обнаружение и регистрацию нарушений и неисправностей в ходе технологического процесса.

Выводимая информация позволяет диспетчеру легко ориентироваться в оценке сложившейся на предприятии ситуации и быстро принимать решения.

ЦК АСУ ТП производства маргарина обеспечивает автоматический контроль технологического режима на следующих технологических линиях и производственных участках: линиях непрерывной и периодической рафинации, дезодорации, непрерывной перэтерификации, производства маргарина, участке подготовки молока.

Общее количество контролируемых переменных — 120.

Основными задачами ЦК АСУ ТП являются: сбор и первичная переработка информации, контроль состояния и режима работы технологических линий; отображение текущей информации о технологическом процессе. Задача сбора и первичной переработки информации обеспечивает: опрос датчиков с заданной частотой; контроль достоверности собранной информации; масштабирование (расчет действительных значений параметров); фильтрацию высокочастотных помех; контроль технологического режима по заданным границам; усреднение и интегрирование контролируемых параметров за час, смену и текущие сутки.

Информация, прошедшая первичную переработку, служит исходными данными для решения остальных задач АСУ ТП.

Контроль состояния и режима работы технологических линий осуществляет обнаружение отклонений от нормы какого-либо параметра или изменение состояния оборудования, принадлежащего данной линии. Информация о нарушениях режима или изменениях состояния выводится на сигнальные табло.

Отображение текущей информации о технологическом процессе в форме, пригодной для восприятия человеком, производится в виде: индикации на дисплее по вызову диспетчера режимных карт (групповых фрагментов информации); сигнализации на световых табло нарушений режима работы технологических линий; периодической печати на устройстве печати технологическом (УПТ) усредненных значений режимных параметров; периодической печати на устройстве быстрой печати (УБП) выходных документов.

## 4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА ОПРОСА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Исходной информацией для централизованного контроля служат текущие значения технологических параметров, которые получают путем периодического опроса датчиков, установленных на технологическом оборудовании. При дискретном съеме информации с датчиков появляется ошибка, связанная с дискретностью измерения.

Для получения точной информации о значении технологического параметра частота измерений должна быть достаточно большой. С другой стороны, слишком частые измерения приводят к излишней нагрузке УВК задачей сбора информации. Следовательно, необходимо определить минимальную частоту опроса датчиков, при которой выдерживалась бы заданная точность измерения.

Исследования с целью определения периода опроса датчиков проводились на Ленинградском МЖК методом пассивного эксперимента.

Объектом исследования послужили технологические линии непрерывной рафинации и дезодорации масел, а также технологический процесс подготовки молока.

Для каждого контролируемого параметра определялся максимальный интервал времени между соседними замерами, при котором погрешность измерения не превышала бы заданного значения.

Заданное значение погрешности измерения контролируемого параметра устанавливалось исходя из требований технологического регламента или в пределах 120–130 % среднеквадратической погрешности при измерении аналоговым измерительным прибором. Для расчета интервала времени между соседними замерами по диаграмме реализации процесса определяли значения контролируемого параметра в 30 точках с предварительно выбранным интервалом 3 мин.

По значениям контролируемого параметра при различных интервалах времени (интервалы времени  $kh$  выбирались кратные  $h$ ) определялись среднеквадратические отклонения контролируемой величины, где  $k$  – номер периода измерения,  $h$  – интервал времени ( $h = 3$  мин).

Расчет среднеквадратических отклонений производился по формуле [4]

$$S = \sqrt{\frac{N-k}{\sum_{i=1}^{N-k} (X_{i+k} - X_i)^2} / (N-k-1)},$$

где  $N$  – число измеренных значений ( $N = 30$ );  $X_i$  – измеренные значения контролируемого параметра  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Для расчета использовалась программа, выполненная на языке ФОРТРАН для ЕС 1020.

По абсциссе точки пересечения кривой  $S = f(kh)$  с прямой  $S = S_3$  (где  $S_3$  – заданное значение погрешности) определяли требуемый период опроса датчиков (табл. 4.1).

#### 4.1. Значение периода опроса датчиков для различных контролируемых параметров

Технологическая линия или производственный участок	Контролируемый параметр	Период измерения, мин
Линия непрерывной рафинации	Температура масла на выходе из: подогревателя	2,7
	вакуум-сушильного аппарата	2,7
	Температура щелочи перед смесителем	42,7
	Расход щелочи	13,4
	Расход масла	7,2
	Давление масла на выходе из сепаратора на стадии:	
	нейтрализации	0,3
	1-й промывки	0,25
Линия непрерывной дезодорации	2-й "	0,15
	Температура масла на выходе из: подогревателя	5,9
	деаэрата	19,2
	дезодоратора	49,3
	охладителя	5,7
	Температура пара после пароперегревателя	2,7
Участок подготовки молока	Температура молока после: пастеризатора	6,4
	охладителя	2,9
	в культиваторах	5,7

Выполненные исследования показали, что интервалы времени между соседними замерами контролируемых параметров должны быть следующими:

- для централизованного контроля температур не более 2,7 мин;
- для контроля давления не более 0,15 мин;
- для контроля расходов не более 7,2 мин.

### 4.3. АЛГОРИТМЫ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

#### 4.3.1. Контроль достоверности информации

В совокупность алгоритмов первичной обработки информации входят: контроль достоверности информации; масштабирование; фильтрация; контроль технологического режима по заданным границам; усреднение и интегрирование.

Алгоритмы первичной обработки являются наиболее важными, так как от их выполнения зависит в итоге функционирование АСУ ТП в целом.

В автоматизированных системах управления, характеризующихся большим числом источников входной информации, важную роль играет качество контроля основных технологических параметров.

В связи с этим большое значение приобретает анализ достоверности исходной информации и корректировки недостоверной информации.

Анализ деятельности оператора позволяет выявить основные используемые методы оценки достоверной информации, на основе которых можно построить алгоритмы оценки достоверности исходной информации.

Неисправность или отключение датчиков и преобразователей обычно обнаруживаются путем сравнения текущих значений с граничными, составляющими обычно от 1–3 до 95–99 % шкалы прибора. Чрезмерное форсирование скорости изменения технологических величин также характеризует наличие неисправности.

Следовательно, одним из способов проверки достоверности является использование граничных значений параметров.

Выполнение условий  $X_{\min} < X(t) < X_{\max}$  указывает на достоверность параметра.

Границы достоверности выбираются из технологических соображений. Для их определения строится распределение значений параметра за достаточно большой промежуток времени, затем определяются минимальное и максимальное значения параметра, вероятность появления которых достаточно мала.

Анализ достоверности по скорости изменения проводится путем определения скорости изменения параметра  $\Delta X$  и сравнения ее с максимально и минимально возможной величиной

$$\Delta X_{\min} < \Delta X < \Delta X_{\max}.$$

При обнаружении недостоверности принимаются соответствующие решения – замена недостоверного параметра достоверным (например, предыдущим значением параметра) или перевод датчика в "нерабочее состояние" с последующей сигнализацией.

В АСУ ТП производства маргарина контроль достоверности информации осуществляется до операции масштабирования, т. е. на достоверность проверяется код, принимаемый от аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Проверка достоверности заключается в сравнении кода или его скорости изменения с заданными числами.

#### 4.3.2. Масштабирование

Выходной сигнал датчика поступает в АЦП УВК, где преобразуется в цифровой код.

Однако значение цифрового кода определяет не собственно измеряемую величину, а значение выходного сигнала датчика. Операция масштабирования преобразует цифровой код  $x$ , поступающий с АЦП, в действительное значение измеряемой величины  $y$ .

В случае линейной связи между входом и выходом датчика (из-

мерение давления, уровня) масштабирование производится по формуле

$$y = ax + b,$$

где  $a, b$  – коэффициенты, определяемые по формулам, приведенным ниже:

$$a = (y_{\max} - y_{\min}) / (Z_{\max} - Z_{\min})M;$$

$$b = (y_{\min}Z_{\max} - y_{\max}Z_{\min}) / (Z_{\max} - Z_{\min}),$$

здесь  $y_{\max}$  – конец шкалы;  $y_{\min}$  – начало шкалы датчика;  $Z_{\max}$  – значение аналоговой величины, соответствующее концу шкалы;  $Z_{\min}$  – значение аналоговой величины (ток), соответствующее началу шкалы.

Масштабирующий коэффициент АЦП

$$M = Z'_{\max} / X_{\max},$$

где  $X_{\max}$  – максимальное значение кода АЦП, соответствующее максимальному значению аналоговой величины  $Z'_{\max}$ .

Масштабирование сигналов, поступающих от датчиков переменного перепада давления (расходомеры, дифманометры), производится по формуле

$$y = \sqrt{ax + b},$$

где

$$a = (y_{\max}^2 - y_{\min}^2) / (Z_{\max} - Z_{\min})M;$$

$$b = (y_{\min}^2 Z_{\max} - y_{\max}^2 Z_{\min}) / (Z_{\max} - Z_{\min}).$$

Масштабирование сигналов, поступающих от термопреобразователей сопротивлений, производится по формулам:

для градуировки 23

$$y = (a_4x + a_2) / (a_3x + a_1);$$

для градуировки 21

$$y = c - \sqrt{(a_4x + a_2) / (a_3x + a_1)},$$

где  $c$  – постоянная величина;  $a_1, a_2, a_3, a_4$  – коэффициенты, зависящие от характеристик термоэлектрического преобразователя.

### 4.3.3. Фильтрация

При автоматическом дискретном контроле необходимо применять дополнительные меры, такие, как фильтрация выходного сигнала датчика, чтобы исключить влияние высокочастотных помех.

Функцией фильтрации является выделение полезного сигнала из смеси полезного сигнала и помех, получаемых на выходе измерительных устройств.

Различные типы фильтров дают разную погрешность восстановления полезного сигнала. Простейшим и наиболее экономным по объему памяти и времени является экспоненциальный фильтр. Он эквивалентен аperiodическому звену первого порядка. Расчет сглаженного значения измеряемой величины при использовании экспоненциального фильтра производится по формуле

$$\tilde{X}_n = \alpha X_n + (1 - \alpha) \tilde{X}_{n-1},$$

где  $\tilde{X}_n, \tilde{X}_{n-1}$  – сглаженные значения измеряемой величины в текущий и предыдущий моменты времени;  $\alpha$  – коэффициент фильтрации;  $X_n$  – значение измеряемой величины в текущий момент времени.

Вычисленные значения  $X_n$  засылаются в ячейки памяти, содержащие  $\tilde{X}_{n-1}$ , чем достигается значительная экономия памяти.

Алгоритм экспоненциального сглаживания широко применяется на практике, так как он достаточно прост и не требует дополнительной информации о погрешностях измерения и статистических характеристиках оцениваемого случайного процесса. Однако следует отметить, что при наличии такой информации можно значительно повысить точность фильтрации.

#### 4.3.4. Контроль технологического режима по заданным границам

Определение отклонений режимных переменных от установленных норм предназначено для установления места, факта и знака выхода переменной за допустимые технологические нормы. Этой форме контроля подлежат все технологические переменные, вводимые в УВК.

Допустимые зоны отклонений задаются путем установки нижней ( $H$ ) и верхней ( $B$ ) предельно допустимых границ.

Нормы устанавливаются в соответствии с технологическим регламентом. При выборе величины допуска необходимо учитывать, что слишком узкие зоны границ допуска делают такой контроль излишне информативным вследствие повышенной чувствительности к изменениям переменных.

При излишне широких зонах допусков контроль будет осуществляться только при существенных отклонениях переменных, и, следовательно, понизится эффективность его функционирования.

Алгоритм контроля выхода переменных за допустимые нормы осуществляет обнаружение нарушений технологического режима путем сравнения значений параметра с заданными (нижней и верхней) границами.

#### 4.3.5. Усреднение

Усреднение текущих значений технологических параметров за заданные интервалы времени (например, средняя температура, давле-

ние, концентрация и пр.) необходимо для анализа технологического процесса и определения соответствия технологическому регламенту.

Усреднение осуществляется по формуле

$$y_n = \begin{cases} X_n & \text{при } n=0; \\ \frac{n}{n+1} y_{n-1} + \frac{1}{n+1} X_n & \text{при } n=1, 2, \dots, N-1, \end{cases}$$

где  $y_n, y_{n-1}$  – средние значения на  $n$ -м и  $(n-1)$ -м шагах;  $X_n$  – значение измеряемого технологического параметра на  $n$ -м шаге;  $n$  – число шагов усреднения от начала заданного интервала времени;  $N$  – заданное число шагов усреднения.

$$N = T / \Delta t,$$

здесь  $T$  – интервал усреднения;  $\Delta t$  – период опроса.

#### 4.3.6. Интегрирование

Для определения количественных оценок расходов сырья и энергоресурсов необходимо знать не только мгновенные, но и суммарные (интегральные) значения этих параметров за час, смену и сутки.

Так как в УВК технологические параметры представлены последовательностью своих значений в дискретные моменты времени, то интеграл может быть вычислен лишь приближенными методами. Одним из простейших и наиболее распространенных методов дискретного интегрирования является метод прямоугольников, заключающийся в замене реализации непрерывной величины  $X(t)$  ее ступенчатой экстраполяцией.

При использовании этого метода формула для вычисления интеграла приобретает вид

$$y = \tau / m \sum_{n=0}^{N-1} X_n,$$

где  $y$  – интегральное значение переменной за заданное время,  $T$ ;  $\tau$  – шаг интегрирования;  $m$  – масштабный коэффициент для согласования единиц измерения;  $N$  – число шагов интегрирования за время  $T$  ( $T = N\tau/m$ );  $X_n$  – значение измеряемой величины на  $n$ -м шаге.

С целью экономии памяти УВК расчет интегральных значений производится по формуле

$$y_n = \begin{cases} X_n & \text{при } n=0; \\ y_{n-1} + X_n & \text{при } n=1, 2, \dots, N-1, \end{cases}$$

где  $y_n, y_{n-1}$  – очередное и предыдущее значения интеграла.

#### 4.4. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ И РЕЖИМА РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Алгоритм контроля состояния и режима работы технологических линий диагностирует работу отдельных технологических линий.

Состояние и технологический режим работы линии определяются сигналом состояния  $P$ .

При этом  $P = 0$ , если линия не работает (работа линии определяется как логическая сумма состояния работы входящего в нее оборудования);  $P = 1$ , если линия работает и все контролируемые технологические параметры соответствуют заданным граничным значениям;  $P = -1$ , если линия работает, но хотя бы один из контролируемых параметров вышел за заданные границы.

Введение комплексного показателя состояния и режима работы технологических линий как логической суммы ряда признаков существенно уменьшает количество выдаваемой диспетчеру информации, что позволяет ему более успешно определять текущее состояние производства и более эффективно им управлять.

#### 4.5. ОТОБРАЖЕНИЕ ТЕКУЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Эффективность работы диспетчера при функционировании АСУ ТП во многом зависит от выбранных принципов и способов отображения информации.

Текущая информация о технологическом процессе выводится на оперативно-диспетчерское оборудование, в состав которого входят: стол диспетчера с дисплеем; устройство печати технологическое (УПТ) и устройство быстрой печати (УБП).

На приборную панель стола диспетчера выводится сигнализация изменения состояния и нарушений режима работы технологических линий.

Каждой технологической линии соответствуют два сигнальных табло (красного и зеленого цвета).

Сигналы, выводимые на табло, отражают состояние и режим работы технологических линий.

Все табло зеленого цвета объединены в "линию спокойствия".

При нормальном функционировании оборудования всех технологических линий "линия спокойствия" светится зеленым цветом.

При нарушении нормального функционирования оборудования или заданного режима работы технологической линии соответствующее зеленое табло "линии спокойствия" гаснет, нарушая таким образом непрерывность зеленой линии; одновременно под погасшим элементом загорается сигнальное табло красного цвета с одновременным миганием и тревожным звуковым сигналом.

Появление новых отклонений от технологического режима или состояния работы оборудования приводит к повторному миганию табло красного цвета.

Вывод текущей информации на дисплей производится в виде режимных карт, которые представляют собой укрупненный групповой фрагмент информации о ходе технологического процесса и состоянии оборудования конкретной технологической линии или производственного участка.

Информация, подлежащая хранению, передаче или дальнейшему анализу, выводится на печать.

Централизованный контроль АСУ ТП производства маргарина предусматривает вывод на печать технологического журнала и протокола нарушений.

Технологический журнал, содержащий усредненные значения режимных параметров, сгруппированных по отдельным технологическим линиям, выводится на технологическое устройство печати автоматически с интервалом 1 ч.

Протокол нарушений выводится по требованию диспетчера на устройство быстрой печати.

В протокол нарушений заносят все режимные переменные, отклонившиеся от нормы за текущий промежуток времени.

### 5.1. РАСЧЕТ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Целью расчета информационно-вычислительных показателей является определение количественных характеристик выработки готовой продукции и полуфабрикатов, сбыта готовой продукции, запасов жирового сырья, движения жиров и некоторых наиболее важных оперативных удельных расходов вспомогательных материалов и энергоносителей.

Расчет проводится посредством следующих программных модулей: расчетов подачи жирового сырья с масло-сливной станции на производство, производительности технологических линий и удельных расходов, запасов жирового сырья на масло-сливной станции, расхода компонентов на выработку маргариновой продукции, сменной выработки маргариновой продукции, выполнения плана выработки готовой продукции, выборки фондов маргариновой продукции потребителями.

Модули образуют иерархическую систему. На нижнем иерархическом ярусе расположены модули, осуществляющие расчеты показателей, характеризующих отдельные линии и участки оперативно или с периодом времени 1 ч. На более высоком иерархическом ярусе расположены модули, осуществляющие расчеты показателей, характеризующих продукцию и жировое сырье в номенклатуре и ассортименте, с периодом времени — в одну смену. На верхнем иерархическом ярусе расположены модули, осуществляющие расчеты показателей, характеризующих продукцию и жировое сырье в номенклатуре и ассортименте, с периодом времени — сутки и более. Информация о результатах расчетов циркулирует в иерархической системе снизу вверх.

Так как описание программных модулей имеет слишком специфический характер, ниже приводится описание только алгоритмических модулей расчета информационно-вычислительных показателей.

Расчет всех информационно-вычислительных задач производится на УВК-1.

### 5.2. РАСЧЕТ ПОДАЧИ ЖИРОВОГО СЫРЬЯ С МАСЛО-СЛИВНОЙ СТАНЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВО

Жировое сырье с масло-сливной станции через участок приема — передачи жиров поступает в цех рафинации для нейтрализации. На участке размещены 6 весов-дозаторов, осуществляющих в автоматическом режиме взвешивание жирового сырья. Весовые головки оснащены

фотодисками, с которых в УВК в двоичном коде Грея подается сигнал о взвешиваемой массе.

В процессе решения данной задачи производится оперативное считывание с весов информации о взвешенной массе жира, затем производится суммирование жиров по видам и по линиям за смену. Информация о расчете жиров, переданных с масло-сливной станции за смену, выводится на устройство быстрой печати в виде специальной формы. Далее информация о массе жиров суммируется за сутки и за месяц и выводится на устройство быстрой печати в виде специальной формы.

Весы осуществляют не только взвешивание, но и дозирование для линий производства пластифицированного жира и непрерывной рафинации.

Для решения данной задачи необходимо предусмотреть ввод исходных данных, т. е. рецептурного набора и порядка дозирования жирового сырья на каждых весах.

Информация вводится с дисплея следующим образом: нажатием кнопки функциональной клавиатуры на экран вызывается форма для ввода исходных данных: заполняется шифр весов, по которым будут вноситься исправления или новые данные; на экране высвечивается информация, которая хранится в памяти по опрашиваемым весам, а затем вносятся поправки, если они необходимы.

На рис. 5.1 изображена блок-схема алгоритма. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приводятся ниже:

Блок 1. Начало решения задачи. Вызов задачи происходит при появлении инициативного сигнала о необходимости считать сигнал о взвешенной массе  $M$ .

Блок 2. Подпрограмма считывания и перевода сигнала о взвешенной массе, поступившего с фотодиска весовой головки из двоичного кода Грея в машинный код.

Блок 3. По инициативному сигналу определяется шифр весов  $B$ .

Блок 4. Открытие файлов, обслуживающих данную задачу.

Блок 5. Проверка разрешения дальнейшей обработки сигнала.  $IZP(B)$  – признак запрета дальнейшей обработки сигнала и опроса весов  $B$ .

Блок 6. Масштабирование сигнала для получения показания сигнала о взвешенной массе (в кг).  $MM(B)$  – величина масштаба.  $M(B)$  – текущее значение массы.

Блок 7. Вычисление массы отдозированного жирового сырья по разности между текущим значением массы  $M(B)$  и значением массы  $PM(B)$ , соответствующим предыдущему показанию весов.

Блок 8. Проверка достоверности полученного отвеса. Величина отвеса сравнивается с соответствующим значением по рецептуре –  $T(M)$ . Величина разницы должна быть не более определенной постоянной величины –  $a$ .

Блок 9. Формирование признака запрета  $IZP(B) = 1$  в случае, если в блоке 8 обнаруживается недостоверная информация о взвешенной массе.

Блок 10. Печать сообщения о недостоверной информации, о взвешенной массе и о прекращении дальнейшего считывания.

Блок 11. Организация поиска в файле информации о массе жирового сырья определенного вида с шифром, поступившим на обработку.  $n$  – количество шифров продукции.

Блок 12. Проверка совпадения шифра, поступившего на обработку  $SH_n$ , с шифром  $SH_{нГ}$ , хранящимся в файле. Если шифры совпадают, то информация с шифром  $SH_{нГ}$  используется в дальнейших вычислениях (блоки 18, 19); если

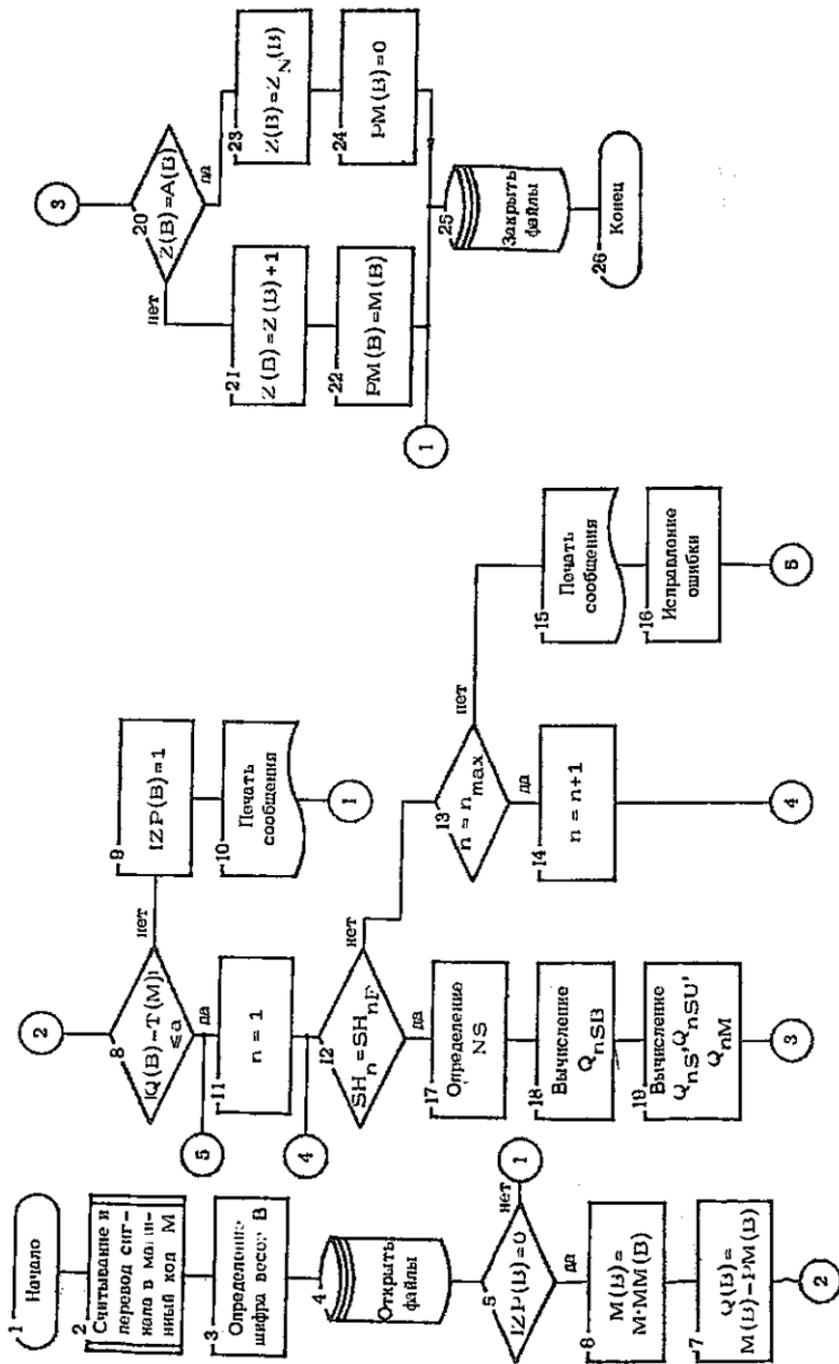


Рис. 5.1. Блок-схема алгоритмического модуля "Расчет подачи жирового сырья с масло-сливной станции на производство"

## Расчет технико-экономических показателей маргаринового производства

Технологический участок	Производительность, т/ч	Удельный расход на 1 т продукции				Выработано с начала смены, кг
		щелочи, кг/т	пара высокого давления, кг/т	пара среднего давления, кг/т	воды, м <sup>3</sup> /т	

На рис. 5.2 изображена блок-схема алгоритма решения данной задачи. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приводятся ниже.

Б л о к 1. Вызов задачи к решению осуществляется каждый час.

Б л о к 2. Открытие файла  $FI$ , обслуживающего данную задачу.

Б л о к 3. Подпрограмма считывания необходимой информации из файлов централизованного контроля и записи в файл  $FI$ .

Б л о к 4. Составление начала опроса файла  $FI$  по записям. В каждой записи находится информация, имеющая отношение к одной технологической линии. Всего линий  $N_{\max}$  и записей, имеющих отношение к линиям, также  $N_{\max}$ .

Б л о к 5. Проверка условия, разрешающего обрабатывать данные. Признак достоверности информации  $IZ(N)$  вырабатывается в задаче централизованного контроля. Если  $IZ(N) = 1$ , то запрещается обработка информации, имеющей отношение к линии  $N$ .

Б л о к 6. Вычисление производительности линии  $N$  за час.  $PR(N)$  — производительность линии  $N$ .

Б л о к 7. Составление начала опроса записи по полям. В определенное поле записывается информация о выработке определенной марки продукции. Максимальное количество марок продукции для одной линии равно  $i_{\max}$ , и количество полей, в которые записывается информация о выработке, также равно  $i_{\max}$ .

Б л о к 8. Проверка наличия информации в поле  $i$  записи  $N$ .  $AS_i$  — шифр продукции  $i$ -й марки, выработанной на линии  $N$  с начала смены.

Б л о к 9. Присвоение полю  $i$ -го значения текущего шифра вырабатываемой продукции на линии  $TAS(N)$ .

Б л о к 10. Проверка равенства шифра продукции, который хранится в поле  $i$ , с текущим шифром вырабатываемой продукции.

Б л о к 11. Проверка условия конца опроса шифров продукции, вырабатываемой на данной линии.

Б л о к 12. Составление обращения к следующему полю  $i$ -й записи  $N$ .

Б л о к 13. Так как не найдено чистое поле или поле с искомым шифром продукции, печатается сообщение о неправильном вводе шифра продукции, вырабатываемой на линии.

Б л о к 14. Подпрограмма исправления ошибок.

Б л о к 15. Вычисление количества продукции  $i$ -й марки, выработанное на линии  $N$  с начала смены  $M(i, N)$ .

Б л о к 16. Проверка наличия информации о производительности технологической линии.

Б л о к 17. Рассчитывание удельного расхода щелочи  $UCH$  на производство 1 т продукции.  $PCH$  — потребление раствора щелочи за час;  $KOF$  — коэффициент концентрации щелочи в растворе.

не совпадают, то поиск необходимого шифра в файле продолжается (блоки 13, 14).

Б л о к 13. Проверка конца поиска шифра вида жирового сырья.

Б л о к 14. Подготовка к опросу следующей записи файла, содержащей информацию о виде жира со следующим по величине шифром.

Б л о к 15. Если шифр не находится, печатается сообщение о неправильной информации.

Б л о к 16. Корректировка шифра, поступившего на обработку с дисплея.

Б л о к 17. Определение номера смены производства —  $NS$ .

Б л о к 18. Вычисление накопительным итогом с начала смены количества вида жирового сырья  $Q_{nSB}$  с шифром  $SH_n$ , отдозированного на технологическую линию, к которой относятся веса  $B$ .

Б л о к 19. Вычисление накопительным итогом количества вида жирового сырья с шифром  $SH_n$ , отдозированного с начала смены, —  $Q_{nS}$ , с начала суток —  $Q_{nSU}$ , с начала месяца —  $Q_{nM}$ .

Б л о к 20. Проверка условия конца цикла дозирования на весах  $B$ .  $Z(B)$  — адрес хранения шифра дозируемого жирового сырья на весах  $B$ .  $A(B)$  — адрес хранения последней записи шифра жирового сырья, дозируемого на весах  $B$ .

Б л о к 21. Определение адреса хранения шифра для обработки следующего вида жира, дозируемого на весах.

Б л о к 22. Присвоение обработанному значению сигнала взвешенной массы  $M(B)$  функции предыдущего показания весов —  $PM(B)$ .

Б л о к 23. Определение адреса хранения шифра —  $Z_N(B)$  для следующего цикла дозирования.

Б л о к 24. Присвоение с целью подготовки к следующему циклу дозирования  $PM(B)$  нулевого значения.

Б л о к 25. Выход задачи из обработки.

### 5.3. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ И УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ

С целью решения данной задачи производится расчет производительности технологических линий (выработка в течение часа), оперативных удельных расходов энергоресурсов и вспомогательных материалов и выработки продукции по линиям в ассортименте с начала смены.

Данная задача решается периодически через час. Исходными данными для решения этой задачи является информация о количестве жидких полуфабрикатов и готовых продуктов, а также штучной продукции, произведенных на технологических линиях. Эта информация поступает из централизованного контроля. Кроме того, вводятся шифры и признаки достоверности информации о количествах полуфабрикатов и готовых продуктов, а также данные о концентрации раствора щелочи. В случае поступления признака недостоверности расчет по данной линии не производится.

Данные о шифрах полуфабрикатов и готовых продуктов вводятся в начале смены в дисплей, а о концентрации щелочи — по мере лучения. Остальные исходные данные поступают автоматически.

Результаты расчета выводятся на устройство быстродействующей печати по форме 1.



Б л о к 18. Рассчитывание удельного расхода пара высокого давления – *UPV* на производство 1 т продукции. *PPV* – потребление пара высокого давления в течение часа.

Б л о к 19. Рассчитывание удельного расхода пара среднего давления – *UPS* на производство 1 т продукции. *PPS* – потребление пара среднего давления в течение часа.

Б л о к 20. Рассчитывание удельного расхода воды *UV* на производство 1 т продукции. *PV* – потребление воды в течение часа.

Б л о к 21. Проверка условия конца опроса файла по записям.

Б л о к 22. Формирование опроса следующей записи файла.

Б л о к 23. Подпрограмма вывода результатов расчета на печать.

Б л о к 24. Обнулить значения производительности технологических линий по всем записям.

Б л о к 25. Закрыть файл *F1*.

Б л о к 26. Выход из задачи.

#### 5.4. РАСЧЕТ СМЕННОЙ ВЫРАБОТКИ МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В процессе решения задачи суммируются данные о сменной выработке маргариновой продукции по технологическим линиям с целью получить общую сменную выработку в ассортименте, по видам, а также с учетом видов фасовки и витаминизации.

Результаты расчета выработки маргариновой продукции оформляются по форме 2. Форма выводится на устройство быстрой печати.

Форма 2

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 19... г.

Справка о выработке маргариновой продукции сменой *N* ... (в кг)

Наименование	Фасованная	Весовая		Витаминизирующая	Всего
		всего	в том числе в бочках		

М а р г а р и н

Столловый

Сливочный

Безмолочный

Эра

Городской

Радуга

Славянский

Экстра

Особый

Итого

К у л и н а р н ы й ж и р

Белорусский

Украинский

Прима

Наименование	Фасованная	Весовая		Витаминизирующая	Всего
		всего	в том числе в бочках		
Новинка					
Фритюрный					
Сало растительное					
Кондитерский					
Итого					
Всего маргариновой продукции					

Новинка  
Фритюрный  
Сало растительное  
Кондитерский  
Итого  
Всего маргариновой продукции

Исходные данные для расчета получают из файла  $F1$ , где хранятся данные о выработке по линиям. Результаты расчетов хранятся в файле  $F2$ . Задачу решают периодически в конце смены.

На рис. 5.3 изображена блок-схема алгоритма решения данной задачи. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приводятся ниже.

Блок 1. Вызов задачи к решению осуществляется один раз в конце каждой смены.

Блок 2. Открытие файлов  $F1$  и  $F2$ .

Блок 3. Сформировывание начала опроса файла  $F1$  по записям. Количество записей, соответствующее количеству линий, равно  $N_{\max}$ .

Блок 4. Сформировывание начала опроса записи  $N$  по полям. Количество полей, соответствующее количеству марок ассортимента с учетом вида фасовки и витаминизации, равно  $i_{\max}$ .

Блок 5. Зафиксирование заводского шифра маргариновой продукции  $AS$ , поступившей на обработку.

Блок 6. Вычисление количества маргариновой продукции с шифром  $AS$ , выработанной с начала смены  $M_{ASS}$ . Запись величины  $M_{ASS}$  в файл  $F2$  для дальнейшей обработки.

Блок 7. Проверка конца условия опроса шифров продукции, обрабатываемой записи.

Блок 8. Подготовка следующего поля записи  $N$  к опросу.

Блок 9. Проверка условия конца опроса файла  $F1$  по записям.

Блок 10. Подготовка следующей записи файла  $F1$  к опросу.

Блок 11. Подготовка файла  $F1$  к последующему циклу решения задачи расчета производительности технологических линий и удельных расходов. Для этого все ячейки памяти, предназначенные для записи информации о выработке технологических линий в течение смены, довести до нуля.

Блок 12. Сформировывание начала опроса файла  $F2$  по шифрам маргариновой продукции  $AS$  для расчета выработки за смену.

Блок 13. Вычисление выработки маргариновой продукции определенной марки без учета вида фасовки и витаминизации за смену  $M_{NS}$ .

Блок 14. Вычисление выработки общих количеств маргарина  $M_{MS}$ , кулинарного жира  $M_{KS}$ , маргариновой продукции  $M_{PS}$  за смену.

Блок 15. Выделение фасованной маргариновой продукции. Информация о фасованной продукции направляется в блок 16. Информация о нефасованной – весовой продукции направляется в блок 18.

Блок 16. Вычисление выработки фасованной маргариновой продукции определенной марки  $M_{NFS}$  за смену.



Блок 17. Вычисление выработки общих количеств фасованных продуктов: маргарина  $M_{MFS}$ , кулинарного жира  $M_{KFS}$ , всего маргариновой продукции  $M_{PFS}$  за смену.

Блок 18. Вычисление выработки весовой маргариновой продукции определенной марки  $M_{NVS}$  за смену.

Блок 19. Вычисление выработки общих количеств весовых продуктов: маргарина  $M_{MVS}$ , кулинарного жира  $M_{KVS}$ , всего маргариновой продукции  $M_{PVS}$  за смену.

Блок 20. Выделение весовой маргариновой продукции, разливаемой в бочки.

Блок 21. Вычисление выработки весовой маргариновой продукции в бочках определенной марки  $M_{NBS}$  за смену.

Блок 22. Вычисление выработки за смену общих количеств весовых продуктов: маргарина в бочках  $M_{MBS}$ , кулинарного жира в бочках  $M_{KBS}$ , всего маргариновой продукции в бочках  $M_{PBS}$ .

Блок 23. Выделение витаминизированной маргариновой продукции.

Блок 24. Вычисление выработки за смену витаминизированной маргариновой продукции определенной марки  $M_{NIS}$ .

Блок 25. Вычисление выработки за смену общих количеств витаминизированных продуктов: маргарина  $M_{MIS}$ , кулинарного жира  $M_{KIS}$ , всего маргариновой продукции  $M_{PIS}$ .

Блок 26. Проверка конца опроса файла  $F2$  по шифрам маргариновой продукции.

Блок 27. Сформировывание обращения к следующему шифру маргариновой продукции в файле  $F2$ .

Блок 28. Определение номера текущей смены производства  $NS$ .

Блок 29. Выведение данных о выработке маргариновой продукции за смену на устройство быстрой печати.

Блок 30. Подготовка файла  $F2$  для последующих расчетов, обнулив промежуточные данные и сохранив итоговые.

Блок 31. Закрытие файлов  $F1$  и  $F2$ .

Блок 32. Выход из задачи.

#### 5.5. РАСЧЕТ ЗАПАСОВ ЖИРОВОГО СЫРЬЯ НА МАСЛО-СЛИВНОЙ СТАНЦИИ

В процессе решения данной задачи производится определение запасов жирового сырья на масло-сливной станции, его поступления с начала месяца на масло-сливную станцию и выполнения плана поставок жирового сырья в процентах.

Расчет запасов сырья производится в конце суток.

Исходными данными для решения задачи является информация о суточном поступлении жирового сырья на масло-сливную станцию, а также сведения о расходе жирового сырья за сутки на производство маргарина. Информация о суточном поступлении жирового сырья на масло-сливную станцию вводится вручную через дисплей или посредством перфоленты. Сведения о расходе жирового сырья за сутки выводятся из файлов, где они хранятся как результат решения задачи "Расчет подачи жирового сырья с масло-сливной станции на производство".

Результаты решения выводятся в виде специальной формы на устройство быстрой печати.

## 5.6. РАСЧЕТ РАСХОДА КОМПОНЕНТОВ НА ВЫРАБОТКУ МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В процессе решения данной задачи производится определение расхода компонентов на производство маргариновой продукции за смену, за сутки и с начала месяца. В качестве исходных данных используется информация о расходе компонентов за смену на выработку маргариновой продукции по технологическим линиям дозирования. Эта информация хранится в файлах как результат решения задачи "Расчет ТЭП".

## 5.7. РАСЧЕТ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЛАНА ВЫРАБОТКИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В процессе решения этой задачи определяется выработка готовой продукции за сутки в ассортименте, с учетом фасовки и витаминизации, а также по видам готовой продукции и общего количества маргариновой продукции. Далее определяется выполнение плана с начала месяца по готовой продукции в ассортименте, с учетом фасовки, по видам готовой продукции, общему количеству маргариновой продукции и с учетом витаминизации.

Результаты расчета оформляются по двум формам (3 и 4). Формы выводятся на устройства быстрой печати.

Форма 3

" " \_\_\_\_\_ 19... г.

Справка о выработке маргариновой продукции за сутки (в кг)

Наименование	Фасованная	Весовая		Витаминизированная
		всего	в том числе в бочках	

М а р г а р и н

Столовый

Сливочный

Безмолочный

Эра

Городской

Радуга

Славянский

Экстра

Особый

Столовый:

для кондитерской промышленности

" хлебопечения

Итого

К у л и н а р н ы й ж и р

Белорусский

Украинский

Наименование	Фасованная	Весовая		Витаминизированная
		всего	в том числе в бочках	
Прима				
Новинка				
Фритюрный				
Сало растительное				
Кондитерский				
Итого				
Всего маргариновой продукции				
В том числе за смену:				
первую				
вторую				
третью				

Форма 4

" " 19... г.

Справка о выполнении производственной программы нарастающим итогом (в т)

Наименование	План, т	Выработка, т	Выполнение плана, %
--------------	---------	--------------	---------------------

М а р г а р и н

Столвый

Сливочный

Безмолочный

Эра

Городской

Радуга

Славянский

Экстра

Особый

Столвый:

для кондитерской промышленности

" хлебопечения

Итого

К у л и н а р н ы й ж и р

Белорусский

Украинский

Прима

Новинка

Фритюрный

Сало растительное

Кондитерский

Итого

Всего маргариновой продукции

В том числе:

витаминизированной фасованной

Исходные данные для расчета получают из файла  $F2$ . Результаты расчетов хранятся в файле  $F3$ . Задача решается периодически в конце суток.

На рис. 5.4 изображена блок-схема алгоритма решения данной задачи. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приводятся ниже.

Блок 1. Вызов задачи к решению осуществляется каждые 24 ч в конце суток.

Блок 2. Вопрос оператору: "Данные об отгрузке жидкой маргариновой продукции будут вводиться?"

Блок 3. Проверка ответа оператора на вопрос, поставленный программой. Если ответ "0", переход на блок 4; если ответ "1", переход на блок 5.

Блок 4. Ввод данных о выработке жидкой маргариновой продукции вручную.

Блок 5. Печатание на устройстве быстрой печати сообщения: "Расчет суточной выработки маргариновой продукции проведен без учета жидкой продукции".

Блок 6. Открывание файлов  $F2$ ,  $F3$ . В файле  $F3$  хранятся данные за сутки и с начала месяца.

Блок 7. Сформировывание начала опроса файла  $F2$  по шифрам маргариновой продукции  $AS$ .

Блок 8. Вычисление следующих данных по выработке за сутки: маргариновой продукции определенной марки без учета вида фасовки и витаминизации  $M_{NU}$ , маргарина  $M_{MU}$ , кулинарного жира  $M_{KU}$ , маргариновой продукции  $M_{PU}$ .

Блок 9. Вычисление следующих данных по выработке с начала месяца: маргариновой продукции определенной марки без учета вида фасовки и витаминизации  $M_{NM}$ , маргарина  $M_{MM}$ , кулинарного жира  $M_{KM}$ , маргариновой продукции  $M_{PM}$ .

Блок 10. Выделение фасованной маргариновой продукции. Информация о фасованной продукции направляется на блок 11, о нефасованной весовой продукции — на блок 14.

Блок 11. Вычисление следующих данных по выработке за сутки: фасованной маргариновой продукции определенной марки  $M_{NFU}$ , фасованного маргарина (всего)  $M_{MFU}$ , фасованного кулинарного жира (всего)  $M_{KFU}$ , фасованной маргариновой продукции (всего)  $M_{PFU}$ .

Блок 12. Вычисление следующих данных по выработке с начала месяца: фасованной маргариновой продукции определенной марки  $M_{NFM}$ , фасованного маргарина  $M_{MFM}$ , фасованного кулинарного жира  $M_{KFM}$ , фасованной маргариновой продукции  $M_{PFM}$ .

Блок 13. Вычисление следующих данных по выработке за сутки: весовой маргариновой продукции определенной марки  $M_{NVU}$ , весового маргарина  $M_{MVU}$ , весового кулинарного жира  $M_{KVU}$ , весовой маргариновой продукции  $M_{PVU}$ .

Блок 14. Выделение маргариновой продукции в бочках. Информация о маргариновой продукции в бочках направляется на блок 15, о прочей весовой продукции — на блок 19.

Блок 15. Вычисление следующих данных по выработке за сутки: маргариновой продукции в бочках определенной марки  $M_{NBVU}$ , маргарина в бочках  $M_{MBVU}$ , кулинарных жиров в бочках  $M_{KBVU}$ , маргариновой продукции в бочках  $M_{PBVU}$ .

Блок 16. Выделение витаминизированной маргариновой продукции. Информация о витаминизированной маргариновой продукции направляется на блок 17, о прочей продукции — на блок 19.

Блок 17. Вычисление следующих данных по выработке за сутки: витаминизированной маргариновой продукции определенной марки  $M_{NIVU}$ , витаминизи-

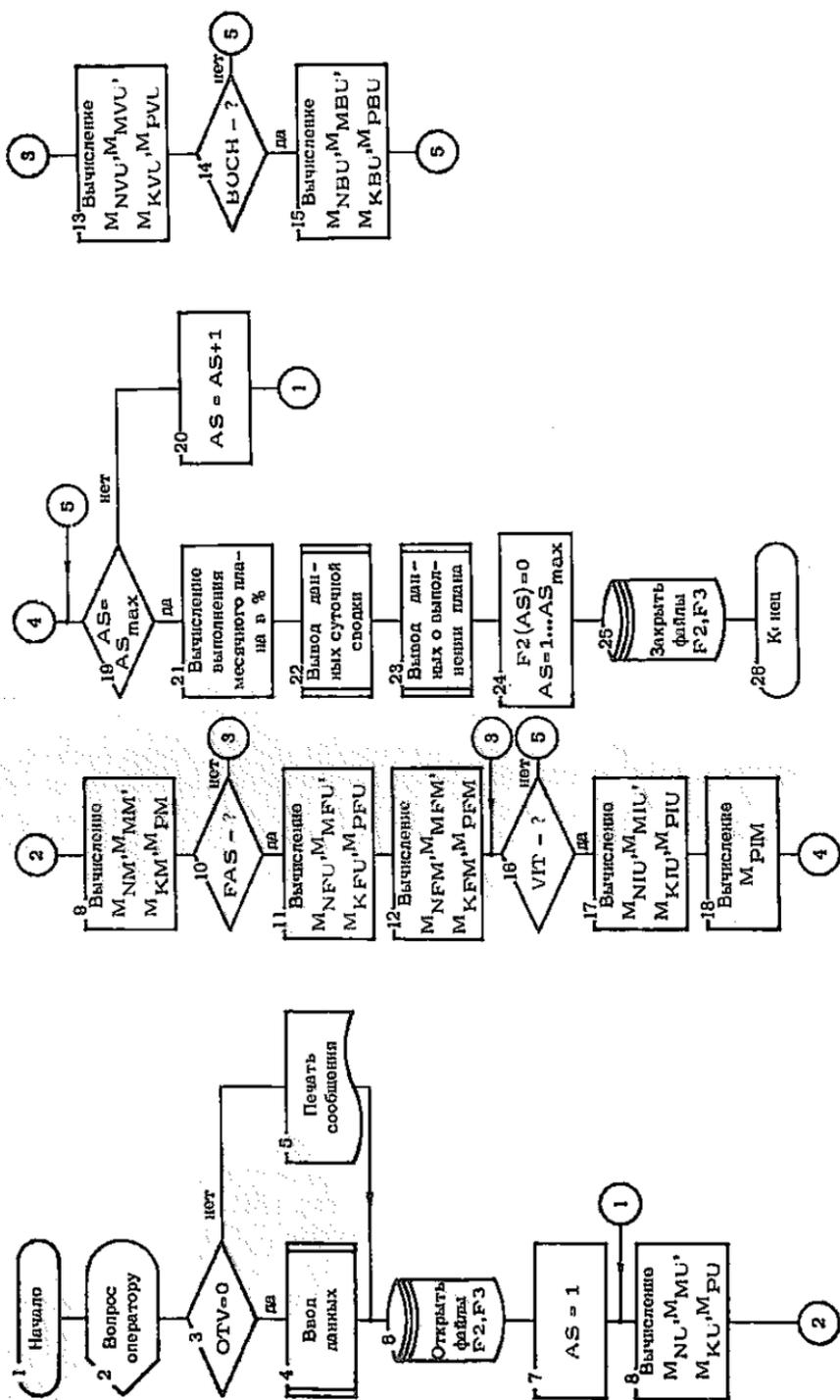


Рис. 5.4. Блок-схема алгоритмического модуля "Расчет выполнения плана выработки готовой продукции"

рованного маргарина  $M_{MII}$ , витаминизированного кулинарного жира  $M_{KIU}$ , витаминизированной маргариновой продукции  $M_{PIU}$ .

Б л о к 18. Вычисление выработки с начала месяца витаминизированной маргариновой продукции  $M_{PIU}$ .

Б л о к 19. Проверка условия конца опроса. Если опрос окончен, совершается переход на блок 21, в противном случае – на блок 20.

Б л о к 20. Сформировывание обращения к очередному шифру маргариновой продукции в файле  $F2$ .

Б л о к 21. Вычисление выполнения месячного плана в процентах по всем данным о выработке с начала месяца.

Б л о к 22. Вывод данных суточной сводки о выработке маргариновой продукции на устройство быстрой печати.

Б л о к 23. Вывод данных сводки о выполнении месячного плана по выработке маргариновой продукции на устройство быстрой печати.

Б л о к 24. Подготовка файла  $F2$  к последующим решениям задачи, обнулив данные, которые в дальнейшем не потребуются.

Б л о к 25. Закрытие файлов  $F2$  и  $F3$ .

Б л о к 26. Выход из задачи.

#### 5.8. РАСЧЕТ ВЫБОРКИ ФОНДОВ МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ

В процессе решения данной задачи для потребителей, для которых произвели отгрузку продукции за прошедшие сутки, осуществляется расчет отгрузки продукции в ассортименте с учетом фасования за последние сутки, а также с начала месяца с дополнительным учетом витаминизации и сорта.

Почти аналогичные данные рассчитываются для групп потребителей, которым произведена отгрузка в последние сутки; также определяется количество маргариновой продукции в ассортименте, которое необходимо отгрузить до конца месяца. Кроме того, каждые сутки рассчитывается ресурсная справка, в которой для групп потребителей определяются вид маргариновой продукции и общее количество отгрузок с начала месяца, а также количество продукции, которое необходимо отгрузить до конца месяца. Аналогичные данные рассчитываются для укрупненных групп потребителей.

В качестве потребителя обычно рассматривается отдельный магазин или райпищеторг; группы потребителей – например, управление продторгов; укрупненных групп – например, город, область, а также специальные потребители и ведомства.

Результаты расчетов оформляются по трем формам: справка о сбыте маргариновой продукции в ассортименте конкретному потребителю (форма 5), остаток фондов по группам потребителей в ассортименте (форма 6), ресурсная справка (форма 7). Формы выводятся на устройство быстрой печати.

Исходные данные по отгрузке за последние сутки по товаро-транспортным накладным посредством перфоленты вводятся в УВК. Кроме этого, исходные данные для расчетов получают из файлов  $F4$ ,  $F5$ ,  $F6$ ,  $F7$ . Задача решается периодически в конце суток по итогам работы двух – трех смен.

Форма 5

" " \_\_\_\_\_ 19...г.

Справка о сбыте маргариновой продукции потребителю в ассортименте (в т)

Наименование	Предыдущие		С начала месяца			Всего
	сутки		Фасо- ванная	Витаминизи- рованная	Высшего сорта	
	всего	в том числе фасован- ная				

Маргарин

Столовый  
Сливочный  
Безмолочный  
Эра  
Городской  
Радуга  
Славянский  
Экстра  
Особый  
Столовый:  
для кондитерской про-  
мышленности  
" хлебопечения  
Итого

Кулинарный жир

Белорусский  
Украинский  
Прима  
Новинка  
Фритюрный  
Сало растительное  
Кондитерский  
Итого  
Всего маргариновой про-  
дукции

Форма 6

" " \_\_\_\_\_ 19...г.

Остаток фондов в ассортименте по группам потребителей (в т)

Наименование потреби- теля и ассортимент маргари- новой продукции	План месяца, т	Отгружено		Остаток месяч- ных фон- дов, т	Выпол- нение месяч- ного плана, %
		за пре- дыду- щие сутки	с начала месяца		

Лендиетторг

Маргарин

Столовый  
Сливочный

Наименование потреби- теля и ассортимент маргари- новой продукции	План месяца, т	Отгружено		Остаток месяч- ных фон- дов, т	Выпол- нение месяч- ного плана, %
		за пре- дыду- щие сутки	с начала месяца		

Безмолочный  
Эра  
Городской  
Радуга  
Славянский  
Экстра  
Особый  
Итого  
В том числе фасованного

Кулинарный жир  
Белорусский  
Украинский  
Прима  
Новинка  
Фритюрный  
Сало растительное  
Итого  
В том числе фасованных  
Всего маргариновой  
продукции  
В том числе фасованной

Фирма Гастроном

Форма 7

" " \_\_\_\_\_ 19... г.

Ресурсовая справка

Наименование групп потреби- телей	Отгружено с начала месяца, т				План месяца по мар- гарино- вой про- дукции, т	Выпол- нение плана по мар- гарино- вой про- дукции, %	Осталось отгру- зить маргари- новой про- дукции до кон- ца мес- ца, т
	маргаринов		кулинарных жиров				
	всего	фасо- ванных	всего	фасо- ванных			

Лендиетторг  
Фирма Гастроном  
Спецторги  
Управление  
Торги области  
ВНИИЖ  
...  
Итого

Наименование групп потребителей	Отгружено с начала месяца, т				План месяца по маргариновой продукции, т	Выполнение плана по маргариновой продукции, %	Осталось отгрузить маргариновой продукции до конца месяца, т
	маргаринов		кулинарных жиров				
	всего	фасованных	всего	фасованных			

В том числе:  
по Ленинграду  
" Ленинград-  
ской области  
...

На рис. 5.5 изображена блок-схема алгоритма решения данной задачи. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приводятся ниже.

**Б л о к 1.** Вызов задачи к решению осуществляется каждые 24 ч.

**Б л о к 2.** Осуществление ввода данных из товаро-транспортных накладных на продукцию, отправленную потребителям за последние сутки.

**Б л о к 3.** Осуществление сортировки шифров потребителей, которым отправлена продукция за последние сутки, в порядке увеличения значения шифра.

**Б л о к 4.** Открывание файлов  $F_4$ ,  $F_5$ ,  $F_6$ ,  $F_7$ . В файле  $F_4$  размещаются шифры потребителей, которым отправлена продукция за последние сутки. Каждый шифр размещается в отдельной записи по порядку. Всего  $n$  записей. В файле  $F_5$  размещаются данные по отгрузке продукции потребителям в ассортименте, в файле  $F_6$  — по отгрузке продукции группам потребителей в ассортименте. Каждая запись соответствует конкретному потребителю или группе потребителей. Поля записей соответствуют отдельным маркам ассортимента маргариновой продукции. В файле  $F_7$  размещаются данные по отгрузке продукции укрупненным группам.

**Б л о к 5.** Запись информации в файлы  $F_4$ ,  $F_5$ .

**Б л о к 6.** Опрос файла  $F_4$  по записям  $n$ , содержащим шифры потребителей, которым отгружена продукция за последние сутки, а затем файла  $F_5$  по шифрам этих потребителей.

**Б л о к 7.** Опрос записи файла  $F_5$ , соответствующей шифру потребителя, принятого на обработку, по полям, содержащим информацию о продукции шифра  $AS$ , отгруженной за последние сутки.

**Б л о к 8.** Вычисление следующих данных по отгрузке конкретному потребителю: маргариновой продукции определенной марки с начала месяца  $MP_{NM}$ , маргариновой продукции за последние сутки  $MP_{PU}$ , маргариновой продукции с начала месяца  $MP_{PM}$ .

**Б л о к 9.** Вычисление следующих данных по отгрузке группе потребителей, соответствующей потребителю, по которому производился расчет в блоке 8: маргариновой продукции определенной марки за последние сутки  $MG_{NU}$ , маргариновой продукции определенной марки с начала месяца  $MG_{NM}$ , маргариновой продукции за последние сутки  $MG_{PU}$ , маргариновой продукции с начала месяца  $MG_{PM}$ .

**Б л о к 10.** Вычисление следующих данных по отгрузке: маргариновой продукции укрупненной группы, соответствующей группе потребителей, по кото-



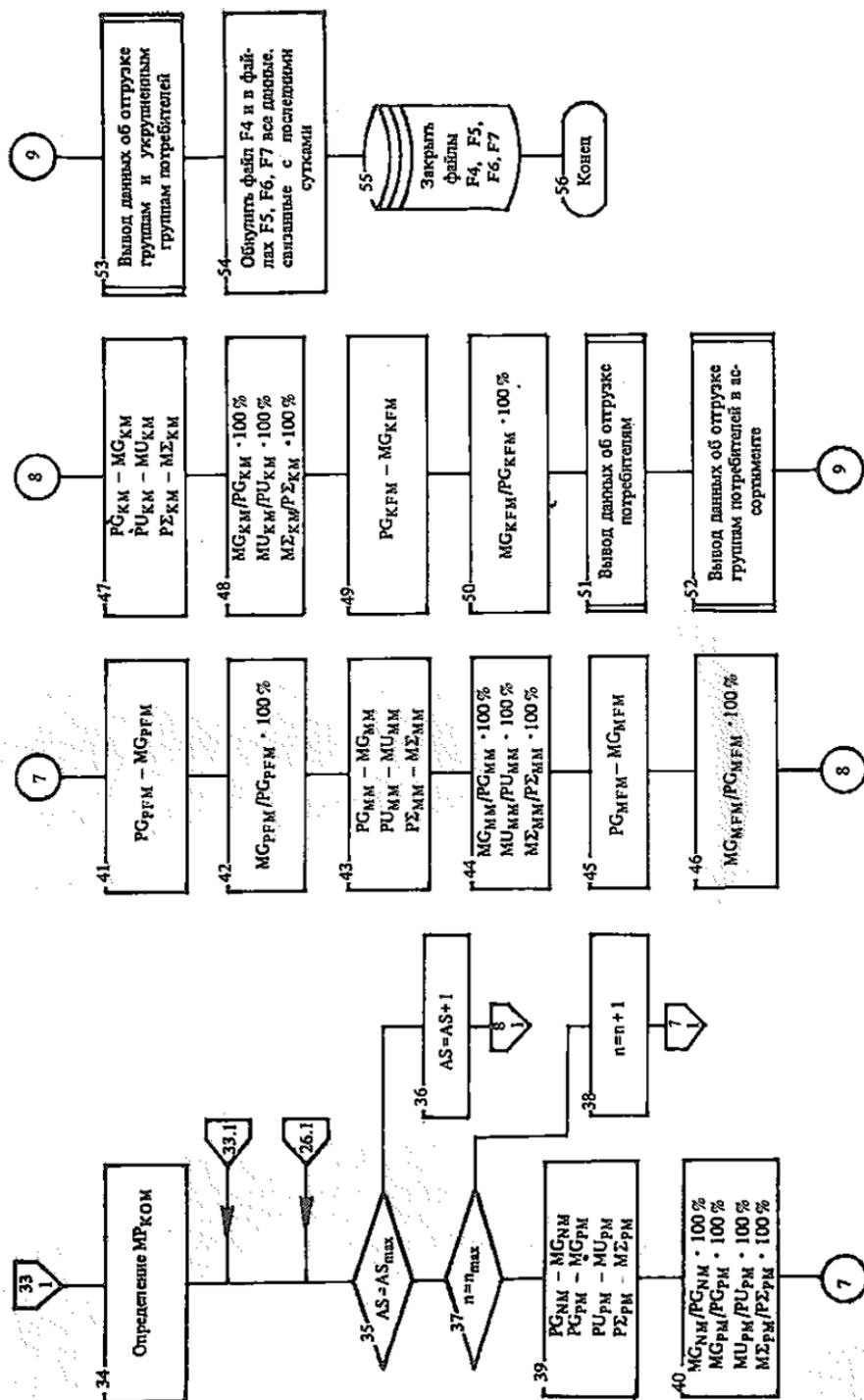


Рис. 5.5. Блок-схема алгоритмического модуля "Расчет выборки фондов маржиновой продукции потребителями"

рой производился расчет в блоке 9, с начала месяца  $MU_{PM}$ , маргариновой продукции с начала месяца с комбината  $M\Sigma_{PM}$ .

Блок 11. Выделение фасованной маргариновой продукции.

Блок 12. Вычисление следующих данных по отгрузке конкретному потребителю: фасованной маргариновой продукции определенной марки за последние сутки  $MP_{NFU}$ , фасованной маргариновой продукции определенной марки с начала месяца  $MP_{NFM}$ , фасованной маргариновой продукции за последние сутки  $MP_{PFU}$ , фасованной маргариновой продукции с начала месяца  $MP_{PFM}$ .

Блок 13. Вычисление следующих данных по отгрузке группе потребителей, соответствующей потребителю, по которому производился расчет в блоке 12: фасованной маргариновой продукции за последние сутки  $MG_{PFU}$ , фасованной маргариновой продукции с начала месяца  $MG_{PFM}$ .

Блок 14. Выделение витаминизированной маргариновой продукции.

Блок 15. Вычисление следующих данных по отгрузке конкретному потребителю: маргариновой витаминизированной продукции определенной марки с начала месяца  $MP_{NVM}$ , маргариновой витаминизированной продукции с начала месяца  $MP_{PVM}$ .

Блок 16. Выделение маргариновой продукции высшего сорта.

Блок 17. Вычисление следующих данных по отгрузке конкретному потребителю: маргариновой продукции высшего сорта определенной марки с начала месяца  $MP_{NOM}$ , маргариновой продукции высшего сорта с начала месяца  $MP_{POM}$ .

Блок 18. Выделение маргарина. Информация о маргарине направляется в блок 19, о кулинарных жирах — в блок 27.

Блок 19. Вычисление следующих данных по отгрузке конкретному потребителю: маргарина за последние сутки  $MP_{MU}$ , маргарина с начала месяца  $MP_{MM}$ .

Блок 20. Вычисление следующих данных по отгрузке: маргарина группе потребителей, соответствующей потребителю, для которого производились расчеты в блоке 19, за последние сутки  $MG_{MU}$  и с начала месяца  $MG_{MM}$ ; маргарина укрупненной группе потребителей, соответствующей группе потребителей, для которой производился расчет в данном блоке, с начала месяца  $MU_{MM}$ ; маргарина с комбината с начала месяца  $M\Sigma_{MM}$ .

Блок 21. Выделение фасованного маргарина.

Блок 22. Вычисление следующих данных по отгрузке: фасованного маргарина конкретному потребителю с начала месяца  $MP_{MFM}$ , фасованного маргарина группе потребителей, соответствующей потребителю, для которого производился расчет в данном блоке, за последние сутки  $MG_{MFU}$  и с начала месяца  $MG_{MFM}$ .

Блок 23. Выделение витаминизированного маргарина.

Блок 24. Вычисление количества витаминизированного маргарина, отгруженного конкретному потребителю с начала месяца  $MP_{MVM}$ .

Блок 25. Выделение маргарина высшего сорта.

Блок 26. Вычисление количества маргарина высшего сорта, отгруженного конкретному потребителю с начала месяца  $MP_{MOM}$ .

Блок 27. Вычисление количества кулинарного жира, отгруженного конкретному потребителю за последние сутки  $MP_{KU}$  и с начала месяца  $MP_{KM}$ .

Блок 28. Вычисление следующих данных по отгрузке: кулинарного жира группе потребителей, соответствующей потребителю, для которого производился расчет в блоке 27, за последние сутки  $MG_{KU}$  и с начала месяца  $MG_{KM}$ , кулинарного жира укрупненной группе потребителей, соответствующей группе потребителей, для которой производился расчет в данном блоке, с начала месяца  $MU_{KM}$ , кулинарного жира с комбината с начала месяца  $M\Sigma_{KM}$ .

Блок 29. Выделение фасованного кулинарного жира.

Блок 30. Вычисление следующих данных по отгрузке: фасованного кулинарного жира конкретному потребителю с начала месяца  $MP_{KFM}$ , фасованного кулинарного жира группе потребителей, соответствующей потребителю, для ко-

того производился расчет в данном блоке, за последние сутки  $MG_{KFU}$  и с начала месяца  $MG_{KFM}$ .

Б л о к 31. Выделение витаминизированного кулинарного жира.

Б л о к 32. Вычисление количества витаминизированного кулинарного жира, отгруженного конкретному потребителю с начала месяца  $MP_{KVM}$ .

Б л о к 33. Выделение кулинарного жира высшего сорта.

Б л о к 34. Вычисление количества кулинарного жира высшего сорта, отгруженного конкретному потребителю с начала месяца.

Б л о к 35. Проверка конца опроса записи файла  $F5$ , соответствующей шифру потребителя, принятого на обработку, по полям, соответствующим продукции шифра  $AS$ , отгруженной за последние сутки. В случае конца опроса производится переход на блок 37, в противном случае — переход на блок 36.

Б л о к 36. Обращение к очередному полю записи файла  $F5$ .

Б л о к 37. Проверка конца опроса файла  $F4$  по записям  $n$ . В случае конца опроса производится переход на блок 39, в противном случае — переход на блок 38.

Б л о к 38. Обращение к очередной записи файла  $F4$ .

Б л о к 39. Определение остатка по плану поставки за месяц для групп потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки, по маргариновой продукции определенной марки  $PG_{NM} - MG_{NM}$ , где  $PG_{NM}$  — планируемая величина поставок за месяц группе потребителей маргариновой продукции определенной марки; по маргариновой продукции  $PG_{PM} - MG_{PM}$ , где  $PG_{PM}$  — планируемая величина поставок за месяц группе потребителей маргариновой продукции. Определение остатка по плану поставки за месяц для укрупненных групп потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки; по маргариновой продукции  $PU_{PM} - MU_{PM}$ , где  $PU_{PM}$  — планируемая величина поставок за месяц укрупненной группе потребителей маргариновой продукции. Определение остатка по плану поставки за месяц маргариновой продукции комбината  $P\Sigma_{PM} - M\Sigma_{PM}$ , где  $P\Sigma_{PM}$  — планируемая величина поставок комбината за месяц.

Б л о к 40. Выполнение месячного плана поставок с комбината по маргариновой продукции в процентах: по маргариновой продукции определенной марки и общему количеству; группам потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки; по маргариновой продукции укрупненным группам потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки.

Б л о к 41. Определение остатка по плану поставки фасованной маргариновой продукции группам потребителей за месяц, которым производилась отгрузка за последние сутки,  $PG_{PFM} - MG_{PFM}$ , где  $PG_{PFM}$  — планируемая величина поставок за месяц группе потребителей фасованной маргариновой продукции.

Б л о к 42. Выполнение месячного плана поставок фасованной маргариновой продукции в процентах группам потребителей, которым производилась отгрузка за последние сутки.

Б л о к 43. Определение остатка по плану поставки маргарина за месяц: группам потребителей, которым производилась отгрузка за последние сутки,  $PG_{MM} - MG_{MM}$ , где  $PG_{MM}$  — планируемая величина поставок за месяц группе потребителей маргарина; укрупненным группам потребителей, которым производилась отгрузка за последние сутки,  $PU_{MM} - MU_{MM}$ , где  $PU_{MM}$  — планируемая величина поставок за месяц укрупненной группе потребителей маргарина; с комбината  $P\Sigma_{MM} - M\Sigma_{MM}$ , где  $P\Sigma_{MM}$  — планируемая величина поставок маргарина за месяц с комбината.

Б л о к 44. Выполнение месячного плана поставок маргарина в процентах: группам потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки; укрупненным группам потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки с комбината.

Б л о к 45. Определение остатка по плану поставки фасованного маргарина за месяц группам потребителей, которым производилась отгрузка за послед-

ние сутки,  $PG_{MFM} - MG_{MFM}$ , где  $PG_{MFM}$  — планируемая величина поставок фасованного маргарина за месяц группе потребителей.

Б л о к 46. Выполнение месячного плана поставок фасованного маргарина в процентах группам потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки.

Б л о к 47. Определение остатка по плану поставки кулинарного жира за месяц: группам потребителей, которым производилась отгрузка за последние сутки,  $PG_{KM} - MG_{KM}$ , где  $PG_{KM}$  — планируемая величина поставок за месяц группе потребителей; укрупненным группам потребителей, которым производилась отгрузка за последние сутки,  $PU_{KM} - MU_{KM}$ , где  $PU_{KM}$  — планируемая величина поставок за месяц укрупненной группе потребителей с комбината  $P\Sigma_{KM} - M\Sigma_{KM}$ , где  $P\Sigma_{KM}$  — планируемая величина поставок кулинарного жира за месяц с комбината.

Б л о к 48. Выполнение месячного плана поставок кулинарного жира в процентах: группам потребителей, которым производилась отгрузка за последние сутки; укрупненным группам потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки с комбината.

Б л о к 49. Определение остатка по плану поставки фасованного кулинарного жира за месяц группам потребителей, которым производилась отгрузка за последние сутки,  $PG_{KFM} - MG_{KFM}$ , где  $PG_{KFM}$  — планируемая величина поставок фасованного кулинарного жира за месяц группе потребителей.

Б л о к 50. Выполнение месячного плана поставок фасованного кулинарного жира в процентах группам потребителей, которым производилась отгрузка в последние сутки.

Б л о к 51. Вывод данных на печать о поставках конкретным потребителям, которым производилась поставка в последние сутки. Печать оформляется в виде формы (см. форму 5).

Б л о к 52. Вывод данных на печать о поставке маргариновой продукции в ассортименте группам потребителей, которым производилась отгрузка за последние сутки. Печать оформляется в виде формы (см. форму 6).

Б л о к 53. Вывод данных на печать о поставке группам и укрупненным группам потребителей маргариновой продукции по видам. Печать оформляется в виде формы (см. форму 7).

Б л о к 54. Файл  $F4$  и все данные за последние сутки в файлах  $F5, F6, F7$  свести к нулю.

Б л о к 55. Закрывать файлы  $F4, F5, F6, F7$ .

Б л о к 56. Выход из задачи.

## Глава 6. НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ УЧАСТКОМ ДОЗИРОВАНИЯ

### 6.1. ЗАДАЧИ НЦУ

Участок дозирования в составе АСУ ТП включает 6 линий. Каждая линия состоит из одного или двух дозаторов основных компонентов, кроме того, имеется еще два дозатора для добавок, каждый из которых обслуживает по три линии. Всего на участке, включая дозаторы для добавок, установлено 12 дозаторов.

Количество рецептов, дозируемых на каждой линии, может достигать 20 и более. Одна рецептура включает более десяти компонентов.

В качестве дозаторов используются порционные весовые дозаторы типа САДЖС, которые описаны в главе 3.

Продолжительность цикла набора и слива дозатора основных компонентов составляет не более 5 мин. Цикл набора и слива для дозатора основных компонентов осуществляется примерно 2 раза в час. Величина расхода отдельных компонентов достигает 5 кг/с и может меняться во времени 3—4 раза. Дозирование может осуществляться на нескольких линиях одновременно.

К дозированию предъявляются довольно высокие требования по точности. Погрешность дозирования жирового набора должна стремиться к погрешности весов дозатора.

Эффективное управление участком дозирования предусматривает решение следующих задач: ввод задания на дозирование; контроль готовности линии; пуск и останов линии; программное управление в соответствии с заданной рецептурой; контроль массы и управление клапанами набора; определение готовности линии к сливу и управление клапанами слива; организация очередности обслуживания линий дозаторами добавок; индикация состояния оборудования на мнемосхеме участка; сигнализация о неисправностях оборудования и нарушениях процесса дозирования; визуальный контроль отработки задания в процессе дозирования; хранение и корректировка информации о рецептурах и схеме дозирования; учет отдозированных компонентов маргариновой продукции.

Выполнить все вышеперечисленные задачи можно только посредством использования вычислительной техники.

При использовании вычислительной техники встает вопрос, какое управление дозированием более предпочтительно — централизованное или децентрализованное. При децентрализованном управлении дозаторами не выполняются функции, относящиеся к участку в целом. При малом количестве линий это существенного значения не имеет, при большом количестве линий значение функций, относящихся к участку в целом, увеличивается.

В настоящее время в результате появления локальных устройств управления дозированием на базе микропроцессорных средств функции управления дозатором осуществляются локально. Функции, осуществляющие управление участком, должны реализовываться на центральной микро- или мини-ЭВМ, а также должен осуществляться учет отдозированных компонентов маргариновой продукции [11, 12].

При разработке АСУ ТП Ленинградского МЖК устройства управления дозированием на базе микропроцессорных средств отсутствовали. В результате технико-экономического анализа было принято решение применить один специализированный УВК М-6000, который бы выполнял все вышеперечисленные функции и осуществлял централизованное управление участком дозирования [19].

УВК работает в режиме НЦУ. Информация о величине массы на весах дозаторов поступает с кодовых датчиков массы типа УВФ. Кодовые диски датчиков массы укреплены на валу стрелки весовых головок дозаторов. Информация имеет 10 двоичных разрядов в двоичном коде Грея. Всего существует 12 кодовых датчиков массы, т. е. по количеству дозаторов. УВК опрашивает кодовые датчики массы с периодом 0,2 с. Кроме этого, в УВК поступает информация о состоянии клапанов слива на трубопроводах, ведущих к смесителям. Информация о массе и состоянии клапанов слива поступает на модули ввода дискретной информации УСО УВК.

Сигналы управления клапанами из УВК через модули кодового управления УСО поступают в щит управления дозатора САДЖС, откуда они воздействуют на тиристорные схемы, которые непосредственно управляют клапанами. Сигнал управления имеет дискретный вид. Количество каналов управления соответствует количеству клапанов. Задание на дозирование в УВК вводит оператор через дисплей обычно раз в смену. Однако, когда это необходимо, можно вводить и корректировать задание.

Задание на данную смену содержит коды рецептов маргариновой продукции, коды линий и дозаторов, количество циклов дозирования на каждой линии той или иной рецептуры. В случае необходимости корректировки рецептуры вводятся коды компонентов, коды питателей (клапанов) и количества компонентов.

Перед началом работы системы необходимо ввести довольно большой объем условно-постоянной информации.

Условно-постоянная информация — это рецептуры и постоянные технологические характеристики участка дозирования (схемы дозирования). Условно-постоянная информация вводится посредством перфоленты.

Управление системой НЦУ участком дозирования осуществляет оператор. Оператор располагает всеми средствами, необходимыми для работы: дисплей СИД-1000, щит-пульт управления дозаторами с мнемосхемой. Посредством дисплея оператор осуществляет выбор рецептур для конкретных дозаторов и, если необходимо, корректировку рецептур. На дисплее можно также получить информацию о

состоянии дозаторов и о массе отдозированных компонентов.

Оператор с пульта управления посредством кнопок осуществляет пуск и остановку дозаторов, а посредством ключа выбора режимов — выбор между режимом НЦУ и локальным управлением дозаторов.

На фасадной стороне щита размещена мнемосхема, сигнализирующая о состоянии дозаторов. Информация на мнемосхему поступает из УВК, а с пульта управления информация вводится в УВК.

Дисплей и щит-пульт управления расположены на центральном диспетчерском пункте. УВК расположен в вычислительном центре, размещенном рядом с ЦДП.

При запуске системы НЦУ участком дозирования оператор сначала вводит через дисплей в УВК задания, а затем кнопками с пульта управления запускает дозаторы. Далее он следит за процессом дозирования по мнемосхеме, в случае необходимости вызывает на дисплей цифровую информацию об отдозированной массе компонентов.

После выполнения заданного количества циклов дозирования оператор отключает дозаторы с пульта или вводит дополнительное задание.

Для отображения хода работы участка дозирования на мнемосхеме предусмотрено следующее: состояние каждого дозатора сигнализируется горением лампы в случае нормальной работы, а при нарушениях — миганием; две лампы на каждой линии сигнализируют этапы работы дозаторов. Одна лампа горит при наборе и сливе компонентов, другая — при окончании набора компонентов, когда набор компонентов находится на весах; 6 общих для участка ламп соответствуют шести сигнализируемым видам нарушений. Лампа в случае нарушения мигает одновременно с лампой соответствующего дозатора. При нарушениях одновременно с сигнализацией автоматически выводится на дисплей информация, содержащая вид нарушения, номер линии и дозатора, наименование компонента и его массу.

Предусмотрена сигнализация следующих шести видов нарушений: нарушение в работе кодового измерителя массы и клапана слива после поступления команды на его закрытие; отсутствие установки стрелки на нуль; нарушение рецептуры; отсутствие подачи компонентов на весы или резкое увеличение расхода компонентов; перегрузка весов — перелив.

В зависимости от вида нарушений оператор принимает соответствующие меры.

## 6.2. АЛГОРИТМЫ НЦУ

Система НЦУ должна обеспечивать точное дозирование компонентов по заданной рецептуре, необходимый цикл работы дозаторов и линий дозирования, т. е. требуемую производительность линий, а также заданное количество циклов на каждой линии.

Дозирование компонентов на каждом дозаторе производится автоматически и строго последовательно: сначала один компонент поступа-

ет в бак дозатора; при достижении заданной величины массы подача прекращается, начинается подача следующего компонента, и так до полной загрузки.

Программное обеспечение системы НЦУ состоит из совокупности программных модулей, предназначенных для решения отдельных задач.

Все дозаторы необходимо обслуживать параллельно, причем каждый дозатор может находиться в различном рабочем состоянии. Управление различными рабочими состояниями дозаторов реализуется различными программными модулями. По завершении выполнения программным модулем его задачи, т. е. при переходе дозатора в другое рабочее состояние, не происходит прямой передачи управления следующему программному модулю. Отработавший программный модуль выдает заявку на следующий программный модуль, которая фиксируется в специальном массиве заявок. В случае, если следующий программный модуль свободен, он подключается к управлению дозатором. Подобный подход дает возможность обеспечить параллельное управление дозаторами.

Перечень массивов заявок и их взаимосвязь с программными модулями приведены в табл. 6.1.

6.1. Перечень массивов заявок и их взаимосвязь с программными модулями

Название программного модуля, формирующего заявку	Название массива заявок	Название программного модуля, на который формируется заявка
<i>PRDD</i> — обработка очереди на дозатор добавок	<i>MZD</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>PUPD</i>	<i>PUPD</i> — пуск процесса дозирования
<i>PUPD</i>	<i>MZKG</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>CGVI</i>	<i>CGVI</i> — контроль готовности весов
<i>CGVI</i>	<i>MZKL</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>MKLN</i>	<i>MKLN</i> — счетчик клапанов налива
<i>MKLN</i>	<i>MZOKL</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>OKLN</i>	<i>OKLN</i> — открывание клапанов налива
<i>CGVI</i>	<i>MZKVF</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>CUVF</i>	<i>CNL1</i> — контроль датчика УВФ
<i>OKLN</i>	<i>MZKN1</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>CNL1</i>	<i>CNL1</i> — контроль налива 1
<i>OKLN</i>	<i>MZKN2</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>CNL2</i>	<i>CNL2</i> — контроль налива 2
<i>CNL1</i>	<i>MZKU</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>CONU</i>	<i>CONU</i> — контроль управления
<i>MKLN</i>	<i>MZSL</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>ASLK</i>	<i>ASLK</i> — анализ заявок на слив основных компонентов
<i>ASLK</i>	<i>MOKLS</i> — массив заявок на выполнение модуля <i>OKLS</i>	<i>OKLS</i> — открывание клапана слива

Название программного модуля, формирующего заявку	Название массива заявок	Название программного модуля, на который формируется заявка
<i>OKLS</i>	<i>MZKSL</i> – массив заявок на выполнение модуля <i>COSL</i>	<i>COSL</i> – контроль слива
<i>COSL</i>	<i>MCHNB</i> – массив заявок на выполнение модулей <i>CNAB</i> , <i>MZKVF</i>	<i>CNAB</i> – счетчик наборов
<i>PUDP</i>		<i>CUVF</i>
<i>MEDD</i> – организация очереди на дозатор добавок	<i>MODD</i> – массив заявок на выполнение модуля <i>PRDD</i>	<i>PRDD</i> – обработка очереди на дозатор добавок
<i>CONU</i>	<i>MZTEP</i> – массив заявок на выполнение модулей <i>CTEP</i>	<i>CTEP</i> – расчет <i>ТЭП</i>
<i>MKLN</i>	<i>MOKLS</i>	<i>OKLS</i>
<i>CNAB</i>	<i>MZDD</i> – массив заявок на выполнение модуля <i>MEDD</i>	<i>MEDD</i>
<i>CNAB</i>	<i>MZD</i>	<i>PUDP</i>
<i>CTEP</i>	<i>MZKL</i>	<i>MKLN</i>

Схема связей между модулями системы НЦУ представлена на рис. 6.1. Последовательность работы отдельных модулей, показанных на рис. 6.1, строго обязательна только для работы одного дозатора. Состояние дозаторов и линий описано массивами заявок. С помощью этих массивов происходит передача обслуживания дозаторов и линий от одного программного модуля к другому.

Далее приводится описание алгоритмов программных модулей.

В алгоритмах используются следующие обозначения:

*R* – количество рецептов;

*L* – количество линий;

*D* – общее количество дозаторов;

$K_d$  – количество клапанов набора на дозаторе;

*I* – количество дозаторов добавок;

$L^1$  – количество линий, обслуживаемых одним дозатором добавок;

*J* – количество компонентов по рецептуре;

$D^1$  – количество дозаторов, входящих в линию дозирования.

### 6.2.1. Ввод исходных данных в систему НЦУ

Задача реализует ввод исходных данных, подготовленных на перфоленте, и протоколирование их. Исходные данные описывают технологический процесс дозирования, в том числе рецептуры.

В результате решения задачи информацией заполняются следующие массивы: *MREC* – рецептурная таблица, *IGO* – массив величин, определяющих "нулевую" зону датчиков массы; *IDGDN* – массив минимально допустимых приращений показаний датчиков массы; *IDGDX* –

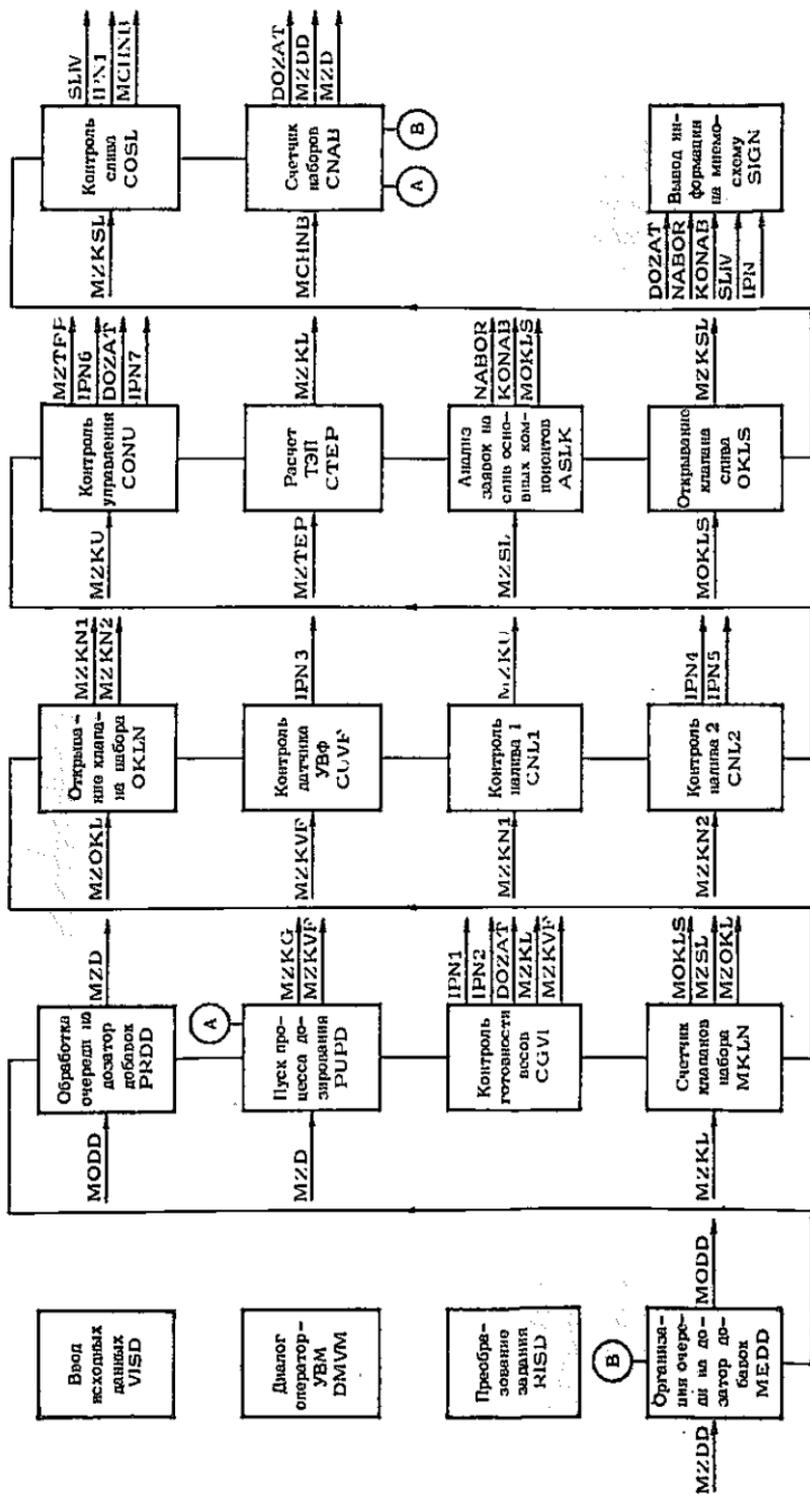


Рис. 6.1 Схема связей между программными модулями НЦУ участком дозирования

массив максимально допустимых приращений показаний датчиков массы; *MAXGD* — массив максимально допустимых приращений массы компонентов; *MINGD* — массив минимально допустимых приращений массы компонентов; *MLD* — массив соответствия номеров дозаторов и линий дозирования; *MKLD* — массив соответствия номеров дозаторов и клапанов набора; *KLPP* — массив соответствия линий дозирования и дозаторов согласно технологии производства; *MXCL* — массив величины выдержек времени на закрытие клапанов; *LISL* — массив соответствия линий дозирования и клапанов слива дозаторов добавок; *KOMKL* — массив соответствия клапанов набора и компонентов; *MLDD* — массив соответствия линий дозирования и дозаторов добавок.

### 6.2.2. Преобразование задания

Задача состоит в преобразовании введенного оператором задания через дисплей, указывающего, по какой рецептуре должен работать дозатор, в величины критических масс уставок для каждого клапана набора линии дозирования. Величины уставок предназначены для своевременной выдачи команды на клапаны с целью прекращения заполнения дозатора компонентом.

В результате функционирования задачи заполняются информацией следующие массивы: *MGKRR* — массив соответствия клапанов и значений критических масс компонентов по дозаторам, *MGKRD* — массив соответствия линий дозирования и значений критических масс добавочных компонентов.

### 6.2.3. Диалог оператор — УВМ

Задача состоит в обеспечении диалога оператора с УВМ. В режиме диалога оператор через дисплей вводит в УВМ информацию о технологическом процессе и участке дозирования, которая постоянна только для данного участка дозирования.

Ввод данных через дисплей осуществляется путем заполнения определенных форм, которые появляются на экране по вызову оператора.

В результате функционирования задачи информация записывается в следующие массивы: *MLD*, *MKLD*, *MAXKL* — массивы номеров последних задействованных клапанов набора; *ILREC* — массив соответствия номеров линий дозирования и рецептур; *MLDD*, *KLPP* — массивы заданных чисел наборов (циклов дозирования) по линиям дозирования, *KOMKL*, *IGO*, *IDGDY*, *IDGDN*, *MAXGD*, *MINGD*, *MGKRR*, *MGKRD*, *MREC*, *MXCL*.

### 6.2.4. Начало процесса дозирования

Задача состоит в организации включения в работу системы дозаторов согласно заданию, вводимому оператором.

Блок-схема алгоритма приведена на рис. 6.2. Краткие пояснения функционирования блок-схемы алгоритма приводятся ниже.

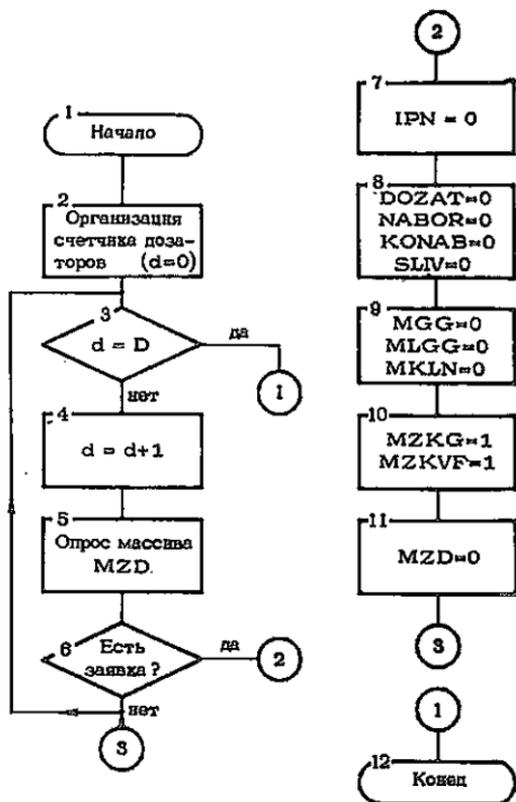


Рис. 6.2. Блок-схема алгоритмического модуля "Начало процесса дозирования"

Б л о к 1. Начало решения задачи.

Б л о к и 2, 3, 4. Организация счетчика дозаторов.

Б л о к 5. Опрос массива заявок *MZD* на выполнение данной задачи. Число заявок определяется количеством дозаторов, вводимых оператором.

Б л о к 6. Проверка наличия заявок.

Б л о к 7. Подготовка к работе счетчиков нарушений *IPN* путем обнуления их содержимого.

Б л о к 8. Подготовка к работе массивов *DOZAT*, *NABOR*, *KONAB*, *SLIV*, содержащих информацию о состоянии технологического процесса, путем их обнуления. *DOZAT* – массив, характеризующий состояние дозатора: "1" – включен в работу, "0" – выключен. *NABOR* – массив признаков, который говорит о том,

что линия находится в состоянии набора. *KONAB* – массив признаков, который говорит о том, что на линии набор закончен. *SLIV* – массив признаков, который говорит о том, что линия находится в состоянии слива.

Б л о к 9. Проверка нахождения стрелки весов в нулевой зоне.

Б л о к 10. Формирование заявок на выполнение задач "Контроль готовности весов" ( $MZKG = 1$ ), "Контроль датчика УФ" ( $MZKVF = 1$ ) от опрашиваемого дозатора.

Б л о к 11. Снятие заявки в массиве выполняемой задачи опрошенным дозатором.

### 6.2.5. Контроль готовности весов

Задача состоит в контроле готовности весов перед началом процесса дозирования. Готовность определяется закрытым состоянием клапанов слива и положением стрелки весов на нуле. Следует учесть, что у дозатора основных компонентов один клапан слива, а у дозатора добавок клапанов слива значительно больше. Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.3. Краткие пояснения функционирования блок-схемы алгоритма приведены ниже.

Б л о к 1. Начало решения задачи.

Б л о к и 2, 3, 4. Организация счетчика дозаторов.

Б л о к 5. Опрос массива заявок *MZKG* на выполнение данной задачи. Число заявок определяется в задаче "Пуск процесса дозирования".

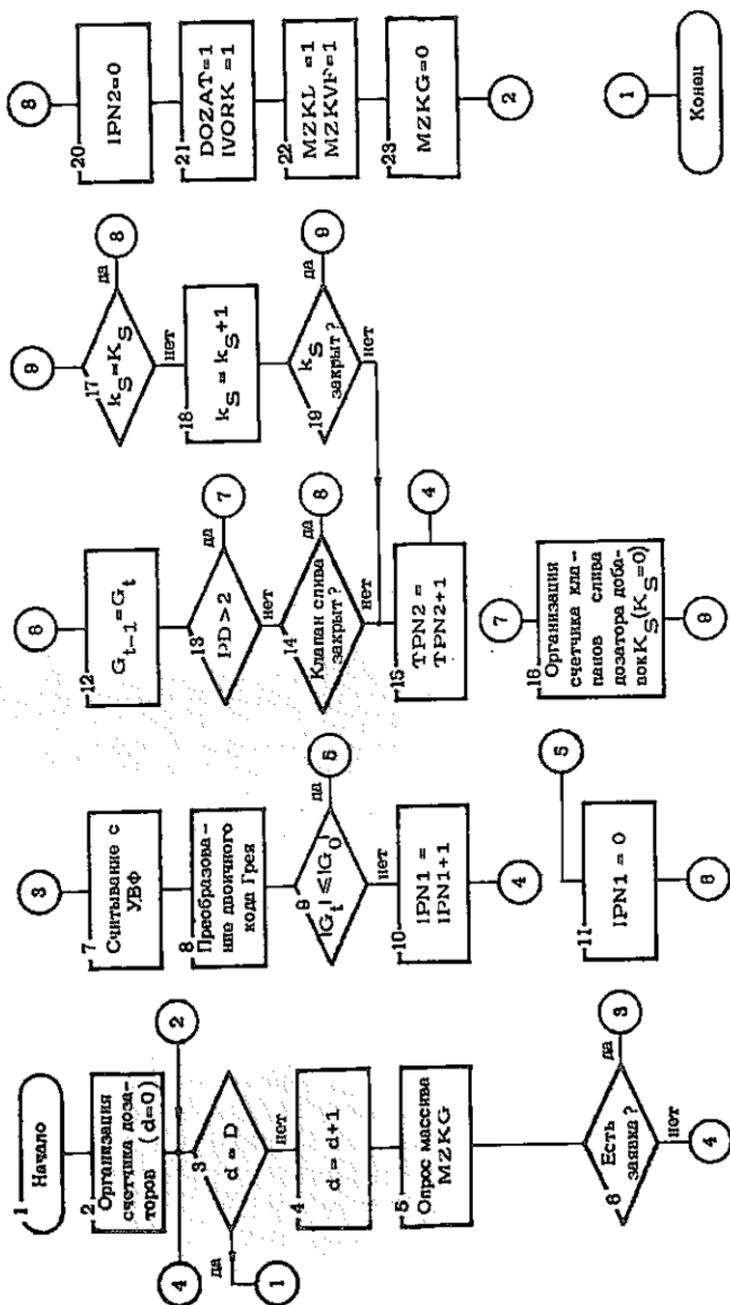


Рис. 6.3. Блок-схема алгоритмического модуля "Контроль готовности весов"

Б л о к 6. Проверка наличия заявки.

Б л о к и 7, 8. Считывание информации с фотоэлектрического датчика массы УВФ и ее преобразование из двоичного кода Грея в двоичный код.

Б л о к 9. Проверка нахождения стрелки весов в нулевой зоне.  $G_0$  — граница нулевой зоны.  $G_t$  — показание стрелки весов. Если стрелка находится в нулевой зоне, — переход на блок 11, если нет, — на блок 10.

Б л о к 10. Счетчик нарушений  $IPN1$  "Отсутствие нуля" увеличивается на 1.

Б л о к 11. В счетчик нарушений  $IPN1$  заносится ноль.

Б л о к 12. Обновление массива  $IGG$  после снятия текущего значения  $G_t$  с датчика массы.  $IGG$  — массив показаний датчиков массы в момент времени  $t - 1$  при дискретности опроса 1 с.

Б л о к 13. Проверка в массиве  $IPPD$  значения признака опрашиваемого дозатора  $PD$ . Если  $PD \leq 2$ , — переход на блок 14, если  $PD > 2$ , — переход на блок 16.  $IPPD$  — массив признаков дозаторов  $PD$ , характеризующих их назначение.  $PD = 1$  — дозатор жировых компонентов.  $PD = 2$  — дозатор водно-молочных компонентов.  $PD = 3 \div 4$  — дозатор добавок.

Б л о к 14. Проверка состояния клапана слива дозатора основных компонентов (жировых или водно-молочных). Если клапан закрыт, — переход на блок 20, если открыт, — на блок 15.

Б л о к 15. Счетчик нарушений  $TPN2$  "Клапан слива открыт" увеличивается на 1.

Б л о к и 16, 17, 18. Организация счетчика клапанов слива  $K_s$  дозатора добавок.

Б л о к 19. Проверка состояния клапана слива дозатора добавок. Если клапан закрыт, — переход на блок 17, если открыт, — на блок 15.

Б л о к 20. В счетчик нарушений  $IPN2$  заносится ноль.

Б л о к 21. В массив  $DOZAT$ , характеризующий состояние дозатора, заносится 1. В массив  $IWORK$ , характеризующий состояние линии дозирования (" $I$ " — линия включена в работу; " $O$ " — выключена), заносится 1.

Б л о к 22. Формирование заявок на выполнение задач "Счетчик клапанов набора" ( $MZKL = 1$ ) и "Контроль датчика УВФ" ( $MZKVF = 1$ ) от опрашиваемого дозатора.

Б л о к 23. Снятие заявки в массиве выполняемой задачи опрошенным дозатором.

## 6.2.6. Счетчик клапанов набора

Задача состоит в выборе определенных номеров клапанов набора опрашиваемого дозатора для последующего их открытия. Необходимость в тех или иных клапанах определяется введенной оператором рецептурой.

По окончании опроса клапанов набора дозатора следует произвести следующие действия. Линии, дозирующие основные компоненты маргариновой продукции, производят слив набранных компонентов только по окончании работы всех дозаторов, входящих в одну линию, в том числе и дозатора добавок, обслуживающего данную линию. Дозатор добавок осуществляет слив набранных компонентов сразу.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.4. Краткие пояснения функционирования блок-схемы алгоритма приведены ниже.

Б л о к 1. Начало решения задачи.

Б л о к и 2, 3, 4. Организация счетчика дозатора.

Б л о к 5. Опрос массива заявок  $MZKL$  на выполнение данной задачи.

Б л о к 6. Проверка наличия заявки в массиве  $MZKL$  на включение в работу дозатора  $d$ . Если есть, то переход на блок 7, если нет, — возврат на блок 3.

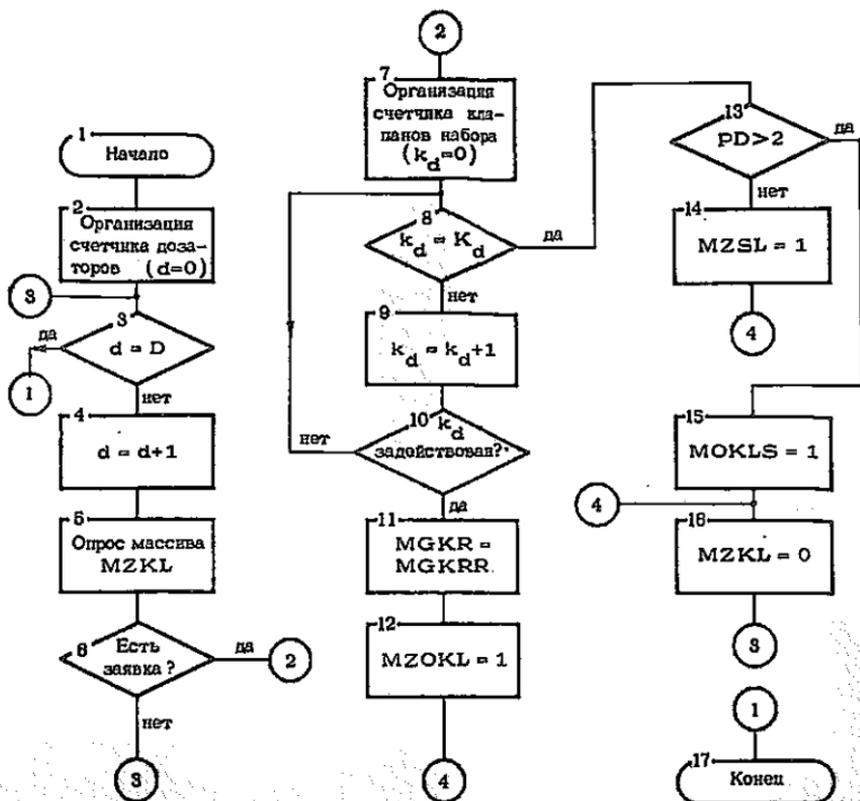


Рис. 6.4. Блок-схема алгоритмического модуля "Счетчик клапанов набора"

Блок 7, 8, 9. Организация счетчика клапанов набора  $K_d$  опрашиваемого дозатора.

Блок 10. Проверка необходимости в опрашиваемом клапане, т. е. требуется ли его в дальнейшем открывать. Если да, то переход на блок 11, если нет, — возврат на блок 8.

Блок 11. Выбор значений критических масс  $G_{кр}$  по номеру опрошенного клапана из массива  $MGKRR$  и запись их в массив  $MGKR$ .  $MGKR$  — массив значений критических масс для опрашиваемых клапанов набора.

Блок 12. Формирование заявки на выполнение задачи "Открытие клапана набора" ( $MZOKL = 1$ ) от опрашиваемого дозатора.

Блок 13. Проверка значения  $PD$  — признака опрашиваемого дозатора — по окончании счета всех его клапанов набора. Если  $PD \leq 2$ , то переход на блок 14, если  $PD > 2$ , — на блок 15.

Блок 14. Формирование заявки на выполнение задачи "Анализ заявок на слив основных компонентов" ( $MZSL = 1$ ) от опрашиваемого дозатора основных компонентов.

Блок 15. Формирование заявки на выполнение задачи "Открыть клапан слива" ( $MOKLS = 1$ ) от опрашиваемого дозатора добавок.

Блок 16. Снятие заявки в массиве выполняемой задачи ( $MZKL = 0$ ) опрошенным дозатором.

## 6.2.7. Открывание клапана набора

Задача состоит в опросе массива заявок на открывание клапанов набора  $MZOKL$ , выдаче при наличии заявок управляющих воздействий для открывания клапана, формировании заявок на выполнение задач "Контроль налива 1" ( $MZKN1 = 1$ ) и "Контроль налива 2" ( $MZKN2 = 1$ ), внесении 1 в массив  $NABOR$ , характеризующий состояние линии "набор", снятия заявки в массиве выполняемой задачи ( $MZOKL = 0$ ).

## 6.2.8. Контроль датчика УВФ

Задача состоит в считывании информации с датчиков УВФ (указатель массы фотозлектрический), первичной обработке информации (преобразовании двоичного кода Грея в истинный двоичный код) и контроле достоверности считываемой информации с целью определения работоспособности датчика УВФ по известным допустимым приращениям показаний датчика. Период опроса датчика  $T = 0,2$  с.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.5. Краткие пояснения функционирования блок-схемы алгоритма приведены ниже.

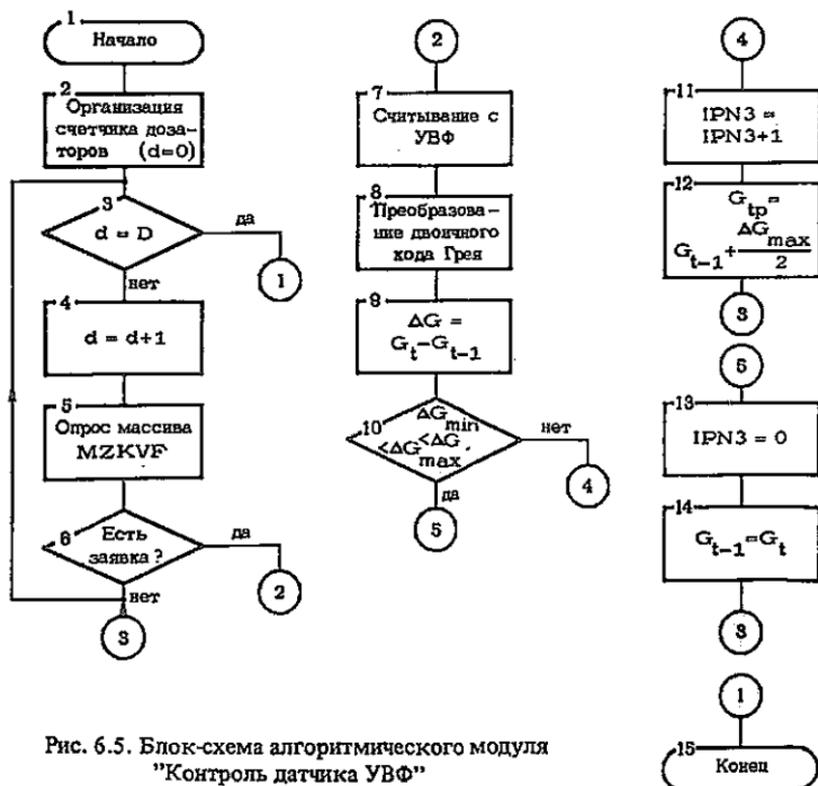


Рис. 6.5. Блок-схема алгоритмического модуля "Контроль датчика УВФ"

- Б л о к 1. Начало решения задачи.  
 Б л о к и 2, 3, 4. Организация счетчика дозатора.  
 Б л о к 5. Опрос массива заявок  $MZKVF$  на выполнение данной задачи.  
 Б л о к 6. Проверка наличия заявки в массиве  $MZKVF$  для опроса дозатора  $d$ . Если есть, то переход на блок 7, если нет, – возврат в блок 3.  
 Б л о к 7. Считывание с УВФ.  
 Б л о к 8. Преобразование двоичного кода Грея.  
 Б л о к 9. Вычисление текущего приращения массы наливаемого компонента за период опроса –  $\Delta G$ .  $G_{t-1}$  – значение массы на период опроса ранее.  
 Б л о к 10. Проверка достоверности показания датчика УВФ. Если да, то переход на блок 13, если нет, – на блок 11.  $\Delta G_{\min}$  – минимальное заданное значение текущего приращения массы.  $\Delta G_{\max}$  – максимальное заданное значение текущего приращения массы.  
 Б л о к 11. Счетчик нарушений  $IPN3$  "УВФ не работает" увеличивается на 1.  
 Б л о к 12. Вместо недостоверного значения определяется расчетное текущее значение массы –  $G_{TP}$  и записывается в массив  $IG$ .  $IG$  – массив показаний, считанных с датчика массы в момент времени  $t-1$ .  
 Б л о к 13. В счетчик нарушений  $IPN3$  заносится ноль (отсутствие нарушений).  
 Б л о к 14. Запись в массив  $IG$  текущего значения массы –  $G_t$ .

### 6.2.9. Контроль налива 1

Задача состоит в осуществлении контроля налива компонентов с целью своевременной выдачи команды на прекращение дозирования компонента. Период опроса датчика УВФ  $T = 0,2$  с.

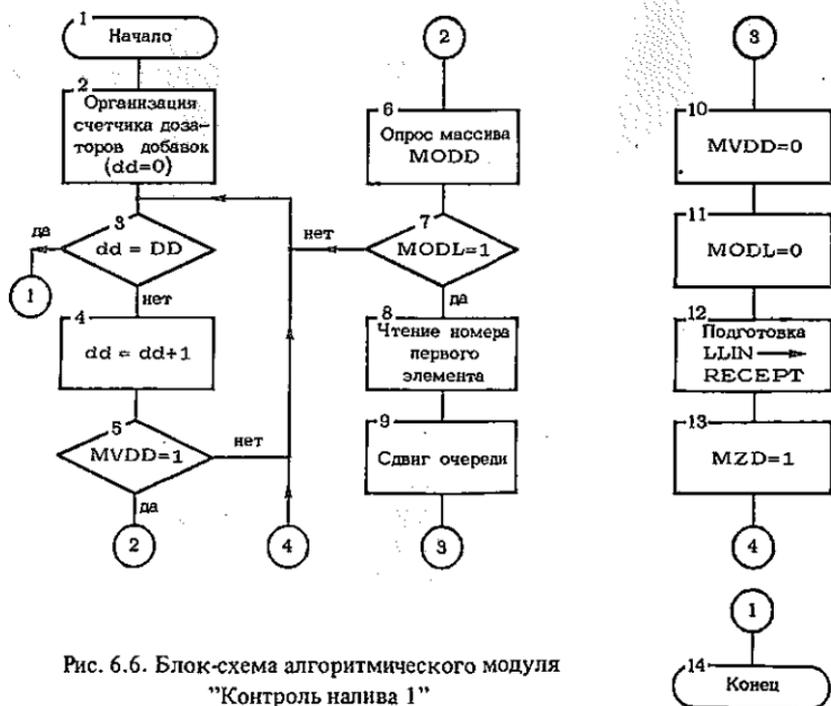


Рис. 6.6. Блок-схема алгоритмического модуля "Контроль налива 1"

После открытия клапанов набора осуществляется последовательный контроль процесса налива компонентов на всех линиях путем сравнения значений текущей массы  $G_t$  и критической массы  $G_{кр}$ . При равенстве выдается команда на закрытие клапана набора. Величина  $G_{кр}$  учитывает инерционность срабатывания клапана и остаток компонента, который упадет на весы после закрытия клапана, т. е.  $G_{кр}$  учитывает "упреждение", которое необходимо включать в команду.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.6. Краткие пояснения функционирования блок-схемы алгоритма приведены ниже.

Б л о к 1. Начало решения задачи.

Б л о к и 2, 3, 4. Организация счетчика дозаторов.

Б л о к 5. Опрос массива заявок  $MZKN1$  на выполнение данной задачи. Число заявок определяется в задаче "Открытие клапана набора".

Б л о к 6. Если есть заявка, то переход на блок 7, если нет, — возврат в блок 3.

Б л о к 7. Считывание данных с УВФ.

Б л о к 8. Преобразование двоичного кода Грея.

Б л о к 9. Сравнение значения текущей массы наливаемого компонента с критической. Если  $G_t \geq G_{кр}$ , то переход на блок 10, если нет, — возврат на блок 3.

Б л о к 10. Снятие управляющего воздействия с клапана набора по адресу в массиве  $MKLN$  для его закрытия.

Б л о к 11. Перевод часов, определяющих время выдержки, в ноль, т. е. организация начала отсчета времени срабатывания клапана набора.  $ICLK$  — часы, определяющие время выдержки.

Б л о к 12. Формирование заявки ( $MZKU = 1$ ) на выполнение задачи "Контроль управления" от опрашиваемого дозатора.

Б л о к 13. Снятие заявок ( $MZKN2 = 0$ ) в массиве задачи "Контроль налива 2" опрошенным дозатором.

Б л о к 14. Снятие заявки ( $MZKN1 = 0$ ) в массиве выполняемой задачи опрошенным дозатором.

## 6.2.10. Контроль налива 2

Задача состоит в контроле процесса налива компонента с целью предупреждения ошибочных и аварийных ситуаций при нарушении хода технологического процесса, таких, как отсутствие подачи или скачкообразное увеличение подачи компонента. Контроль ведется по допустимым границам приращений массы наливаемого компонента. Период опроса датчика УВФ  $T = 1$  с.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.7. Краткие пояснения функционирования блок-схемы алгоритма приведены ниже.

Б л о к 1. Начало решения задачи.

Б л о к и 2–4. Организация счетчика дозаторов.

Б л о к 5. Опрос массива заявок  $MZKN2$  на выполнение данной задачи. Число заявок определяется в задаче "Открытие клапана набора".

Б л о к 6. Если есть заявка в массиве  $MZKN2$ , то переход на блок 7, если нет, — возврат в блок 3.

Б л о к 7. Считывание с УВФ.

Б л о к 8. Преобразование двоичного кода Грея.

Б л о к 9. Вычисление текущего приращения массы компонента —  $\Delta G$ .

Б л о к 10. Проверка наличия нарушений условий протекания процесса дозирования путем анализа  $\Delta G$ . Если  $0 \leq \Delta G \leq \Delta G_{\min}$ , то переход на блок 11,

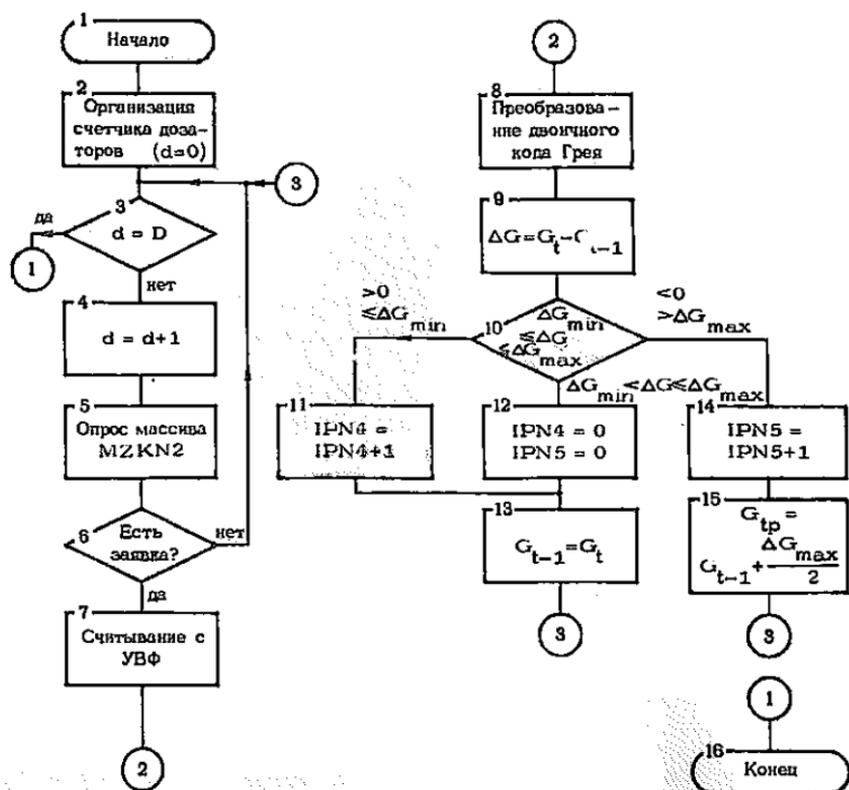


Рис. 6.7. Блок-схема алгоритмического модуля "Контроль налива 2"

если  $\Delta G < 0$  или  $\Delta G > \Delta G_{\max}$  – на блок 14, если  $\Delta G_{\min} < \Delta G \leq \Delta G_{\max}$  – на блок 12.

Блок 11. Счетчик нарушений  $IPN4$  "Отсутствие компонента" увеличивается на 1.

Блок 12. В счетчики нарушений  $IPN4$  и  $IPN5$  "Резкое увеличение расхода" заносится ноль (в этом случае отсутствует нарушение).

Блок 13. Обновление массива  $IGG$  после считывания текущего значения массы.  $IGG$  – массив показаний датчика УВФ в момент времени  $t-1$  при значении периода опроса  $T = 1$  с.

Блок 14. Счетчик нарушений  $IPN5$  увеличивается на 1.

Блок 15. Вместо недостоверного значения определяется расчетное текущее значение массы  $G_{tp}$  и записывается в массив.

### 6.2.11. Контроль управления процессом закрывания клапанов набора

Задача состоит в контроле за выполнением команд на закрывание клапанов набора, осуществляемом через определенное время. Время учитывает инерционность срабатывания клапанов набора и длительность успокоения стрелки весоизмерительного устройства.

В ходе контроля вычисляется значение приращения массы компонента за одну секунду  $\Delta G$  и сравнивается с нулем. Кроме этого, сравнивается задаваемая нарастающим итогом согласно рецептуре масса отдозированных компонентов  $G_{зад}$  с фактической  $G_t$  с целью контроля за точностью дозирования суммарного набора компонентов. Если  $\Delta G > 0$  или  $G_t \neq G_{зад}$  при заполнении любым компонентом, кроме последнего, делается вывод о нарушении рецептуры, а при заполнении последнего компонента — о возможном переполнении бака на весах. Период опроса — 1 с.

Посредством осмотра дозатора проводится окончательный анализ нарушения, делается вывод о его причине и докладывается диспетчеру для принятия решений.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.8. Краткие пояснения функционирования блок-схемы алгоритма приведены ниже.

Б л о к и 1–8. Начало решения задачи и опрос УВФ.

Б л о к 9. Проверка — время, выделенное на закрытие клапана набора и успокоение стрелки, истекло? Если да, то переход на блок 11, если нет, — на блок 10.

Б л о к 10. Продолжение отсчета времени выдержки.

Б л о к 11. Вычисление текущего приращения массы  $\Delta G$ .

Б л о к 12. Проверка — клапан набора закрыт? Если да, то переход на блок 16, если нет, — на блок 13.

Б л о к 13. Проверка — это последний клапан набора? Если да, то переход на блок 14, если нет, — на блок 17.

Б л о к и 14, 17. Счетчики нарушений  $IPN7$  "Переполнение весов" и  $IPN6$  "Нарушение рецептуры" увеличиваются на 1.

Б л о к 15. Вывод на дисплей информации о нарушении с указанием номеров линий, дозатора, компонента и его массы.

Б л о к 16. Сравнение текущего значения массы  $G_t$  с заданным  $G_{зад}$ . Если разность в пределах нормы, то переход на блок 18, если  $G_t > G_{зад}$ , — на блок 13, если  $G_{зад} > G_t$ , — на блок 17.

Б л о к 18. В счетчики нарушений  $IPN6$  и  $IPN7$  заносится ноль (нарушения отсутствуют).

Б л о к 19. Обновление данных в массивах  $IGG$ ,  $MG$ .  $MG$  обновляется после окончания набора компонента.  $MG$  — массив показаний датчиков УВФ после окончания заполнения очередного компонента.

Б л о к 20. Формирование заявки на выполнение задачи "Расчет ТЭП" от опрашиваемого дозатора.

## 6.2.12. Расчет ТЭП

Задача состоит в учете расходуемых на дозирование компонентов маргариновой продукции по линиям за смену. Результаты выводятся в конце смены на перфоленту.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.9. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приведены ниже.

Б л о к и 1–6. Подготовка к решению задачи.

Б л о к 7. Вычисление значения массы отдозированного  $j$ -го компонента  $G_j$  опрашиваемым дозатором.

Б л о к 8. Обновление массива  $MGG$  после определения величины массы оче-

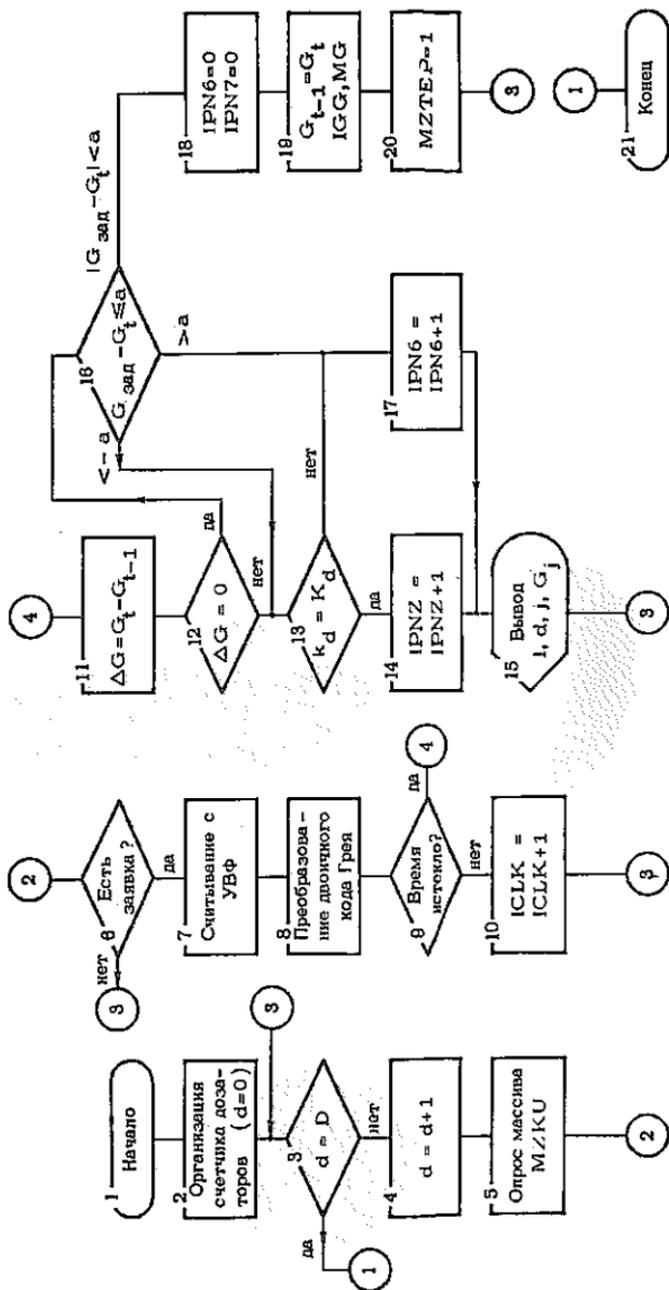


Рис. 6.8. Блок-схема алгоритмического модуля "Контроль управления"

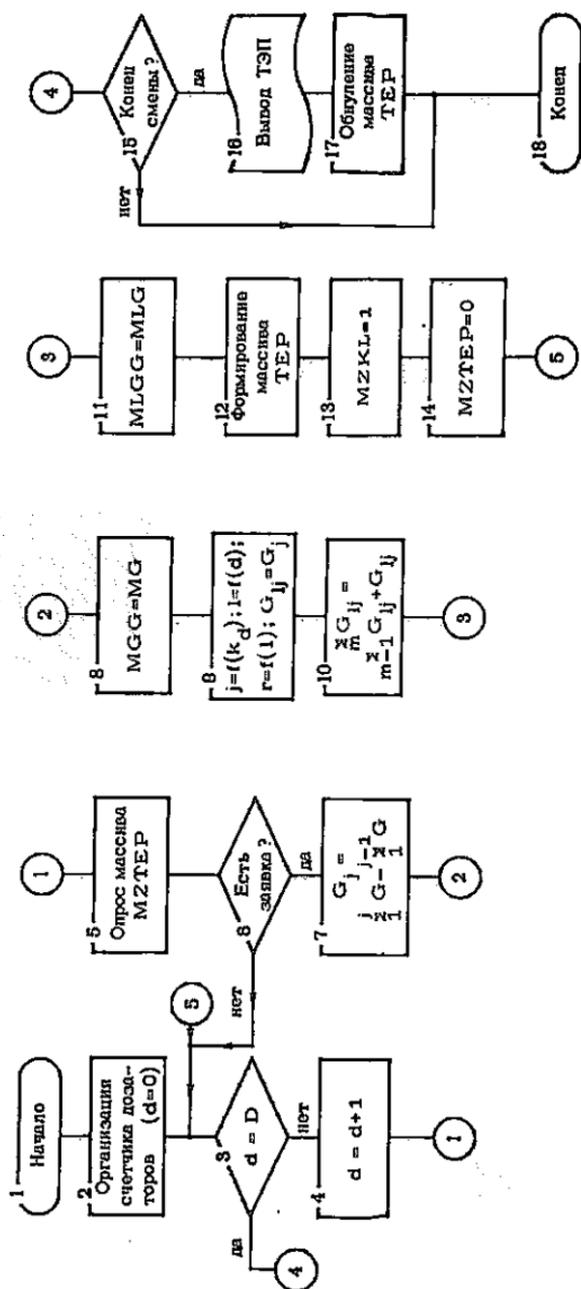


Рис. 6.9. Блок-схема алгоритмического модуля "Расчет ТЭП"

редного отдозированного компонента.  $MGG$  – массив показаний датчиков УВФ после заполнения предыдущего компонента.

Б л о к 9. Нахождение номера линии дозирования  $l$  и рецептуры  $r$  выпускаемой продукции для отдозированного компонента.  $G_{lj}$  – масса отдозированного  $j$ -го компонента на линии  $l$ , куда входит опрашиваемый дозатор.

Б л о к 10. Вычисление суммарного значения массы  $j$ -го компонента по указанному номеру линии за все  $m$  циклов дозирования ( $\sum G_{lj}$ ). Масса за  $m-1$  циклов –  $\sum_{m-1} G_{lj}$ .

Б л о к 11. Запись нового значения суммарной массы отдозированного компонента по адресу предыдущего.  $MLGG$  – массив значений массы отдозированного компонента в линии за предыдущие циклы дозирования ( $m-1$ ).  $MLG$  – массив текущих значений массы отдозированного компонента в линии за все циклы дозирования ( $m$ ).

Б л о к 12. Формирование массива  $TEP$  для опрашиваемой линии дозирования, содержащего следующую информацию: шифры линии и рецептуры, количество компонентов в рецептуре, шифр первого и второго компонентов, массы первого и второго компонентов и так далее.

Б л о к 13. Формирование заявки ( $MZKL = 1$ ) на выполнение задачи "Счетчик клапанов набора" от опрашиваемого дозатора.

Б л о к 14. Снятие заявки ( $MZTEP = 0$ ) в массиве выполняемой задачи опрошенным дозатором.

Б л о к 15. Проверка – конец смены наступил? Если да, то переход на блок 16, если нет, – конец задачи.

Б л о к 16. Вывод на перфоленду информации об отдозированных компонентах по функционирующим линиям.

Б л о к 17. Обнуление массива  $TEP$ .

### 6.2.13. Организация очередности дозаторов добавок

Задача состоит в установлении очереди на каждый дозатор добавок в порядке поступления заявок от линий дозирования перед началом процесса дозирования или по окончании очередного цикла дозирования, не сопровождающегося сменой рецептуры.

Порядок работы дозатора добавок следующий: добавки сливаются в трубопровод слива соответствующего дозатора первой по очереди линии сразу после их набора, затем происходит дозирование добавок для следующей по очереди линии, и так далее до тех пор, пока не будут обслужены все линии в очереди.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.10. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приведены ниже.

Б л о к 1. Начало решения задачи.

Б л о к и 2, 3, 4. Организация счетчика дозаторов добавок.

Б л о к 5. Опрос массива  $MLDD$  – соответствия дозаторов добавок и линий дозирования по номерам.

Б л о к и 6, 7, 8. Организация счетчика линий дозирования, обслуживаемых опрашиваемым дозатором добавок.

Б л о к 9. Опрос массива заявок ( $MZDD$ ) на выполнение данной задачи. Число заявок определяется рецептурой выпускаемой продукции при ее вводе или смене оператором.

Б л о к 10. Проверка наличия заявки в массиве выполняемой задачи от опрашиваемой линии на ее включение в очередь на дозатор добавок. Если есть, то переход на блок 11, если нет, – возврат в блок 7.

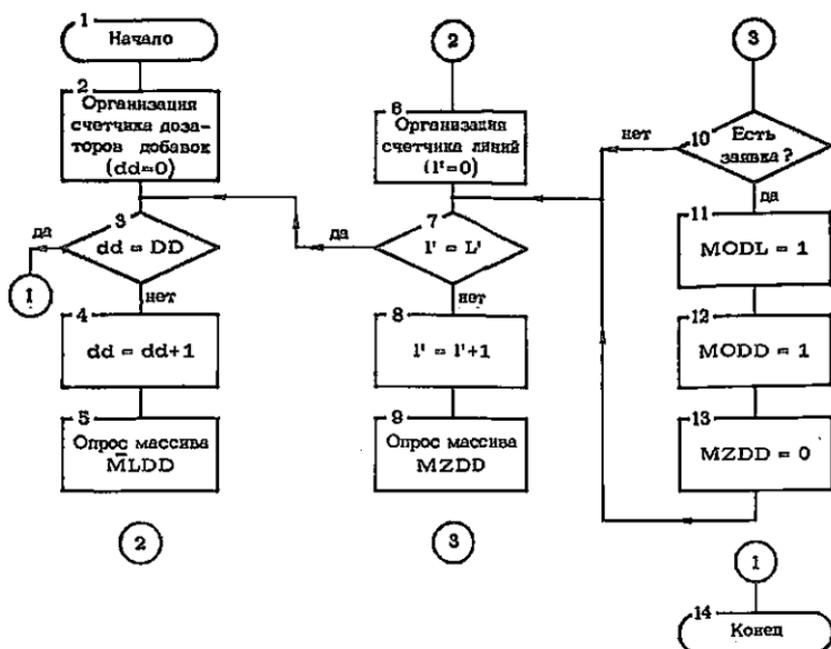


Рис. 6.10. Блок-схема алгоритмического модуля "Организация очереди на дозатор добавок"

Б л о к 11. Увеличение в массиве *MODL* очереди на дозатор добавок на 1. *MODL* – массив текущей длины очереди на дозатор добавок.

Б л о к 12. Формирование заявок (*MODD* = 1) на выполнение задачи "Обработка очереди на дозатор добавок" от опрашиваемой линии дозирования путем записи ее номера в массив – очередь. *MODD* – массив типа "очередь" на дозатор добавок с целью выполнения задачи "Обработка очереди на дозатор добавок".

Б л о к 13. Обнуление (снятие) массива заявок.

#### 6.2.14. Обработка очереди на дозатор добавок

Задача состоит в проверке наличия разрешения на выполнение данной задачи по опрашиваемому дозатору добавок, чтении номера линии дозирования первой в очереди и сдвиг очереди. Кроме того, по установленному номеру линии первой очереди определяется рецептура продукции, в соответствии с которой будет функционировать дозатор добавок.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.11. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приведены ниже.

Б л о к и 1–4. Подготовка к решению задачи.

Б л о к 5. Проверка наличия разрешения на обработку очереди на дозатор добавок. Если есть, то переход на блок 6, если нет, – возврат в блок 3. *MVDD* – массив – команда, разрешающая обработку очереди на дозатор добавок.

Б л о к 6. Опрос массива (*MODD*) заявок на выполнение данной задачи.

Б л о к 7. Опрос массива *MODL* с целью определения наличия очереди на опрашиваемый дозатор добавок. Если есть, то переход на блок 8, если нет, – возврат в блок 3.

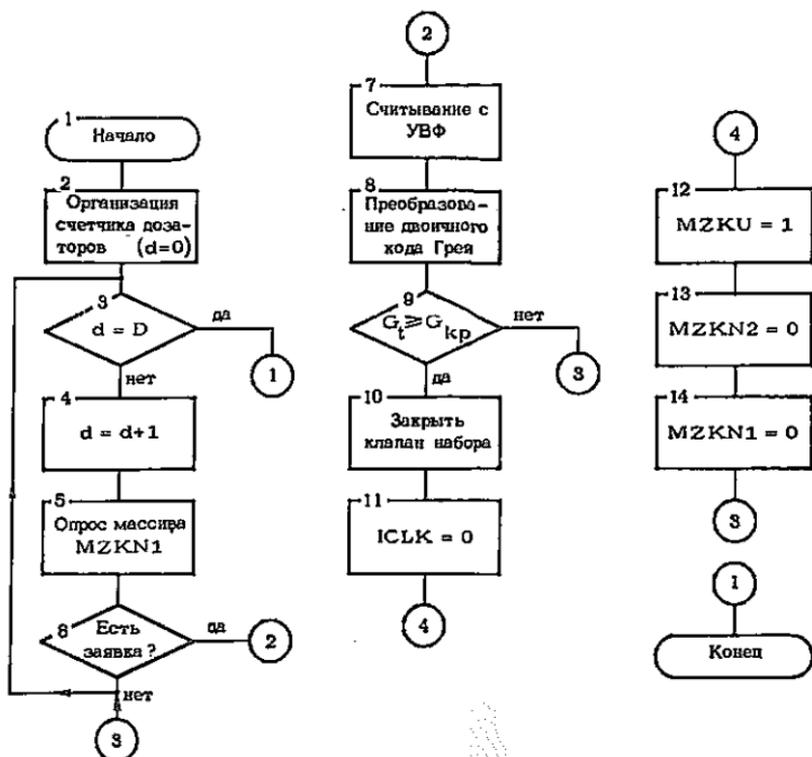


Рис. 6.11. Блок-схема алгоритмического модуля "Обработка очереди на дозатор добавок"

Блок 8. Чтение номера первой по очереди линии дозирования основных компонентов на опрашиваемый дозатор добавок.

Блок 9. Сдвиг очереди для линии дозирования основных компонентов на опрашиваемый дозатор добавок в массиве *MODD*.

Блок 10. Занесение нуля в массив – команду *MVDD*.

Блок 11. Обнуление массива *MODL*.

Блок 12. Чтение задания для опрашиваемого дозатора добавок, соответствующего рецептуре линии дозирования, которую собирается обслуживать указанный дозатор добавок. *LLIN* – номер линии, заявившей дозатор добавок. *RECEPT* – рецептура.

Блок 13. Формирование заявки ( $MZD = 1$ ) на выполнение задачи "Начало процесса дозирования" от опрашиваемого дозатора добавок.

### 6.2.15. Анализ заявок на слив основных компонентов

По окончании набора всех основных компонентов (жировых и водно-молочных) линия дозирования переходит в режим ожидания готовности одного из смесителей к приему набора. Кроме того, поскольку каждый дозатор добавок обслуживает несколько линий, готовность к сливу также определяется окончанием слива дополнительных компонентов в опрашиваемую линию. Таким образом, задача сос-

тоит в опросе состояний основных дозаторов, дозатора добавок, смесителей и на основании анализа формирования заявки на открывание клапанов слива.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.12. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приведены ниже.

Б л о к 1. Начало решения задачи.

Б л о к и 2, 3, 4. Организация счетчика линий.

Б л о к 5. Опрос массива ( $MZSL$ ) заявок на выполнение данной задачи. Число заявок определяется в задаче "Счетчик клапанов набора".

Б л о к 6. Проверка – дозатор жировых компонентов к сливу набора готов? Если да, то переход на блок 7, если нет, – возврат в блок 3.

Б л о к 7. Проверка – дозатор водно-молочных компонентов к сливу набора готов? Если да, то переход на блок 8, если нет, – возврат на блок 3.

Б л о к и 8, 9. В массив  $NABOR$ , характеризующий процесс заполнения компонентов, заносится 0, а в массив  $KONAB$ , характеризующий окончание процесса заполнения компонентов, – 1 по адресу опрашиваемой линии.

Б л о к 10. Проверка – дозатор добавок опрашиваемую линию обслужил? Если да, то переход на блок 11, если нет, – возврат на блок 3.

Б л о к 11. Проверка – смеситель к приему набора компонентов готов? Если да, то переход на блок 12, если нет, – возврат на блок 3.

Б л о к 12. Формирование заявки ( $MOKLS = 1$ ) на выполнение задачи "Открывание клапана слива" от опрашиваемой линии.

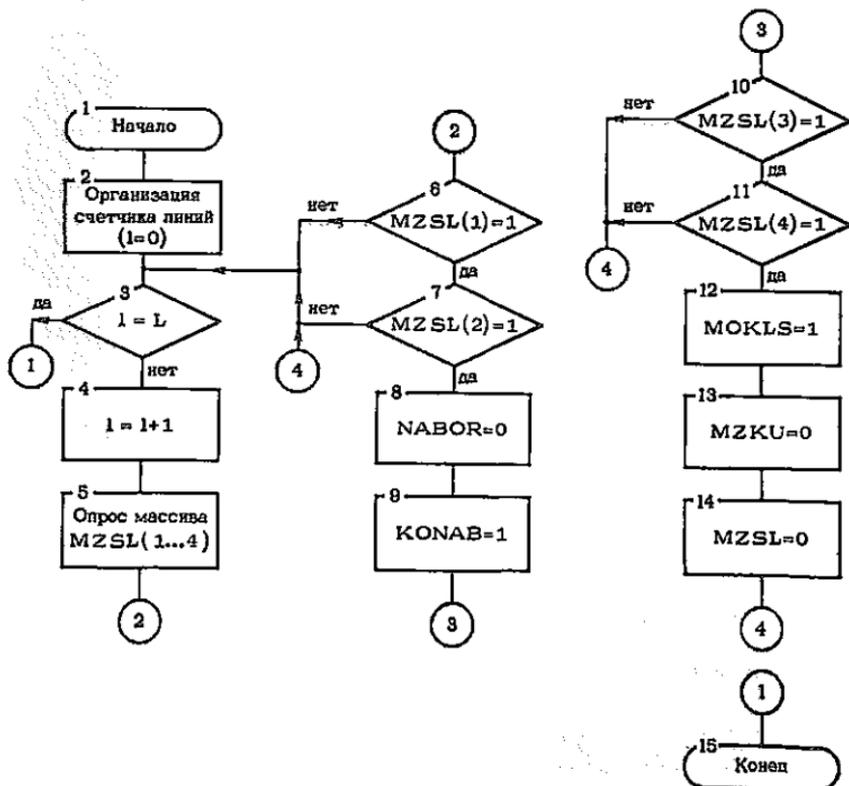


Рис. 6.12. Блок-схема алгоритмического модуля "Анализ заявок на слив основных компонентов"

Б л о к 13. Снятие заявки ( $MZKU = 0$ ) в массиве задачи "Контроль управления" опрошенной линией.

Б л о к 14. Снятие заявки ( $MZSL = 0$ ) в массиве выполняемой задачи опрошенной линией.

### 6.2.16. Открывание клапанов слива

Задача состоит в определении наличия опрашиваемой линии в системе опроса процесса дозирования, задаваемого оператором, опросе массива заявок на открывание клапанов слива как у дозаторов основных компонентов (жировых и водно-молочных), так и у дозаторов добавок, и выдаче соответствующих управляющих воздействий.

Дозаторы основных компонентов имеют по одному клапану слива, а дозаторы добавок — по числу обслуживаемых основных дозаторов.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.13. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приведены ниже.

Б л о к и 1–4. Подготовка к решению задачи.

Б л о к 5. Опрос массива  $KLPP$  соответствия дозаторов и линий дозирования, составленного согласно технологии производства.

Б л о к 6. Проверка наличия опрашиваемой линии в системе обслуживания процесса дозирования. Если есть, то переход на блок 7, если нет, — возврат на блок 3.

Б л о к и 7, 8, 9. Организация счетчика дозаторов  $a$ , входящих в линию дозирования.

Б л о к 10. Опрос массива заявок  $MOKLS$  на выполнение данной задачи. Число заявок определяется двумя задачами: "Счетчик клапанов" и "Анализ заявок на слив основных компонентов".

Б л о к 11. Проверка наличия заявки в массиве  $MOKLS$ . Если есть, то переход на блок 12, если нет, — возврат на блок 8.

Б л о к 12. Проверка значения  $PD$  — признака опрашиваемого дозатора. Если  $PD \leq 2$ , то переход на блок 12, если  $PD > 2$ , — на блок 14.

Б л о к и 13, 15. Выдача команды для открывания клапана слива дозатора основных компонентов или добавочных.

Б л о к 14. Нахождение номеров клапанов слива дозатора добавок, которые относятся к опрашиваемой линии, путем сопоставления номера линии, заявившей дозатор добавок, с номером опрашиваемой линии.  $LISL$  — массив соответствия клапанов слива дозаторов добавок и линий дозирования.

Б л о к 16. Проверка — опрошены все клапаны слива дозатора добавок, относящиеся к линии  $P$ . Если да, то переход на блок 17, если нет, — возврат на блок 14.

Б л о к 17. В массив  $SLIV$ , характеризующий процесс слива набора компонентов, заносится 1 по адресу опрашиваемой линии.

Б л о к 18. Формирование заявки ( $MZKSL = 1$ ) на выполнение задачи "Контроль слива" от опрашиваемого дозатора.

Б л о к 19. Снятие заявки ( $MOKLS = 0$ ) в массиве выполняемой задачи опрошенным дозатором.

### 6.2.17. Контроль процесса слива

Задача состоит в контроле процесса слива набора компонентов в смеситель с целью своевременной выдачи команды на прекращение слива и проверку готовности дозатора к следующему циклу дозирования. Период опроса датчика УВФ  $T = 1$  с.

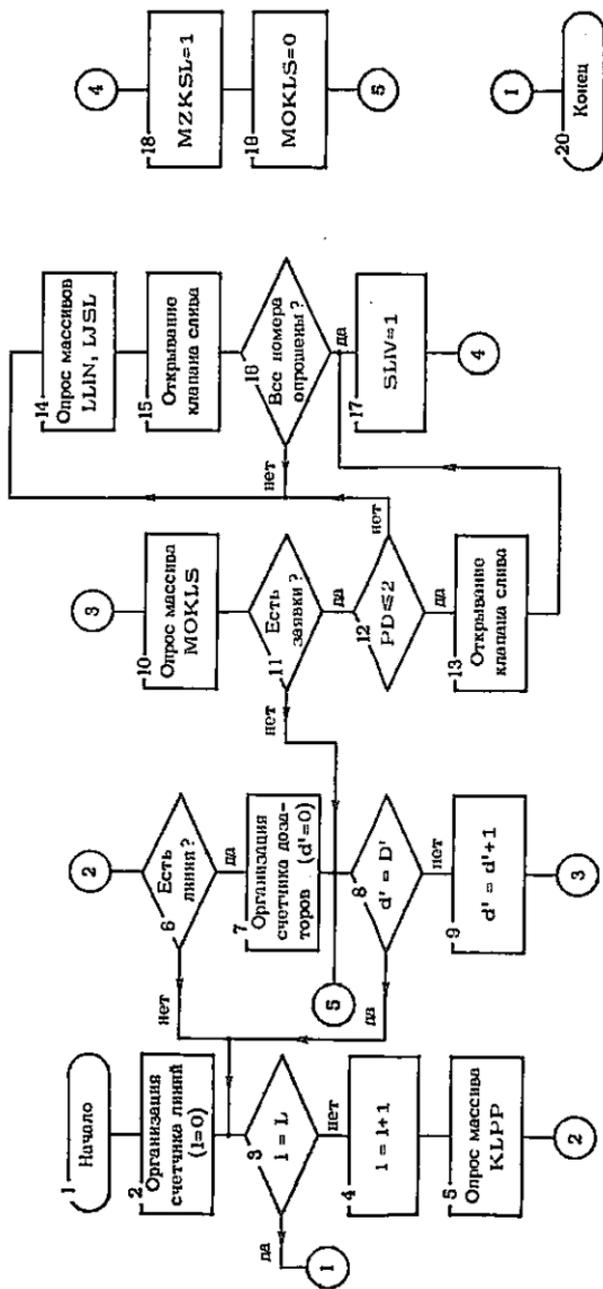


Рис. 6.13. Блок-схема алгоритмического модуля "Открывание клапана слива"

В процессе слива осуществляется последовательный опрос датчиков УВФ для контроля за протеканием процесса путем анализа вычисленного значения изменения массы набранных компонентов, заключающегося в сравнении вычисленной величины  $\Delta G$  с допустимой и с нулем, а также проверка готовности дозатора к очередному циклу дозирования по состоянию бака на весах с помощью последних.

При совпадении вычисленной величины приращения с нулевой выдается команда на закрытие клапана слива, после чего проверяется состояние бака на весах. Если он пуст, то дозатор готов к следующему циклу дозирования.

Так же, как и в алгоритме "Открытие клапанов слива", в данной задаче учитываются конструктивные особенности дозаторов основных компонентов и добавок.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.14. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приведены ниже.

Б л о к и 1-4. Подготовка к решению задачи.

Б л о к 5. Опрос массива заявок *MZKSL* на выполнение данной задачи. Число заявок определяется в задаче "Открытие клапана слива".

Б л о к 6. Проверка наличия заявки в массив *MZKSL* для опроса дозатора *d*. Если есть, то переход на блок 7, если нет, - возврат на блок 3.

Б л о к и 7, 8. Считывание данных и преобразование их в двоичный код Грея.

Б л о к 9. Вычисление текущего изменения массы сливаемого набора компонентов  $\Delta G$ .

Б л о к 10. Сравнение текущего изменения массы  $\Delta G$  с нулем для определения окончания процесса слива. Если  $\Delta G = 0$ , то переход на блок 11, если нет, - на блок 12.

Б л о к 11. Проверка нахождения стрелки весов на нуле. Если да, то переход на блок 14, если нет, - на блок 13.

Б л о к 12. Обновление массива *IGG* после считывания текущего показания с датчика УВФ.

Б л о к 13. Счетчик нарушений *IPN1* "Отсутствие нуля" увеличивается на 1.

Б л о к 14. В счетчик нарушений *IPN1* заносится ноль (нарушение отсутствует).

Б л о к 15. Проверка значения *PD* - признака опрашиваемого дозатора. Если  $PD \leq 2$ , то переход на блок 18, если  $PD > 2$ , - на блок 16.

Б л о к 16. Нахождение номеров клапанов слива дозатора добавок, относящихся к линии дозирования, сделавшей заявку на дозатор добавок.

Б л о к 17. Выдача команды для закрытия клапана слива по адресу, указанному в массиве *LYSL*.

Б л о к 18. Выдача команды на закрытие клапана слива по адресу опрашиваемого дозатора основных компонентов.

Б л о к 19. Формирование заявки ( $MCHNB = 1$ ) на выполнение задачи "Счетчик наборов" от опрашиваемого дозатора.

Б л о к 20. Снятие заявки ( $MZKVF = 0$ ) в массиве задачи "Контроль датчика УВФ" опрошенным дозатором.

Б л о к 21. В массив *SLIV*, характеризующий процесс слива набора компонентов, заносится 0 по адресу линии, соответствующей опрошенному дозатору.

Б л о к 22. Снятие заявки ( $MZKSL = 0$ ) в массиве выполняемой задачи опрошенным дозатором.

Б л о к 23. Проверка - опрошены все клапаны слива дозатора добавок, соответствующие номеру линии дозирования? Если да, то переход на блок 24, если нет, - на блок 16.

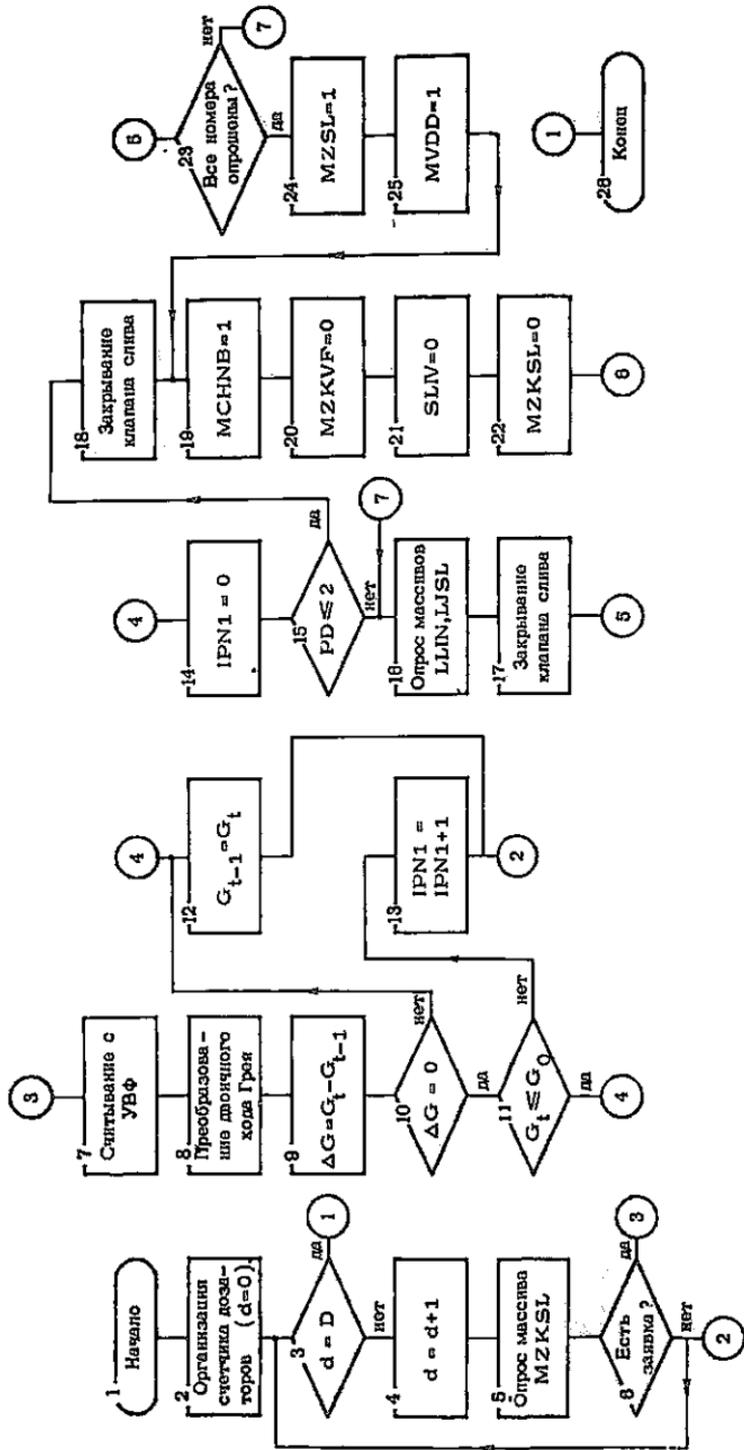


Рис. 6.14. Блок-схема алгоритмического модуля "Контроль слива"

Блок 24. Формирование заявки ( $MZSL = 1$ ) на выполнение задачи "Анализ заявок на слив основных компонентов" от опрошенного дозатора добавок.

Блок 25. Выдача команды ( $MVDD = 1$ ), разрешающей обработку очереди на дозатор добавок в задаче "Обработка очереди на дозатор добавок".

### 6.2.18. Счетчик наборов

Задача состоит в учете числа циклов дозирования каждой линии, задаваемого оператором, и выдаче перфоленты с данными об израсходованных компонентах на выпуск определенной маргариновой продукции, если по истечении установленного числа циклов произошла смена рецептуры выпускаемой продукции.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.15. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приведены ниже.

Блоки 1–4. Подготовка к решению задачи.

Блок 5. Опрос массива заявок  $MCHNB$  на выполнение данной задачи. Число определяется в задаче "Контроль слива".

Блок 6. Проверка наличия заявки в массиве  $MCHNB$  для опроса линии  $l$ . Если есть, то переход на блок 7, если нет, – возврат на блок 3.

Блок 7. Опрос счетчика наборов –  $MNB$ .

Блок 8. Проверка – отдозированы все наборы компонентов в опрашиваемой линии? Если да, то переход на блок 10, если нет, – на блок 9.

Блок 9. Текущее значение количества наборов  $m$  в счетчике наборов  $MNB$  увеличивается на 1.

Блок 10. Вывод на дисплей сведений об окончании функционирования опрашиваемой линии.

Блок 11. Запрос через дисплей нового задания для опрашиваемой линии у оператора.

Блок 12. Проверка – введено задание? Если да, то переход на блок 14, если нет, – на блок 13.

Блок 13. В массивы  $IWORK$  и  $DOZAT$ , характеризующие состояние опрашиваемой линии и входящих в нее дозаторов, заносится 0 по адресу опрашиваемой линии и дозаторов.

Блок 14. Проверка – произошла смена рецептуры выпускаемой продукции для опрашиваемой линии? Если да, то переход на блок 14, если нет, – на блок 20.

Блок 15. Вывод данных об израсходованных компонентах при дозировании по предыдущей рецептуре.

Блок 16. Обнуление файла  $TEP$ .

Блок 17. Определение номеров дозаторов, относящихся к опрашиваемой линии.  $KLPP$  – массив соответствия дозаторов и линий дозирования.

Блок 18. Проверка значений  $PD$  – признаков дозаторов опрашиваемой линии. Если  $PD \leq 2$ , то переход на блок 20, если  $PD > 2$ , – на блок 19.

Блок 19. Формирование заявки ( $MZDD = 1$ ) на выполнение задачи "Организация очереди на дозатор добавок" от опрашиваемой линии.

Блок 20. Формирование заявки ( $MZD = 1$ ) на выполнение задачи "Начало процесса дозирования" от опрашиваемой линии.

Блок 21. Снятие заявки ( $MCHNB = 0$ ) в массиве выполняемой задачи опрошенной линией и заявки ( $MZKVF = 0$ ).

### 6.2.19. Вывод информации на мнемосхему

Задача состоит в анализе признаков нарушений и формировании информации о виде нарушений и неисправном дозаторе. Информация о нарушениях, а также о состоянии оборудования участка и техно-

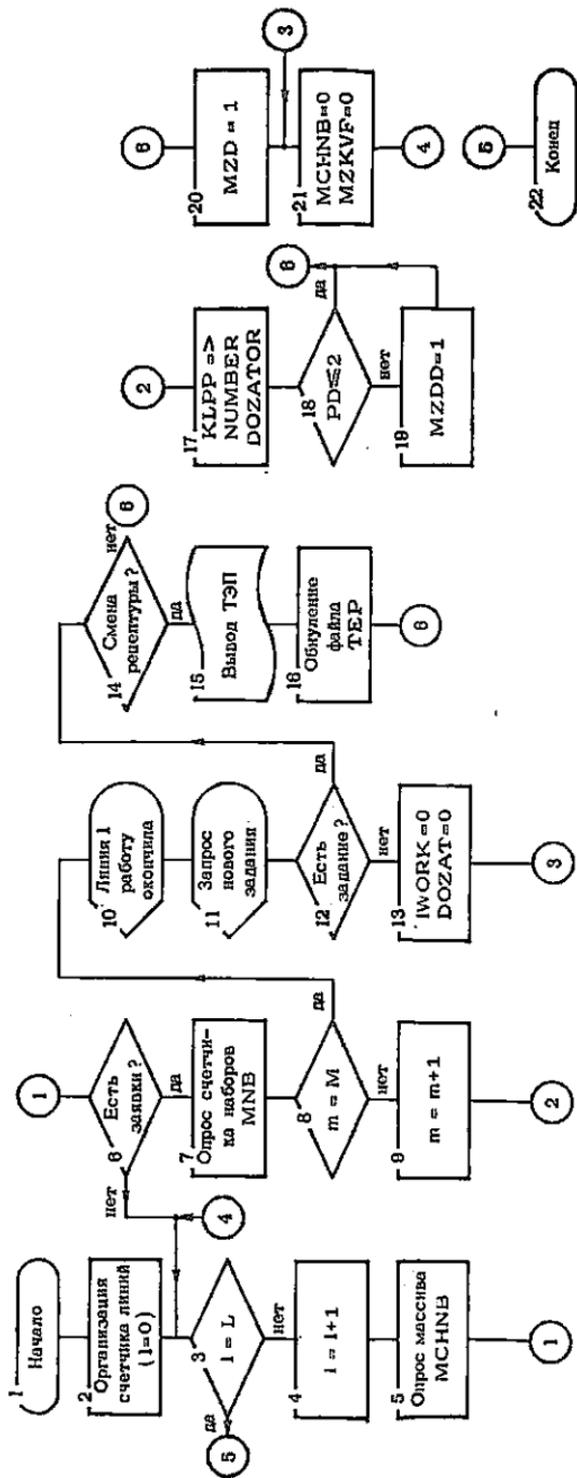


Рис. 6.15. Блок-схема алгоритмического модуля "Счетчик наборов"

Рис. 6.16. Блок-схема алгоритмического модуля "Вывод информации на мнемосхему"

гического процесса в целом упаковывается в управляющие слова для модулей вывода МКУБ-2, которые осуществляют управление мнемосхемой.

Подготовленная таким образом информация выводится на мнемосхему.

Блок-схема алгоритма показана на рис. 6.16. Краткие пояснения функционирования блок-схемы приведены ниже.

Б л о к 1. Начало решения задачи.

Б л о к и 2, 3, 4. Организация счетчика видов нарушений  $n$ . После окончания счета переход на блок 10.

Б л о к и 5, 6, 7. Организация счетчика дозаторов.

Б л о к 8. Анализ счетчика нарушений. Если счетчик заполнился [ $IPN(n, d) = c$ ], то переход на блок 9, если нет, — на блок 6.

Б л о к 9. Обнуление массива  $DOZAT$ . Присвоение признакам нарушения и неисправности дозатора 1.  $KPN$  — массив признаков нарушений,  $MIG$  — массив признаков неисправности дозаторов.

Б л о к 10. Упаковка массивов признаков сигнализации в управляющие слова.

Б л о к 11. Выдача управляющих слов на модули вывода с целью передачи следующей информации на световое табло:

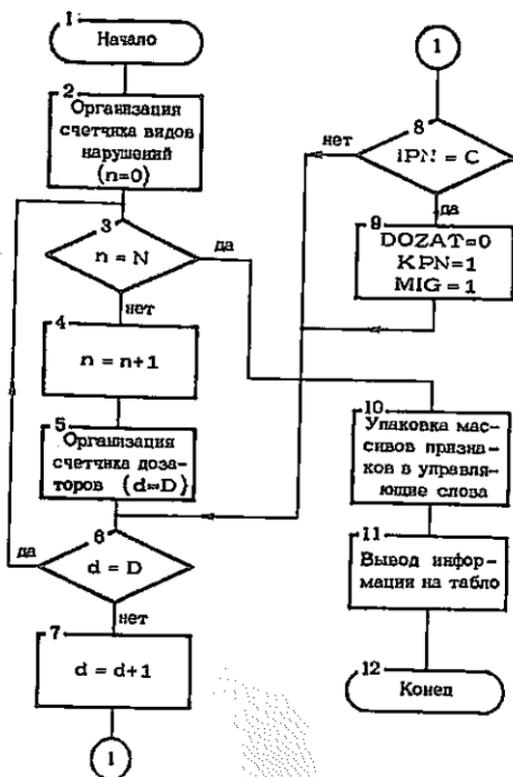
- а) по нарушениям: "Отсутствие нуля", "Клапан слива открыт", "УВФ не работает", "Отсутствие компонента", "Резкое изменение расхода", "Нарушение рецептуры", "Переполнение весов";
- б) по состояниям: "Дозатор", "Набор", "Конец набора", "Слив".

### 6.3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ УЧАСТКА ДОЗИРОВАНИЯ

В данном параграфе излагается математическое описание на базе теории графов системы НЦУ участком дозирования маргариновой эмульсии, входящей в состав АСУ ТП Ленинградского МЖК [13].

В состав участка дозирования входят ряд линий (Л) и дозатор добавок (ДД), обслуживающий линии участка.

Линия состоит из двух смесителей (СМ) и одного либо двух дозаторов основных компонентов (Д). Структура участка дозирования показана на рис. 6.17.



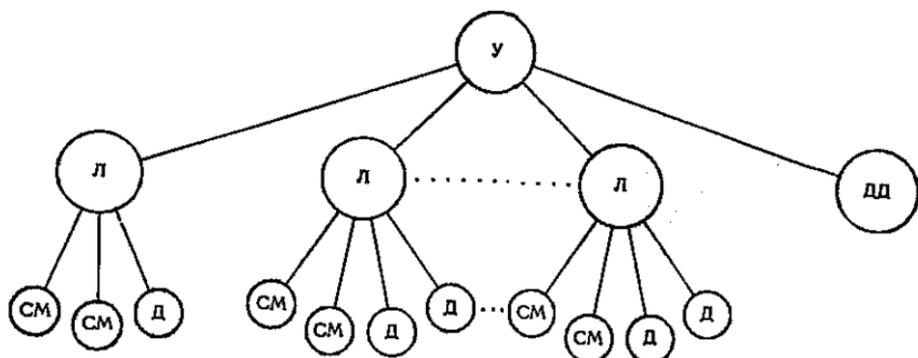


Рис. 6.17. Структурная схема участка дозирования

Схема дозатора приведена на рис. 6.18. Штриховой линией выделены элементы, характерные только для дозатора добавок. Компоненты маргаиновой эмульсии поступают в бак дозатора (Б) последовательно по трубопроводам подачи компонентов  $ТП_1 \dots ТП_k$  ( $k$  – индекс компонента). Подача управляется двухпозиционными клапанами  $КН_1 \dots КН_k$ . Датчик  $M$  вырабатывает информацию о суммарной массе отдозированных в бак компонентов.

По завершении набора всех компонентов производится слив в смеситель по трубопроводу (ТВ), открывание и закрытие которого осуществляется двухпозиционным клапаном  $КС$ . В дозаторе добавок имеются дополнительные трубопроводы слива  $ТВ_1 \dots ТВ_l$ , где  $l$  – индекс линии. Эти трубопроводы предназначены для подачи добавочных компонентов в смеситель той линии, которая обслуживается в данный момент дозатором добавок. Заявки линий на дозирование добавочных компонентов организуются в очередь и обрабатываются дозатором добавок по принципу "первым пришел – первым обработан".

Схема смесителя приведена на рис. 6.19. С целью управления кла-

← Рис. 6.18. Схема дозатора.

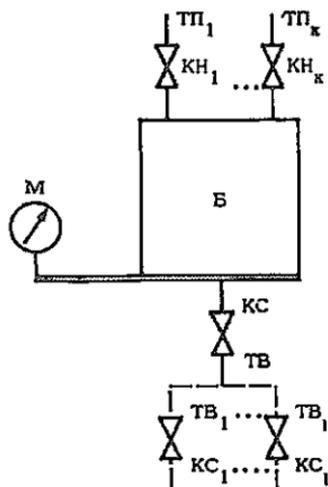
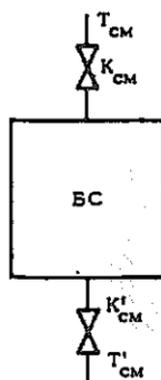


Рис. 6.19. Схема смесителя



панамы налива ( $K_{CM}$ ) и выгрузки ( $K'_{CM}$ ) смесителя используется локальная схема. Для слива компонентов необходимо, чтобы один из смесителей соответствующей линии был готов к их приему, т. е. свободен. Состояние смесителя определяется положением клапана  $K_{CM}$ , который устанавливается локальной схемой управления в положение "открыт" только тогда, когда смеситель готов к приему компонентов.

В соответствии с приведенным выше описанием структура объекта управления может быть описана с помощью регулярной грамматики [24] с начальным символом  $U$  и множеством правил подстановки:

- а)  $\langle U \rangle : = \langle DD \rangle \langle L \rangle | \langle U \rangle \langle L \rangle ;$
- б)  $\langle L \rangle : = \langle CM \rangle \langle CM \rangle \langle D \rangle | \langle CM \rangle \langle CM \rangle \langle D \rangle \langle D \rangle ;$
- в)  $\langle D \rangle : = \langle B \rangle \langle M \rangle \langle UV \rangle | \langle D \rangle \langle UP \rangle ;$
- г)  $\langle DD \rangle : = \langle D \rangle \langle UV' \rangle | \langle DD \rangle \langle UV' \rangle ;$
- д)  $\langle CM \rangle : = \langle B \rangle \langle UP \rangle \langle UV \rangle ;$
- е)  $\langle UP \rangle : = \langle TK \rangle ;$
- ж)  $\langle UV \rangle : = \langle TK \rangle ;$
- з)  $\langle UV' \rangle : = \langle TK \rangle ;$
- и)  $\langle TK \rangle : = \langle T \rangle \langle K \rangle ,$

где  $UP$  – питатель;  $UV$  – устройство выгрузки компонентов из бака дозатора;  $UV'$  – устройство выгрузки компонентов из бака дозатора добавок;  $TK$  – совокушность "трубопровод – двухпозиционный клапан";  $T$  – трубопровод;  $K$  – клапан.

Описание составлено с учетом идентичности всех линий, дозаторов, трубопроводов и клапанов.

Структурная схема технических средств системы управления процессом дозирования приведена на рис. 6.20.

Трехуровневой технической структуре соответствует трехуровневая алгоритмическая структура системы управления. Уровню 1, в состав которого входят датчики и исполнительные механизмы, соответствуют алгоритмы опроса датчиков массы  $M$  и выдачи управляющих воздействий на схемы управления клапанами  $KC$  и  $KN$ . Уровню 2, который представлен устройством связи с объектом  $УВК М-6000$ , соответствуют алгоритмы работы с  $УСО$  и преобразования двоичного кода Грея, поступающего от датчиков массы в позиционный двоичный код. Верхний уровень алгоритмической структуры образует алгоритмы, которые реализуют управляющие и информационно-вычислительные функции системы, независимые от конкретной конфигурации технических средств. Все алгоритмы кратко описаны в параграфе 6.2.

Общий алгоритм функционирования системы может быть задан в виде графов переходов дозатора и линии [25], а именно:

$$G_1 = (S, \lambda_s) \text{ и } G_2 = (P, \lambda_p),$$

где  $G_1$  – граф перехода дозатора;  $S$  – множество вершин  $G_1$ ;  $\lambda_s$  – множество ребер  $G_1$ ;  $G_2$  – граф перехода линии;  $P$  – множество вершин  $G_2$ ;  $\lambda_p$  – множество ребер  $G_2$ .

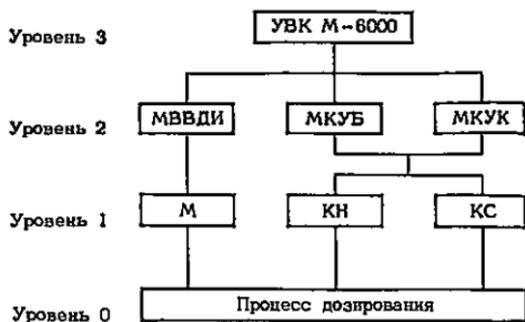


Рис. 6.20. Структурная схема технических средств НЦУ участком дозирования

Вершины графов соответствуют состояниям дозатора и линии, а ребра графов — логическим условиям перехода из одного состояния в другое (рис. 6.21, 6.22).

Множество вершин  $S$  графа  $G_1$  соответствует следующим состояниям:  $S_0$  — бездействие,  $S_1$  — проверка готовности,  $S_2$  — готовность к набору компонента,  $S_3$  — начало набора очередного компонента,  $S_4$  — контроль налива,  $S_5$  — конец набора очередного компонента,  $S_6$  — контроль закрытия клапанов налива КН,  $S_7$  — ожидание слива,  $S_8$  —

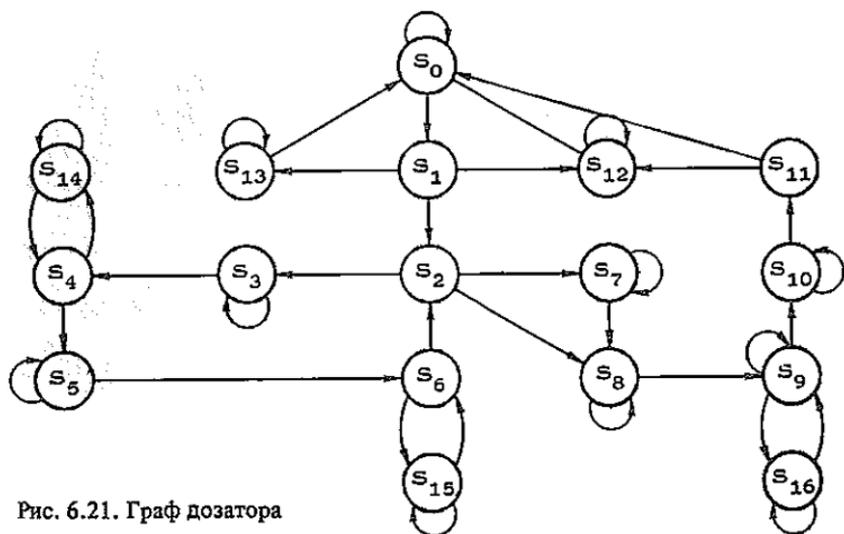


Рис. 6.21. Граф дозатора

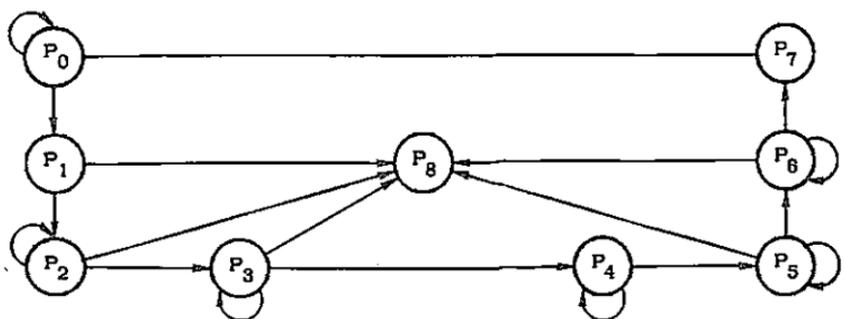


Рис. 6.22. Граф линии дозирования

начало слива,  $S_9$  – контроль слива,  $S_{10}$  – окончание слива,  $S_{11}$  – окончание цикла дозирования,  $S_{12}$  – клапан слива КС открыт,  $S_{13}$  – весы не на нуле,  $S_{14}$  – нет налива,  $S_{15}$  – клапан набора КН открыт,  $S_{16}$  – нет слива. Состояния  $S_{12} \dots S_{16}$  являются аварийными.

Множество вершин  $P$  графа  $G_2$  изображает состояние линий:  $P_0$  – бездействие,  $P_1$  – ожидание готовности к наливу,  $P_2$  – готовность к набору компонентов,  $P_3$  – набор,  $P_4$  – набор окончен,  $P_5$  – готовность к выгрузке,  $P_6$  – выгрузка,  $P_7$  – конец цикла,  $P_8$  – авария.

Условия переходов, соответствующие множеству ребер  $\lambda_s$  и  $\lambda_p$ , задаются по табл. 6.2, где  $i$  – исходная вершина,  $j$  – конечная вершина,  $\varphi(i, j)$  – функция перехода.

6.2. Условия переходов в  $G_1$  и  $G_2$

$i$	$j$	$\varphi(i, j)$	$i$	$j$	$\varphi(i, j)$
$S_0$	$S_0$	$\bar{x}_2$	$S_0$	$S_1$	$x_2$
$S_1$	$S_2$	$x_2 \wedge x_4$	$S_{13}$	$S_0$	$x_4$
$S_1$	$S_{12}$	$\bar{x}_3$	$S_{13}$	$S_{13}$	$\bar{x}_4$
$S_1$	$S_{13}$	$\bar{x}_4$	$S_{14}$	$S_{14}$	$\bar{x}_5$
$S_2$	$S_3$	$\bar{x}_5$	$S_{14}$	$S_4$	$x_8$
$S_2$	$S_7$	$\bar{x}_1 \wedge x_5$	$S_{15}$	$S_6$	ручн
$S_2$	$S_8$	$x_1 \wedge x_5$	$S_{15}$	$S_{15}$	$\bar{x}_{10}$
$S_3$	$S_9$	$\bar{x}_6$	$S_{16}$	$S_9$	$x_{10}$
$S_3$	$S_4$	$x_6$	$S_{16}$	$S_{16}$	$\bar{x}_{10}$
$S_4$	$S_5$	$\bar{x}_7 \wedge x_8$			
$S_4$	$S_{14}$	$\bar{x}_8$	$P_0$	$P_0$	$\bar{x}_{14}$
$S_5$	$S_5$	$\bar{x}_9$	$P_0$	$P_1$	$x_{14}$
$S_5$	$S_6$	$\bar{x}_9$	$P_1$	$P_2$	$x_{15}$
$S_6$	$S_2$	$x_{10}$	$P_1$	$P_8$	$\bar{x}_{15}$
$S_6$	$S_{15}$	$\bar{x}_{10}$	$P_2$	$P_2$	$x_{15}$
$S_7$	$S_7$	$\bar{x}_{13}$	$P_2$	$P_3$	$x_{16} \wedge x_{17}$
$S_7$	$S_8$	$x_{13}$	$P_2$	$P_8$	$\bar{x}_{17}$
$S_8$	$S_8$	$\bar{x}_{11}$	$P_3$	$P_3$	$\bar{x}_{18}$
$S_8$	$S_9$	$x_{11}$	$P_3$	$P_4$	$x_{18}$
$S_9$	$S_9$	$\bar{x}_4 \wedge x_{10}$	$P_3$	$P_8$	$\bar{x}_{17}$
$S_9$	$S_{10}$	$x_4 \wedge x_{10}$	$P_4$	$P_4$	$\bar{x}_{19}$
$S_9$	$S_{16}$	$\bar{x}_{10}$	$P_4$	$P_5$	$\bar{x}_{20} \wedge x_{21}$
$S_{10}$	$S_{10}$	$\bar{x}_{12}$	$P_5$	$P_6$	$x_{20} \wedge x_{21}$
$S_{10}$	$S_{11}$	$x_{12}$	$P_5$	$P_8$	$\bar{x}_{21}$
$S_{11}$	$S_0$	$x_3$	$P_6$	$P_6$	$\bar{x}_{22}$
$S_{11}$	$S_{12}$	$\bar{x}_3$	$P_6$	$P_7$	$x_{22}$
$S_{12}$	$S_0$	$x_3$	$P_6$	$P_8$	$\bar{x}_{21}$
$S_{12}$	$S_{12}$	$\bar{x}_3$	$P_7$	$P_0$	–

$x_1 \dots x_{22}$  задаются условиями:

$x_1 : T_d = \text{ДД};$

$x_2 : [x_1 \wedge (\exists l, 3_l = 1)] \vee [\bar{x}_1 \wedge (P_l \neq P_0)];$

$$x_3 : \forall KC_d, Q_{KC} = 0;$$

$$x_4 : M(t) < M_0^{KC}; x_5 : N_{\text{компл}} d = 0;$$

$$x_6 : t \geq \tau_1; x_7 : M(t) < M_3;$$

$$x_8 : \Delta M > 0; x_9 : t \geq \tau_2;$$

$$x_{10} : \Delta M < 0; x_{11} : t \geq \tau_3;$$

$$x_{12} : t \geq \tau_4; x_{13} : P_l = P_s;$$

$$x_{14} : (Ц \neq 0) \wedge (R \neq 0);$$

$$x_{15} : \forall D_b, S_d = S_3;$$

$$x_{16} : \exists D_b, (S_d = S_3) \vee (S_d = S_4) \vee (S_d = S_5) \vee (S_d = S_6);$$

$$x_{17} : \forall D_b, (S_d \neq S_{14}) \wedge (S_d \neq S_{15});$$

$$x_{18} : \forall D_b, (S_d = S_7) \wedge (Z_l = 0);$$

$$x_{19} : CM_l \text{ готов};$$

$$x_{20} : \exists D_l, (S_d = S_8) \vee (S_d = S_9) \vee (S_d = S_{10});$$

$$x_{21} : \forall D_b, (S_d \neq S_{12}) \wedge (S_d \neq S_{16});$$

$$x_{22} : \forall D_b, S_d = S_{11};$$

где  $T_d$  – тип дозатора;  $Z_l$  – заявка линии на дозатор добавочных компонентов;  $P_l$  – состояние линии, связанной с дозатором;  $S_d$  – состояние дозатора, связанного с линией;  $Q_{KC}$  – состояние клапана слива (0 – закрыт);  $N_{\text{компл}} d$  – номер очередного дозируемого компонента;  $R$  – номер рецептуры;  $Ц$  – заданное число циклов дозирования;  $M(t)$  – текущее значение массы в баке дозатора;  $M_3$  – заданное число массы;  $M_0$  – допустимое значение массы остатка в баке дозатора после слива;  $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$  – выдержки времени на открытие и закрытие клапана набора КН и на открытие и закрытие клапана слива КС соответственно; ручн – необходимый переход на ручное управление для ликвидации аварии  $S_{15}$ ;  $d$  – индекс дозатора;  $\exists$  – квантор существования;  $\forall$  – квантор общности;  $\bar{x}$  – инверсия условия  $x$ ;  $\wedge$  – логический знак "И";  $\vee$  – логический знак "ИЛИ".

Выходные сигналы, выдаваемые в процессе функционирования, поступают на исполнительные механизмы и устройства индикации, а также устанавливают и снимают заявки линий на дозатор добавок, организуют запуск счетчика временного интервала и модификацию счетчика циклов дозирования.

Множество  $Y$  выходных сигналов приведено в табл. 6.3 ( $f$  – состояние,  $Y(f)$  – совокупность выходных сигналов).

Символами  $y_1 \dots y_{15}$  обозначены следующие действия:  $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}$  – включить индикаторные лампочки "Дозатор", "Набор", "Набор окончен", "Слив", "Авария", "Клапан слива открыт", "Нет нуля весов", "Нет налива", "Нарушение рецептуры", "Нет слива" соответственно;  $y_{11} - t = 0$  – запуск счетчика временного интервала;  $y_{12}, y_{13}$  – открыть очередные клапаны КН и КС соответственно;  $y_{14}$  – установить  $Z_l = 1$ ;  $y_{15}$  – модифицировать счетчик циклов  $Ц = Ц - 1$ .

Для обозначения противоположных по смыслу действий (закрыть

## 6.3. Выходные сигналы системы управления

$f$	$y(f)$	$f$	$y(f)$	$f$	$y(f)$
$S_0$	$\bar{y}_1, \bar{y}_6, \bar{y}_7, \bar{y}_8, \bar{y}_9, \bar{y}_{10}$	$S_{11}$	$\bar{y}_{14}$	$P_0$	$\bar{y}_2, \bar{y}_3, \bar{y}_4, \bar{y}_5$
$S_1$	$y_1$	$S_{12}$	$y_6$	$P_1$	$y_{14}$
$S_3$	$y_{11}, y_{12}$	$S_{13}$	$y_7$	$P_3$	$y_2$
$S_5$	$y_{11}, y_{12}$	$S_{14}$	$y_8$	$P_4$	$y_2, y_3$
$S_8$	$y_{11}, y_{13}$	$S_{15}$	$y_9$	$P_6$	$y_3, y_4$
$S_9$	$y_{11}, \bar{y}_{13}$	$S_{16}$	$y_{10}$	$P_7$	$y_3, y_{15}$
				$P_8$	$\bar{y}_2, \bar{y}_3, \bar{y}_4, y_5$

клапан КН, выключить лампочку и т. п.) используются инверсии выходных сигналов.

Алгоритмы управления верхнего уровня реализованы в виде ряда независимых модулей. Областью действия каждого  $m$ -го модуля является некоторое множество подграфов

$$H_m = \{ H_{m1}, \dots, H_{mj}, \dots, H_{mn} \},$$

где  $H_{mj} \subset G_1 \cup G_2, j = 1, \dots, n$ ;  $m$ -й модуль обслуживает некоторый дозатор (линию).

Если

$$S_d \in H_m (P_l \in H_m),$$

где  $S_d$  — текущее состояние дозатора;  $P_l$  — текущее состояние линии;  $\subset$  — знак включения;  $\cup$  — знак объединения множеств;  $\in$  — знак принадлежности множеству.

Алгоритмы верхнего уровня реализуются следующими модулями: "Начало процесса дозирования", "Организация очереди на дозатор добавок", "Контроль готовности весов", "Обработка очереди на дозатор добавок", "Преобразование задания", "Счетчик клапанов набора", "Открытие клапана набора", "Контроль налива 2", "Открытие клапана слива", "Контроль слива", "Анализ заявок на слив основных компонентов", "Счетчик наборов", "Контроль налива 1", "Контроль управления".

Модули "Пуск процесса дозирования", "Контроль готовности весов", "Организация очереди на дозатор добавок" осуществляют пуск дозаторов заданной линии, проверку готовности дозаторов и установку очереди заявок линий на дозатор добавок (подграфы  $S_0, S_1, S_2, S_3, S_{12}, S_{13}$  и  $P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_8$ ).

Модули "Преобразование информации", "Счетчик клапанов набора", "Открытие клапана набора" выполняют поиск задания для дозаторов, преобразование рецептуры, выдачу управляющих воздействий на клапаны набора (подграфы  $S_2, S_3, S_7, S_8$  и  $P_2, P_3, P_4, P_8$ ).

Модуль "Обработка очереди на дозатор добавок" проверяет готовность дозатора добавок к обслуживанию линии и модифицирует очередь заявок (подграфы  $S_0, S_1, S_{11}, S_{12}, S_{13}$  и  $P_0, P_1, P_4, P_8$ ).

Модули "Контроль налива 2", "Открывание клапана слива", "Контроль слива", "Анализ заявок на слив", "Счетчик наборов" выполняют контроль налива и слива, состояния смесителя и счетчика циклов (наборов), закрывание клапанов набора и открывание и закрывание клапанов слива (подграфы  $S_3 \dots S_6, S_8 \dots S_{11}$  и  $P_3, P_5 \dots P_8$ ).

Модули "Контроль налива 1", "Контроль управления" обеспечивают контроль массы в баке дозатора (подграфы  $S_4, S_5$ ).

#### 6.4. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИСТЕМЫ НЦУ УЧАСТКОМ ДОЗИРОВАНИЯ

В основу разработки алгоритма системы НЦУ участком дозирования были положены требования к точности дозирования маргариновой продукции. Погрешность, допускаемая системой НЦУ, должна быть на уровне погрешности весов, используемых в дозаторах, т. е. 0,1 %.

При непрерывном управлении суммарная погрешность определяется погрешностью задания, объекта и измерителя. При дискретном управлении УВК суммарная погрешность, кроме перечисленных выше факторов, определяется также погрешностью, вызываемой самой природой дискретного управления, т. е. наличием периода дискретности, в течение которого УВК отключен от данного дозатора. Погрешность задания при использовании УВК практически не влияет на суммарную погрешность. Следовательно, увеличение суммарной погрешности при НЦУ за счет УВК может быть вызвано только наличием периода дискретности управления и считывания информации. Отсюда вытекает, что основным вопросом при обеспечении необходимой величины погрешности системы НЦУ является определение величины периода дискретности.

Процесс дозирования маргариновой продукции характеризуется тем, что выдача команд управления и считывания информации с измерителя происходит на фоне непрерывного изменения массы компонентов. Для того чтобы скомпенсировать влияние изменения массы за период дискретности на суммарную погрешность, при разработке системы НЦУ принималось следующее условие. Величина периода дискретности должна быть такой, чтобы при максимальном расходе компонентов при дозировании изменение массы за время периода дискретности не превышало погрешности измерителя.

На погрешность дозирования также существенно может влиять время срабатывания отсечных клапанов набора, так как оно является временем запаздывания по отношению к командам управления. Следует отметить, что если время срабатывания отсечных клапанов нестабильно, то это может явиться источником дополнительной погрешности, так как подобная нестабильность не может быть скомпенсирована.

С целью определения значений расхода компонентов при дозировании, а также временных характеристик срабатывания отсечных клапанов в реальных условиях были проведены технологические исследования на участках дозирования нескольких предприятий отрасли. В качестве объекта исследования были выбраны автоматические порционные дозаторы на базе циферблатных весов с максимальным значением массы по шкале 1000 кг. Погрешность весов составила 0,1 %.

Дозаторы были оборудованы отсечными клапанами типа КОПП1.

В процессе исследования был зафиксирован максимальный расход компонентов 4,6 кг/с.

Методом кинематографической съемки определялось время срабатывания отсечных клапанов КОПП1. Время срабатывания клапанов на жировых компонентах составило 0,21–0,27 с, на водно-молочных компонентах – 0,18–0,23 с. Следовательно, нестабильность времени срабатывания составила 10–15 % полного времени срабатывания, или 0,02–0,03 с.

Исходя из максимального расхода компонентов, погрешность, вызванная нестабильностью времени срабатывания отсечных клапанов, будет почти на порядок меньше, чем погрешность весов, поэтому ее можно не учитывать.

Учитывая сделанное выше допущение, а также величину максимального расхода компонентов, можно определить величину периода дискретности, равной 0,1–0,2 с. В данном случае погрешность, вызываемая периодом дискретности, будет меньше погрешности весов.

Для проверки корректности приведенного выше вывода необходимо было провести оценку точности дозирования в функции изменения периода дискретности. Данная оценка проводилась методом моделирования. С этой целью были проведены исследования модели систем НЦУ одним дозатором. Модель НЦУ дозатором состояла из УВК М-6000 и стенда, имитирующего весовой дозатор. Клапаны набора и слива имитировались реле. Реверсивный электродвигатель имитировал процесс заполнения и слива компонентов посредством вращения оси весовой головки. Фотосчитывающее устройство УВФ, укрепленное на оси весовой головки, выдавало информацию о массе в двоичном коде Грея на вход в УВК. По техническим причинам на стенде надежно имитировался только расход 40 кг/с. При таком расходе были проведены эксперименты по определению погрешности дозирования суммарной массы 950 кг в функции изменения периода дискретности в диапазоне 0,1–0,2 с. График зависимости погрешности суммарной массы ( $\delta$ ) от периода дискретности ( $T$ ) показан на рис. 6.23.

По результатам экспериментов, учитывая, что расход во время исследования значительно превышал действительный расход, можно сделать вывод о правильном выборе величины периода дискретности.

После выбора периода дискретности следовало проверить загрузку УВК. Это было важно, так как за время периода дискретности необходимо было провести следующие операции: опрос до 12 датчиков УВФ; преобразование полученного кода в двоичный; сравнение кода с зада-

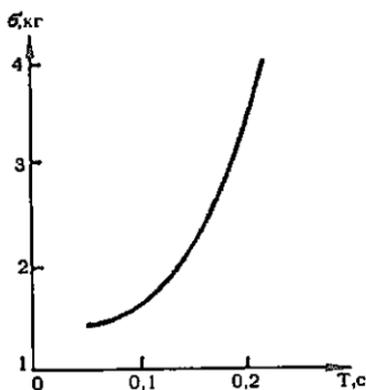


Рис. 6.23. Зависимость погрешности дозирования суммарной массы ( $\delta$ ) от периода дискретности ( $T$ )

нием; выдачу в случае необходимости управляющих воздействий на клапан. Для определения времени осуществления данных операций во время исследования модели НЦУ одним дозатором использовалась специальная программа *TIME*. Эта программа осуществляла заданное число раз последовательный вывод подпрограмм, реализующих указанные выше операции. Суммарное время работы подпрограмм определялось по следующей формуле:

$$t_{\Sigma} = t_{TIME}/N,$$

где  $t_{\Sigma}$  — суммарное время работы подпрограмм;  $t_{TIME}$  — время работы программы *TIME*;  $N$  — заданное число циклов.

Было выбрано 100 000 опытов,  $t_{TIME}$  определялось по секундомеру и составило около 200 с. Таким образом,  $t_{\Sigma} = 2$  мс.

Коэффициент загрузки УВК в данном случае определялся по следующей формуле:

$$K_3 = (t_{\Sigma}/T)n_g 100 \%,$$

где  $K_3$  — коэффициент загрузки;  $n_g$  — число дозаторов.

При  $T = 0,1$  с,  $n_g = 12$ ,  $K_3 = 24$  %;

при  $T = 0,2$  с,  $n_g = 12$ ,  $K_3 = 12$  %.

Следующим этапом после определения загрузки УВК была отработка алгоритма НЦУ сначала на одном дозаторе, а затем на участке дозирования. Для этого использовался метод моделирования. Моделирование НЦУ одним дозатором частично было описано выше. Затем моделировалось НЦУ участком дозирования.

Модель участка дозирования реализовывалась программно, алгоритм НЦУ участком дозирования — в виде ряда программ. В результате моделирования были сделаны выводы для дальнейшего совершенствования алгоритма и рабочего проектирования программ.

Исследования, связанные с разработкой НЦУ участком дозирования, методически могут быть разделены на три этапа: определение времени периода дискретности и загрузки УВК при определенном времени периода дискретности; отработка алгоритма НЦУ.

Все три этапа осуществляются посредством исследования объекта управления, а также использования метода моделирования алгоритма НЦУ одним дозатором и участком дозирования.

## Глава 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСУ ТП

### 7.1. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Оценка экономической эффективности при создании автоматизированных систем управления играет особую роль, так как известно, что в целом ряде систем или подсистем управление ведется непосредственно по экономическому критерию. Следовательно, оценка экономической эффективности может рассматриваться непосредственно как метод синтеза.

Известно также, что только на основе оценки экономической эффективности можно обоснованно определить характер АСУ и состав задач.

Оценка экономической эффективности внедренной АСУ дает возможность определить результативность проделанной работы.

В этом разделе рассматриваются основные методы оценки экономической эффективности АСУ ТП и некоторых организационно-экономических задач управления производством маргариновой продукции.

#### 7.1.1. Источники экономической эффективности

Для первоочередного рассмотрения представляет интерес состав затрат на производство маргариновой продукции и величины их в процентах по отношению к производственной себестоимости. Рассмотренные здесь данные получены на основании анализа калькуляций на производство маргариновой продукции Ленинградского масло-жирового комбината за 1979–1981 гг. Перечень статей затрат и их величина (в %) приведены ниже.

Следует отметить, что прибыль от реализации маргариновой продукции составляла порядка 15 % от заводской себестоимости.

##### Перечень статей затрат

Статья затрат, %	
Сырье и основные материалы	94,50
Вспомогательные материалы	2,20
Энергозатраты	0,67
Зароботная плата	0,31
Содержание оборудования	0,93
Цеховые и заводские расходы	1,16
Расходы по подготовке и освоению производства	0,23
Производственная себестоимость	100

Внепроизводственные расходы — штрафы и пени — суммируются при подсчете полной себестоимости.

Также представляет интерес величина отходов и потерь жиров и масел, полученных при производстве маргариновой продукции. Отходы учитываются как побочная продукция и вычитаются при подсчете полной себестоимости. Величина отходов и потерь определяется отдельно для рафинации (процессов нейтрализации и дезодорации) и собственно производства маргариновой продукции. Отходы и потери определяются в процентах к общему количеству рафинированных жиров и масел и маргариновой продукции. Величина отходов и потерь за 1979—1981 гг. приведена ниже.

	Отходы, %	Потери, %
Производство маргариновой продукции	0,202	0,175
Рафинация жиров и масел	3,079	0,35

На предприятиях также учитываются единовременные затраты, основными из которых являются капитальные вложения. К единовременным затратам согласно [16] относятся оборотные средства.

Из приведенных выше данных можно судить о значимости и величине потенциальных источников экономической эффективности. Для этого необходимо установить взаимную связь между задачами автоматизации и источниками эффективности.

Системы автоматизации масло-сливной станции, осуществляющие регулирование температуры жиров, дистанционное управление насосами, измерение и сигнализацию уровня, обеспечивают увеличение выработки продукции, снижение расхода энергоресурсов, улучшение качества и уменьшение потерь жиров.

Системы автоматизации процесса нейтрализации, осуществляющие автоматическое приготовление раствора щелочи необходимой концентрации, регулирование соотношений расходов раствора щелочи, жиров и воды, обеспечивают сокращение отходов и потерь, увеличение выпуска нейтрализованных жиров.

Системы автоматизации процесса дезодорации, осуществляющие измерение и регулирование температуры и остаточного давления, обеспечивают улучшение качества дезодорированных жиров, а тем самым увеличение выпуска маргариновой продукции более высокого качества и экономию энергоресурсов.

Непосредственное цифровое управление дозированием маргариновой продукции обеспечивает сокращение удельного расхода жиров на 1 т маргариновой продукции (снижение расхода) и увеличение вложения в маргариновую продукцию дешевых жиров взамен дорогих (подсолнечного масла взамен саломаса).

Системы автоматизации процесса охлаждения маргариновой эмульсии, осуществляющие регулирование температуры маргариновой эмульсии посредством изменения подачи аммиака, обеспечивают сокращение отходов и потерь, улучшение качества маргариновой продукции, экономию энергоресурсов и увеличение выработки.

Централизованный контроль, обеспечивающий проверку технологических параметров, сигнализирует об отклонениях технологического режима и аварийных ситуациях, обеспечивает улучшение качества, снижение потерь и увеличение выработки.

Оперативный учет выработки продукции, обеспечивая руководящий персонал соответствующей информацией о выработке, способствует своевременному принятию рациональных решений, а тем самым увеличению выработки и достижению более высоких конечных результатов.

Оперативный учет оборота тары, давая информацию о задержке тары у потребителей, способствует тем самым ускорению оборота тары, создает возможность уменьшения общего количества оборотной тары и затрат на вспомогательные материалы.

Оперативный учет отгружаемой продукции дает возможность своевременно проанализировать реализацию фондов по потребителям и резко сократить время подготовки платежных требований для передачи в банк, тем самым сокращая время оборачиваемости средств.

Оптимальное оперативное планирование позволяет получить максимальную прибыль при ограниченных сырьевых ресурсах, исходя из существующей мощности оборудования путем расчета и выбора оптимального задания на неделю по выработке в ассортименте продукции для всех подразделений предприятия.

### 7.1.2. Расчет экономической эффективности

Вышеописанные задачи частично относятся к АСУ ТП, а частично являются организационно-экономическими, которые по традиции входят в автоматизированные системы управления предприятием (АСУП). Расчет экономической эффективности АСУ ТП производится по методике оценки экономической эффективности АСУ ТП [20], а расчет экономической эффективности АСУП — по методике определения экономической эффективности АСУП [16].

Годовой экономический эффект от применения АСУ ТП в соответствии с работой [20] определяется по формуле

$$\mathcal{E} = [(C_1 + E_H K_1) A_1 + C_1 \Delta A] - (C_2 + E_H K_2) A_2 + P_K + P_{\text{НП}}, \quad (7.1)$$

где  $\mathcal{E}$  — годовой экономический эффект, руб.;  $C_1, C_2$  — себестоимость единицы продукции до и после внедрения АСУ ТП, руб.;  $E_H$  — нормативный коэффициент эффективности, равный 0,15;  $K_1, K_2$  — единовременные вложения, отнесенные к единице продукции до и после внедрения АСУ ТП, руб.;  $A_1, A_2$  — годовой объем производства продукции до и после внедрения АСУ ТП, натуральные единицы;  $C_1$  — стоимость единицы продукции до внедрения АСУ ТП, руб.;  $\Delta A$  — дополнительный выпуск продукции после внедрения АСУ ТП, натуральные единицы;  $P_K$  — дополнительная прибыль от производства продукции повышенного качества, руб.;  $P_{\text{НП}}$  — дополнительная прибыль от снижения непроизводительных расходов, руб.

Как следует из формулы (7.1), при расчете годового экономического эффекта от внедрения АСУ ТП не учитывается рост прибыли от увеличения выпускаемой продукции.

Для проверки экономической целесообразности (эффективности) создания АСУ ТП необходимо рассчитать коэффициент экономической эффективности ( $E_p$ ) по формуле

$$E_p = (\mathcal{E}_{\text{год}} + \Delta\Pi) / K_a, \quad (7.2)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{год}}$  – годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении АСУ ТП, за вычетом текущих затрат, связанных с издержками на эксплуатацию системы, руб.;  $\Delta\Pi$  – прирост прибыли от внедрения АСУ ТП, руб., определяется по формуле;  $K_a$  – единовременные вложения на разработку и внедрение АСУ ТП, руб.

$$\Delta\Pi = (C_2 - C_1)A_2 - (C_1 - C_1)A_1, \quad (7.3)$$

здесь  $C_2$  – стоимость единицы продукции после внедрения АСУ ТП, руб.

Создание АСУ ТП является экономически целесообразным мероприятием, если

$$E_p \geq E_{\text{нвт}}, \quad (7.4)$$

где  $E_{\text{нвт}}$  – нормативный коэффициент эффективности, который определяется по формуле

$$E_{\text{нвт}} = (0,15K_{\text{л}} + 0,44K_{\text{в}}) / K_a, \quad (7.5)$$

где  $K_{\text{л}}$  – единовременные вложения на разработку и внедрение локальных систем автоматизации АСУ ТП, руб.;  $K_{\text{в}}$  – единовременные вложения на разработку и внедрение систем управления АСУ ТП с применением вычислительной техники, руб.

Срок окупаемости единовременных вложений на внедрение АСУ ТП рассчитывается по формуле

$$T_{\text{ок}} = K_a / (\Delta\Pi + \mathcal{E}_{\text{год}}) = 1 / E_p. \quad (7.6)$$

При расчете экономической эффективности АСУП согласно методике [16] годовой экономический эффект не определяется, а определяется годовая экономия, представляющая собой годовой прирост прибыли от внедрения АСУП. Годовой прирост прибыли ( $\Pi^A$ ) определяется согласно формуле

$$\Pi^A = \left( \frac{A_{\partial 2} - A_{\partial 1}}{A_{\partial 1}} \right) \Pi_1 + \left( \frac{C_{01} - C_{02}}{100} \right) A_{\partial 2}, \quad (7.7)$$

где  $A_{\partial 1}$ ,  $A_{\partial 2}$  – годовой объем реализуемой продукции до и после внедрения АСУП, тыс. руб.;  $\Pi_1$  – прибыль от реализации продукции до внедрения АСУП, тыс. руб.;

$\left( \frac{A_{\partial 2} - A_{\partial 1}}{A_{\partial 1}} \right) \Pi_1$  – годовой прирост прибыли за счет роста объема реализуемой продукции, тыс. руб.;

$C_{01}$ ,  $C_{02}$  – затраты на 1 руб. реализуемой продукции до и после внедрения АСУП, коп.;

$\left( \frac{C_{01} - C_{02}}{100} \right) A_{\partial 2}$  – годовой прирост прибыли за счет снижения издержек производства, тыс. руб.

В том случае, если повышение качества продукции за счет внедрения АСУ ТП не находит отражения в надбавках к действующим ценам, дополнительная прибыль ( $\Delta\Pi_K^A$ ), образующаяся у потребителя продукции повышенного качества при условии ее подтверждения в установленном порядке предприятиями и организациями министерств-потребителей, прибавляется к сумме прибыли, получаемой за счет внедрения АСУП.

Коэффициент экономической эффективности АСУП определяется по формуле

$$E_p = \Pi^A / K_K^A, \quad (7.8)$$

где  $K_K^A$  – капитальные вложения на создание АСУП, тыс. руб.

АСУП считается экономически эффективной, если:

$$E_p \geq E_{нвт}^A, \quad (7.9)$$

где  $E_{нвт}^A$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений на создание АСУП, утверждаемый Госпланом СССР.

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитывается по формуле

$$T = K_K^A / \Pi^A. \quad (7.10)$$

## 7.2. НАДЕЖНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСУ ТП

### 7.2.1. Общие понятия

Надежность АСУ ТП определяется как способность системы выполнять заданные функции, сохраняя значения эксплуатационных показателей в установленных пределах в течение заданного интервала времени при заданных условиях эксплуатации.

Надежность АСУ ТП является комплексным свойством, включающим безотказность, ремонтпригодность и долговечность. На стадии проектирования обычно определяют только показатели безотказности.

Уровень надежности АСУ ТП в значительной степени определяет экономическую эффективность системы. В результате снижения надежности АСУ ТП вырастают потери от отказов, а повышение надежности требует увеличения затрат.

Оценка показателей надежности АСУ ТП может проводиться с учетом надежности следующих факторов: только комплекса технических средств; комплекса технических средств, особенностей программ и алгоритмов, а также действий оперативного персонала.

На стадии проектирования приводится оценка значений показателей надежности следующих элементов функциональной структуры:

канал локальной автоматической системы; простая и составная функции АСУ ТП.

В случае необходимости может также определяться оценка показателей надежности: локальной автоматической системы и подсистемы АСУ ТП.

Показатели надежности АСУ ТП в целом оцениваются, если сформулированы критерии отказа.

Под локальной автоматической системой понимается часть комплекса технических средств, объединенная конструктивно и (или) функционально для выполнения ограниченных (локальных) функций нижнего уровня АСУ ТП; под каналом локальной автоматической системы — часть приборов и средств автоматизации, входящих в локальную автоматическую систему и предназначенных для выполнения локальной функции (контроля, регулирования, защиты и т. п.) применительно к одному параметру, в одной точке, к одному уровню параметра.

В качестве примера простой функции АСУ ТП можно привести сигнализацию состояний параметров технологического процесса и оборудования; в качестве составных функций АСУ ТП — управление технологическим процессом и централизованный контроль за состоянием технологического объекта управления.

Подсистема АСУ ТП осуществляет одну или несколько составных функций АСУ ТП.

### 7.2.2. Оценка показателей надежности

Оценка показателей надежности проводится согласно методике, разработанной НПО "Пищепромавтоматика" (СТП 311-065-83 и СТП 311-144-80). Краткое изложение данной методики приводится ниже.

Оценка показателей надежности системы проводится посредством расчета надежности на основе данных о надежности компонентов, структуры, условиях функционирования и режиме обслуживания. Можно выделить два этапа оценки показателей надежности АСУ ТП: структурный надежность-функциональный анализ АСУ ТП; вычисление оценок показателей надежности.

Результатом структурного надежность-функционального анализа является построение надежность-функциональных схем (НФС). НФС строятся на каждой ступени иерархии и соответствуют оцениваемым каналам, функциям, подсистемам и системам. НФС состоят из элементов, которыми в зависимости от уровня иерархии могут быть приборы и средства автоматизации, каналы локальной автоматической системы, локальные автоматические системы, функции и составные функции АСУ ТП, подсистемы.

В зависимости от критерия отказа большинство НФС АСУ ТП делятся на три типа: последовательные, параллельно-последовательные и мажоритарные (типа  $m$  из  $n$ ).

Последовательные НФС получают, когда отказ любого из элементов низшей ступени иерархии (ЭНСИ), реализующих элементы высшей ступени иерархии (ЭВСИ), приводит к отказу ЭВСИ.

Параллельно-последовательные НФС получают, когда есть резерв, но можно указать конкретные элементы из совокупности ЭНСИ, отказ которых приводит к отказу ЭВСИ.

Мажоритарные НФС получают, когда критерием отказа является отказ определенного количества  $m$  из  $n$  ЭНСИ без указания конкретных ЭНСИ, отказ которых приводит к отказу ЭВСИ.

Расчет показателей безотказности (надежности) АСУ ТП следует проводить последовательно, от низших ступеней иерархии к высшим. Исходными данными для расчета служат данные о структуре в виде НФС и показатели безотказности элементов НФС.

Расчет показателей безотказности производится в три этапа. На первом этапе выделяются типовые структуры в НФС элемента АСУ ТП (последовательные, параллельные, мажоритарные), на втором — показатели безотказности типовых структур и на третьем — показатель безотказности для всего элемента АСУ ТП в целом.

В случае последовательного соединения ЭНСИ в НФС ЭВСИ показатель безотказности определяется по формуле

$$P_{\text{ЭВСИ}}(t) = \prod_{i=1}^n P_{\text{ЭНСИ}_i}(t), \quad (7.11)$$

где  $P_{\text{ЭВСИ}}$  — вероятность безотказной работы ЭВСИ за время  $t$ ;  $\Pi$  — знак произведения;  $P_{\text{ЭНСИ}_i}$  — вероятность безотказной работы  $i$ -го ЭНСИ из числа  $n$  элементов, реализующих ЭВСИ за время  $t$ .

В случае параллельного соединения ЭНСИ в НФС ЭВСИ показатель безотказности определяется по формуле

$$P_{\text{ЭВСИ}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - P_{\text{ЭНСИ}_i}(t)]. \quad (7.12)$$

В случае мажоритарной структуры соединения ЭНСИ в НФС ЭВСИ показатель безотказности определяется по формуле

$$P_{\text{ЭВСИ}}(t) = \sum_{i=0}^{m-1} A_i, n, \quad (7.13)$$

где  $A_i, n$  — коэффициент при  $z^i$  в выражении функции  $\varphi_n(z)$

$$\varphi_n(z) = \prod_{i=1}^n \{P_{\text{ЭНСИ}_i}(t) + [1 - P_{\text{ЭНСИ}_i}(t)]z\}.$$

Иерархическая схема АСУ ТП Ленинградского МЖК для расчета показателей надежности приводится на рис. 7.1. В иерархической схеме имеется пять уровней: локальные автоматические системы и каналы локальных автоматических систем, простые и составные функции, подсистемы, АСУ ТП.



Критерии отказа по элементам АСУ ТП приведены в табл. 7.1.

7.1. Критерии отказа по элементам АСУ ТП Ленинградского МЖК

№ п/п	Функция	Количество функций низшего уровня	Критерии отказа
1	АСУ ТП	2	Событие, заключающееся в одновременном отказе всех подсистем
2	Информационная подсистема	2	Событие, заключающееся в одновременном отказе функции 2.1 и одной из функций 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3
2.1	Централизованный контроль	3	Событие, заключающееся в одновременном отказе функции 2.1.3 и одной из функций 2.1.1, 2.1.2
2.1.1	Сбор, обработка, оперативное отображение технологической и технической информации	1	Событие, заключающееся в потере 20 % информации о контролируемых параметрах
2.1.2	Обнаружение, оперативное отображение и сигнализация отклонений	1	Событие, заключающееся в потере 10 % информации о контролируемых параметрах
2.1.3	Вывод на печать	1	Событие, заключающееся в невыполнении любой команды на вывод информации на печать
2.2	Расчет информационно-вычислительных показателей	3	Событие, заключающееся в одновременном отказе функции 2.2.2 и одной из функций 2.2.1, 2.2.3
2.2.1	Учет отгрузки готовой продукции и выборки фондов	1	Событие, заключающееся в потере 10 % информации
2.2.2	Учет выработки готовой продукции	1	Событие, заключающееся в потере 10 % информации
2.2.3	Учет материальных и энергетических потоков	1	Событие, заключающееся в потере 20 % информации
3	Управляющая подсистема	2	Событие, заключающееся в отказе одной из функций 3.1, 3.2
3.1	НЦУ участком дозирования	6	Событие, заключающееся в одновременном отказе управления 2-х линий
3.1.1	НЦУ линией дозирования	2	Событие, заключающееся в отказе выполнения любой из команд
3.1.1.1	Локальные автоматические системы дозирования компонентов	12	Событие, заключающееся в отказе любой локальной автоматической системы дозирования
3.2	Локальные автоматические системы	41	Событие, заключающееся в одновременном отказе 20 % локальных автоматических систем

Показатели надежности уточняются на стадии "Анализа функционирования" и определяются методом подконтрольной эксплуатации, которая является основным источником сведений об отказах и восстановлениях.

Подконтрольная эксплуатация — нормальная эксплуатация, при которой над системой установлено дополнительное наблюдение с целью увеличения объема и достоверности информации об эксплуатационных свойствах системы, главным образом, о ее надежности в данных условиях.

### 7.2.3. Мероприятия по повышению надежности

С целью повышения надежности функционирования АСУ ТП можно провести ряд мероприятий.

Как известно, надежность элементов АСУ ТП определяется не только технически, но и программно. К наиболее часто применяемым техническим и программным мероприятиям можно отнести следующие:

УВК для НЦУ используются по функциональному признаку, т. е. для реализации задачи НЦУ используется отдельный УВК;

для резервирования УВК, работающего в режиме НЦУ, используется второй УВК, находящийся в режиме "горячего резерва". Режим "горячего резерва" определяется так: резервный УВК "отслеживает" все действия основного УВК и при наличии сигнала "отказ" автоматически включается взамен основного, обеспечивая качественное управление;

для НЦУ используется УВК, работающий в режиме управления с обращением только к ОЗУ без использования дисковой памяти. Дисковая память является электромеханическим устройством и обладает надежностью значительно более низкой, чем ОЗУ;

методы программной диагностики, тестирования технических устройств и реализации отдельных функций, программные методы проверки циркулирующей информации с целью определения и исправления ошибок. Методы программной диагностики, тестирования, определения и исправления ошибок предусматриваются в операционной системе, а также в прикладных программах.

## Глава 8. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

### 8.1. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В АСУ ТП ПРОИЗВОДСТВА МАРГАРИНА

Дальнейшее совершенствование и увеличение производства маргарина немислимы без широкого использования научно-технических достижений, в частности, без новейших технических средств управления на базе мини- и микро-ЭВМ [14, 18, 22].

С появлением больших программируемых интегральных схем (БИС), получивших название микропроцессоров, сочетающих в себе высокую вычислительную мощность с малыми габаритными размерами и энергопотреблением, стало возможным создание более надежных, по сравнению с централизованными, распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

В распределенной АСУ ТП весь объект управления делится на относительно автономные участки, обслуживаемые одной или несколькими микро-ЭВМ и объединенные в единую сеть центральной ЭВМ. Приближенные к датчикам и исполнительным механизмам микро-ЭВМ выполняют функции автоматического регулирования, логико-программного управления, сбора и предварительной обработки информации, технологической и аварийной защиты и др. В связи с тем что каждая из микро-ЭВМ обрабатывает сравнительно небольшой объем информации, ее отказ может быть продублирован ручным управлением, что не влияет на качество и безопасность управления.

С появлением микропроцессоров появилась возможность создания высокоэффективных микропроцессорных систем управления, позволяющих автоматизировать и механизировать процесс производства маргарина от поступления сырья до выдачи готовой продукции на склад. Особо актуальной является задача создания автоматизированных высокопроизводительных технологических линий. Технические данные микропроцессорных устройств позволяют встраивать их непосредственно в щиты управления линиями. Это дает возможность операторам технологических линий, работающих непосредственно около оборудования, оперативно использовать микропроцессорные системы управления для реализации поставленных перед ними задач.

На маргариновых предприятиях назрела необходимость в автоматизации на базе микропроцессорной техники следующих процессов: учет жирового сырья, передаваемого на производство; учет затрат теплоэнергоресурсов; учет готовой продукции в ассортименте; дозирование жировой и водно-молочной фазы на линиях производства маргарина; программное управление процессом мойки технологическо-

го оборудования; регулирование температурного режима охлаждения эмульсии в цилиндрах вогатора.

Опыт эксплуатации линии производства маргарина производительностью 5 т/ч, широко используемой на производстве, указал на необходимость замены импортных микропроцессорных систем управления, установленных на линии, на аналогичные отечественные.

Для автоматизации технологических процессов производства маргарина лучше использовать отечественные серийно выпускаемые средства микропроцессорной техники, наиболее удачные из которых следующие: комплекс технических средств для локальных информационно-управляющих систем КТС ЛИУС-2; управляющий вычислительный комплекс СМ 1804; регулирующий микропроцессорный контроллер "Ремиконт Р-100".

### **8.1.1. Комплекс технических средств для локальных информационно-управляющих систем КТС ЛИУС-2**

Комплекс технических средств для локальных информационно-управляющих систем на базе микросхем с повышенной степенью интеграции и микропроцессоров КТС ЛИУС-2 предназначен для использования в автоматизированных системах управления технологическим оборудованием и процессами.

КТС ЛИУС-2 можно применять на нижних уровнях иерархических и распределенных систем, в обособленных (локальных) системах, а также в качестве активного устройства связи управляющих вычислительных комплексов на базе микро- и мини-ЭВМ с технологическими объектами.

В локальных АСУ ТП средства комплекса позволяют решать следующие задачи: централизованный контроль; непосредственное цифровое регулирование технологических параметров; программно-логическое управление; ручной ввод и отображение технологической информации; передачу данных между территориально рассредоточенными и удаленными системами.

В иерархических АСУ ТП средства комплекса дополнительно позволяют решать такие задачи, как подготовка данных для вышестоящих уровней управления и обмен информацией с УВК верхнего уровня.

В качестве активного устройства связи УВК с объектом и оперативным персоналом обеспечивают: сбор и подготовку данных для УВК о ходе технологического процесса и состоянии оборудования; ручной ввод данных, контроль достоверности, редактирование, хранение и отображение вводимой информации; обмен данными с УВК; управление исполнительными механизмами.

Для решения указанных задач серийно выпускаются специальные комплексы КТС ЛИУС-2, а именно:

комплексы сбора, первичной обработки, представления информации о значениях технологических параметров и состоянии оборудо-

вания, сигнализации и регистрации нарушений технологического режима. Эти комплексы стыкуются с АСУ ТП верхнего уровня на базе СМ ЭВМ, микро-ЭВМ "Электроника-60" и ЕС ЭВМ;

комплексы локального регулирования.

Эти комплексы состоят из гибридных регуляторов, аналоговые средства которых обеспечивают реализацию ПИД-закона регулирования, а цифровые средства на базе микропроцессоров позволяют осуществлять более сложные математические операции при формировании алгоритмов регулирования и программно-логических комплексов на основе программируемых контроллеров. Эти комплексы осуществляют сбор и логическую обработку сигналов технологического процесса (датчиков положения, конечных переключателей и т. д.); формирование команды позиционного управления объектом (включение или выключение исполнительных механизмов, реле и т. д.).

Программирование осуществляется на языке релейно-контактных символов и булевой алгебры.

Ввод, вывод и редактирование программ осуществляются с дисплея. На дисплей также выводятся информация о состоянии оборудования и диагностические сообщения.

Основным элементом функциональной структуры КТС ЛИУС-2 являются микропроцессорные блоки, каждый из которых образуется посредством информационного объединения микропроцессорного модуля управления и некоторого количества функциональных модулей.

Объединение модулей, входящих в состав блока и интерфейсов внешних устройств, расположенных на расстоянии до 0,75 м, осуществляется внутриблочным асинхронным параллельным интерфейсом ИК1.

В состав средств, сопрягаемых по интерфейсу ИК1, входят: контроллеры, управляющие обменом данных между группами средств, входящих в состав микропроцессорного блока; модули памяти, предназначенные для хранения данных и приема или выдачи их, осуществляемых под управлением контроллера; модули ввода-вывода, предназначенные для приема или выдачи данных, представляющих в дискретной форме технологическую информацию или сообщения для связи с оперативно-диспетчерским оборудованием.

Модуль контроллера выполнен на базе микропроцессора К580ИК80; емкость адресуемой памяти 64 Кбайт; максимальное число адресуемых регистров (портов) ввода-вывода — 256.

Объединение микропроцессорных блоков осуществляется межблочной интерфейсной магистралью.

К межблочной магистрали можно подсоединить до 7 блоков, удаленных на расстояние до 10 м.

Благодаря межблочному соединению емкость адресуемой памяти достигает 224 Кбайт, а максимальное число адресуемых регистров ввода-вывода составляет 1024.

Связь между территориально рассредоточенными и удаленными системами КТС ЛИУС-2 на расстоянии до 3 км осуществляется внутри-системным интерфейсом, последовательным ИК3.

Аппаратные средства КТС ЛИУС-2 включают: основной набор агрегатных модулей; компоновочные конструкции; вспомогательные изделия.

Основные агрегатные модули можно разделить на следующие группы:

- средства обработки информации и управления (контроллеры общего назначения);

- средства обмена информацией (контроллеры связи);

- средства сопряжения с ЭВМ, аппаратурой передачи данных и др.;

- средства хранения информации (запоминающие устройства);

- средства связи с объектом (ввод-вывод непрерывных значений постоянного тока, напряжения, частоты и дискретных число-импульсных, позиционных, кодированных сигналов);

- средства для систем регулирования;

- средства связи с оператором-технологом (задатчики непрерывных и дискретных сигналов, цифровые и аналоговые индикаторы, сигнальные табло);

- оперативно-диспетчерское оборудование (символьная и функциональная клавиатуры, дисплеи, регистраторы информации);

- интерфейсные карты (для подключения к микропроцессорным блокам печатающих устройств, дисплеев);

- средства программно-логического управления (однобитовые контроллеры, таймеры);

- преобразователи и усилители мощности унифицированных сигналов.

Номенклатура, технические параметры и характеристики основных агрегатных модулей комплекса позволяют использовать различные датчики и исполнительные механизмы, входящие в ГСП и серийно выпускаемые для комплектации АСУ ТП.

Компоновочные изделия КТС ЛИУС-2 выполнены на конструктивной базе агрегатных комплексов ГСП, УТК-20.

УТК-20 делится на общепромышленную и приборную.

Вспомогательные изделия КТС ЛИУС-2 включают в себя источники питания, фильтры, блоки вентиляторов и сервисное оборудование.

В состав базового математического обеспечения КТС ЛИУС-2 входят: трансляторы с входных языков в машинные коды; библиотеки программных модулей для выполнения математических и логических операций, программы тестовых проверок агрегатных модулей и др.; операционная система проектирования и разработки, а также система реального времени; пакеты прикладных программ, обеспечивающие связь с оператором (асинхронный ввод или вывод информации из задач пользователя); пакеты прикладных программ ввода-вывода (реализуют ввод-вывод информации через функциональные модули номенклатуры КТС ЛИУС-2).

В зависимости от применяемых средств аппаратной поддержки используется резидентное (ориентированное на аппаратуру, скомпо-

нованную из технических средств КТС ЛИУС-2) или кроссовое (ориентированное на средства СМ ЭВМ и ЕС ЭВМ) программное обеспечение.

### 8.1.2. Управляющий вычислительный комплекс СМ 1804

Управляющие вычислительные комплексы СМ 1804 предназначены для использования в АСУ ТП при круглосуточной работе в производственных помещениях с повышенной запыленностью и ограниченным доступом обслуживающего персонала.

Обеспечиваемая защита от пыли осуществляется по ГОСТ 14254-80-Р5Х.

УВК СМ 1804 являются многопроцессорными, строятся на базе микро-ЭВМ, СМ 1800 и предназначены для формирования подсистем сбора и первичной обработки информации, контроля и управления локальными объектами в системах управления технологическими процессами сосредоточенных и территориально-распределенных производств. Комплексы СМ 1804 используются для самостоятельного управления отдельными технологическими агрегатами и процессами в составе иерархических систем на базе СМ ЭВМ.

В состав комплекса входят следующие устройства:

процессор, состоящий из: модуля центрального 8-разрядного процессора (МЦП-1); модуля оперативного запоминающего (МОЗ) емкостью 64 Кбайт; модуля перепрограммируемого, постоянно запоминающего (ППЗУ) емкостью 32 Кбайт; модуля системного контроля (МСК);

блок расширения (БР) используется вместе с процессором в тех случаях, если в процессоре недостаточно мест для блоков элементов, для приведения комплекса СМ 1804 в соответствие с функциональными требованиями заказчика;

блок кроссовый (БК) используется вместе с процессором и БР в тех случаях, когда в процессоре и БР недостаточно мест под блоки элементов;

пульт контроля и управления для отладки технических и программных средств;

видеотерминал алфавитно-цифровой;

устройство печатающее алфавитно-цифровое.

В комплексах СМ 1804 предусмотрено использование до четырех модулей МЦП-1. Количество адресуемых портов ввода-вывода — 256.

Модули связи с объектом обеспечивают: ввод аналоговых сигналов, сигналов от двухпозиционных датчиков, число-импульсных сигналов, результатов сравнения аналоговых сигналов напряжения постоянного тока и вывод сигналов управления двухпозиционными устройствами постоянного и переменного тока и аналоговых сигналов.

Модули связи с периферией и передача данных обеспечивают выход на интерфейсы: параллельный (ИРПР), последовательный (ИРПС),

линейный последовательный (ИЛПС), "Общая шина" (ОШ) и стыки связи С2 и С1.

Обмен информацией между комплексами СМ 1804 и центральным комплексом осуществляется по линии связи с помощью программ, реализующих протокол управления информационным каналом (ПУИК).

Программное обеспечение СМ 1804 состоит из тестовых, диагностических и прикладных программ.

### 8.1.3. Регулирующий микропроцессорный контроллер "Ремиконт Р-100"

"Ремиконт Р-100" представляет собой программируемое устройство, предназначенное для автоматического регулирования, включая многосвязанное каскадное и программное управление, а также управление с переменной структурой. Он позволяет заменить набор из 64 одновременно работающих приборов (регуляторов, преобразователей и др.). Архитектура "Ремиконта" позволяет абстрагироваться от физических элементов, его образующих; представлен в виде виртуальной (кажущейся) структуры, похожей на структуру обычных аналоговых приборов, привычных для специалистов.

Виртуальная структура состоит из следующих элементов: алгоритмических блоков (алгоблоков), библиотеки алгоритмов, средств ввода-вывода информации, средств связи с оператором.

Алгоблок выполнен программно и представлен в виде отдельного аналогового прибора. Однако в отличие от последнего, имеющего жестко заданные функции, алгоритм алгоблока заранее не определяется, а выбирается из библиотеки алгоритмов.

Принадлежностью каждого алгоблока являются каналы ввода-вывода, задатчик, блоки настройки и переключения режимов управления.

В "Ремиконте" может быть одновременно задействовано до 64 алгоблоков, работающих независимо друг от друга или образующих многосвязанные системы.

Библиотека алгоритмов выполнена программно и насчитывает 25 алгоритмов, условно разделенных на 6 групп: аналогового пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулирования; импульсного пропорционально-интегрально-дифференциального регулирования; динамических преобразований; математических функций; нелинейных преобразований; логических функций.

В процессе программирования непосредственно на объекте оператор с помощью клавишного пульта заполняет каждый алгоблок любым (но только одним) алгоритмом из числа входящих в библиотеку, задает коэффициенты (время интегрирования, уровень ограничений и пр.), задает связи между алгоблоками и входами и выходами "Ремиконта".

При ручном управлении исполнительными механизмами с кла-

вишнего пульта "Ремиконта" обеспечивается безударный переход с автоматического режима управления на ручной и наоборот.

Аппаратура "Ремиконта Р-100" состоит из микропроцессорного вычислителя и устройств связи с объектом и с оператором.

Микропроцессорный вычислитель базируется на микропроцессоре К580ИК80 и памяти (ПЗУ+ОЗУ).

Устройства связи с объектом обеспечивают сопряжение с датчиками и исполнительными механизмами.

Максимальное количество аналоговых входов-выходов — 64. Аналоговые входы наращиваются группами по 16, а аналоговые выходы — по 8.

Максимальное число дискретных входов-выходов — 126. Дискретные входы или выходы наращиваются группами по 16 входов или выходов.

Максимальное количество (64) импульсных выходов для управления исполнительными механизмами постоянной скорости наращиваются группами по 8 выходов.

Устройство связи с оператором выполнено в виде клавишной панели со световыми индикаторами и используется для настройки "Ремиконта" и контроля за его работой.

Программное обеспечение "Ремиконта" состоит из записанных в ПЗУ: программы диспетчера реального времени; программ управления, обслуживания внешнего устройства, самодиагностики и тестирования.

"Ремиконт" выполнен в двух конструктивных исполнениях (приборное и шкафное), оговариваемых при заказе.

В шкафу размещается до четырех устройств типа "Ремиконт".

#### 8.1.4. Система управления процессом дозирования SOW-450

Микропроцессорная система цифрового управления процессом дозирования "Селект-Оу-Вей-450" (SOW-450) установлена на линиях производства маргарина фирмы "Джонсон".

Система SOW-450 осуществляет автоматическое управление процессом дозирования компонентов маргарина по любой из 24 или 96 рецептур, хранимых в ее памяти, и обеспечивает выполнение следующих функций: измерение массы дозируемого компонента; сбор информации о состоянии оборудования; сигнализация состояния процесса дозирования; оперативное отображение информации на дисплее; регистрация текущих и учетных показателей; автоматическое программное управление; ручное управление.

Использование системы SOW-450 для управления линиями производства маргарина обеспечивает необходимую точность дозирования, быструю корректировку или смену рецептур, обеспечивает оператора линии полной информацией о состоянии технологического процесса и оборудования.

Дозирование компонентов маргарина осуществляется на двух весовых дозаторах (для водно-молочных и жировых компонентов), выполненных в виде емкостей, подвешенных на тензометрических датчиках. Каждый дозатор управляется собственной системой *SOW-450*.

Структурная схема управления одним дозатором приведена на рис. 8.1.

Комплектное устройство для дозирования состоит из технологического оборудования, оснащенного измерительными преобразователями и исполнительными механизмами, и системы управления *SOW-450*, установленной на щите управления линией.

Процесс дозирования состоит в последовательном наборе жировых компонентов в весоизмерительную емкость. Набор жировых добавок производится насосом-дозатором.

После набора всех компонентов происходит их выгрузка в емкость для перемешивания. Одновременно туда же поступают водно-молочные компоненты.

Микропроцессорная система управления *SOW-450* состоит из следующих узлов: блока управления со встроенной клавиатурой и дисплеем; модуля связи с объектом; дублирующего цифрового индикатора

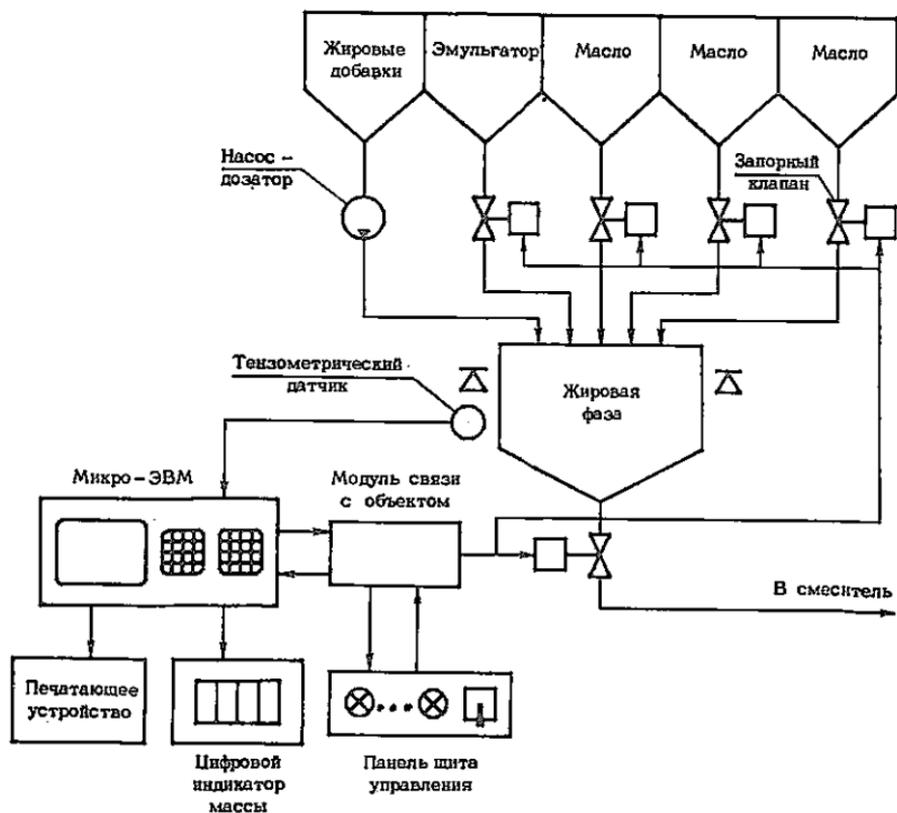


Рис. 8.1. Структурная схема управления одним дозатором

тора массы; панели сигнализации и управления выбором режима работы; устройства печати.

Блок управления выполнен в кожухе, встроенном в щит контроля и управления маргариновой линией.

Передняя панель блока с расположенными на ней клавиатурой и экраном дисплея выполнена пылевлагозащищенной.

Клавиатура выполнена в виде герметизированных цифрового и функционального пультов. Функциональная клавиатура предназначена для специфических команд дозирования, вводимых оператором (начало цикла, выбор рецептуры, печать), цифровая — для ввода цифровых параметров.

На экране дисплея изображена вся информация о ходе процесса дозирования, состоянии оборудования контролируемых и рассчитываемых показателей. Экран дисплея разделен на 3 функционально различные секции: верхняя секция — верхние 2 строки; центральная секция — центральные 12 строк; нижняя секция — нижние 2 строки.

На верхней секции непрерывно отображаются контрольные данные системы (рецептура, партия, компонент, масса, состояние). На центральную секцию выводятся фрагменты групповой информации (запасы сырья, количество израсходованного сырья, рецептура, константы, данные, необходимые для калибровки и проверки).

На нижней секции отображаются сигнальная информация нарушений процесса дозирования (перевес, недовес, медленная подача и выгрузка) и фиксированные состояния весов (подача, выгрузка, цикл).

Когда экран не используется для обработки запросов оператора, на нем индуцируется значение массы цифрами увеличенного размера.

В блоке управления размещаются: источник питания, дисплей, платы микропроцессора, расширения памяти, энергонезависимой памяти, аналого-цифрового преобразователя, контроллера связи с дисплеем, контроллеров печати, ввода-вывода.

На плате микропроцессора вместе с микропроцессором 8085 фирмы "Интел" размещены элементы перепрограммируемой постоянной памяти ППЗУ общей емкостью 16 Кбайт.

На плате расширения памяти размещены элементы ППЗУ емкостью 8 Кбайт и оперативной памяти ОЗУ емкостью 2 Кбайта.

Элементы ППЗУ выполнены на микросхемах, которые можно стирать ультрафиолетовыми лучами.

Плата энергонезависимой памяти содержит элементы ОЗУ общей емкостью 4 Кбайт. Батарея питания, установленная на плате, в случае прерыва внешнего питания позволяет сохранять таблицы данных, записанные в ОЗУ в течение 1 500 ч.

Передача данных между микропроцессором и внешними устройствами осуществляется в последовательном асинхронном режиме. Для этих целей используется асинхронный приемопередатчик *UART*. Для организации ввода-вывода используется последовательный интерфейс *RS-232*. Скорость передачи данных может быть установлена на *UART* 110, 300, 600 бод.

Через плату ввода-вывода осуществляется связь с клавиатурой и модулем связи с объектом *PAMUX*, установленным вне блока управления.

Модуль устройства связи с объектом включает в себя три платы, каждая из которых рассчитана на 16 каналов ввода-вывода, имеет винтовые зажимы для подключения входных и выходных цепей и светодиоды для визуального контроля сигналов.

Модуль имеет оптронную\* развязку между логическими схемами и входными или выходными цепями. Максимальный коммутируемый ток каналов ввода-вывода — 3 А.

Выходные сигналы "Нарушение", "Готов к выгрузке", "Цикл взвешивания готов", "Весы выбраны", "Цикл завершен" выводятся на сигнальные лампы, установленные на фасаде щита управления. Там же расположен переключатель выбора режима — автоматический или ручной.

Дублирующий индикатор массы предназначен для работы в ручном режиме.

Система *SOW-450* обеспечивает автоматическую распечатку: рабочего журнала суточной продукции по рецептурам; журнала суточного использования материалов; сводки нарушений.

Опыт эксплуатации системы *SOW-450* подтвердил ее высокую надежность и удобство в эксплуатации. К недостаткам этой системы следует отнести отсутствие аппаратных и программных средств связи с вышестоящими системами АСУ ТП.

### 8.1.5. Система управления мойкой оборудования

В линиях по производству маргарина фирмы "Джонсон" для управления мойкой оборудования и трубопроводов используется микропроцессорный программный контроллер ОМРОН производства Японии.

Технологическое оборудование для мойки включает в себя три бака (бак 1 — емкость с моющим раствором, бак 2 — емкость с горячей водой, бак 3 — сборная емкость) и систему трубопроводов с запорными кранами и насосами.

При мойке технологическое оборудование разбивается на четыре участка. Мойка каждого участка может производиться по любой из трех программ.

Наиболее часто применяемая программа мойки оборудования состоит из следующих циклов: рециркуляции моющего раствора в баке для создания однородной концентрации, промывки холодной водой оборудования для удаления эмульсии, промывки моющим раствором, горячей водой, прополаскивания холодной (магистральной) водой, приведения системы мойки в исходное (начальное) состояние.

\* Оptron — оптоэлектрический элемент, совмещающий в одном корпусе светодиод и фоточувствительный элемент, например фототранзистор, и осуществляющий преобразование входного тока в выходной с полным гальваническим разделением цепи.

Система управления мойкой размещается на щите управления линией и состоит из панели управления, с которой осуществляется выбор программы, участка и пуск автоматической системы управления мойкой; мнемосхемы с сигнальными элементами, которая позволяет оператору контролировать работу оборудования и правильность выбора маршрута и микропроцессорного контроллера.

Микропроцессорный контроллер ОМРОН представляет собой единый блок, на лицевой панели которого размещены: индикаторы входных и выходных сигналов (по 16 светоизлучающих диодов); цифровые индикаторы шага и команды (индикатор шага высвечивает номер шага, а индикатор команды — состояние прохождения шагов); клавишная панель пульта установки и ввода программ; таблица кода команд.

На задней панели контроллера расположены выходные реле, жестко связанные с исполнительными механизмами мойки. Общее количество каналов ввода—вывода — 16.

Фирмой выпускаются модификации контроллера ОМРОН, имеющие 32 канала ввода—вывода.

Система управления контроллером обеспечивает шаговое выполнение заданной программы.

Максимальное количество шагов — 63.

После окончания выполнения условий последнего шага система может остановиться или перейти в начальное состояние и начать выполнение нового цикла.

Часть программы между отдельными шагами может повторяться до 63 раз.

Энергонезависимая память защищена от выключения электропитания.

В контроллере используется таймер, обеспечивающий выдержку времени от 0 до 59 мин 59 с с дискретностью, равной 1 с.

Для программирования используются 12 команд (условного и безусловного перехода, "И", "ИЛИ", возврат, отсечка времени и др.).

Программирование заключается в установке условий выполнения шага управления и в соответствующей установке состояний выходных каналов.

## 8.2. ИНТЕГРИРОВАННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

На предприятиях, производящих маргариновую продукцию, ряд организационно-экономических задач можно оперативно решать только на ЭВМ. Причем их оперативное решение дает существенный экономический эффект, а использование ЭВМ сокращает численность административно-управленческого персонала.

Эти задачи относятся к различным сферам управления предприятием. Ниже приводится перечень задач.

К задачам материально-технического снабжения относятся: оперативный и месячный учет поступления сырья и материалов, расхода сырья и материалов, анализ величины запасов; оперативный и месячный учет поступления сырья и материалов по поставщикам, определение выполнения обязательств поставщиками по фондам; оперативный и месячный учет расхода сырья и основных материалов по цехам.

К задачам производства относятся: оптимальное оперативное планирование (на неделю); составление суточных графиков и на их базе сменно-суточных заданий по участкам и линиям; анализ выполнения сменно-суточных заданий, месячного плана; составление недельных (декадных) и месячных жировых балансов; составление месячных отчетов по выпуску продукции и расходу на нее сырья и материалов.

К задачам сбыта относятся: месячное планирование сбыта; оптимальное оперативное планирование сбыта (на неделю), составление суточных графиков отгрузки; составление приказов об отгрузке; оперативный и месячный учет сбыта и выборки фондов потребителями.

К задачам планирования относятся: текущее планирование, перспективное планирование, составление недельных и месячных рапортов о выработке продукции.

К экономическим задачам относятся: расчет месячных, квартальных и годовых калькуляций себестоимости продукции; расчет месячной, квартальной и годовой прибыли от реализации продукции.

К задачам бухгалтерского учета относятся: расчеты статей месячного балансового отчета, годового балансового отчета, заработной платы, оперативный учет денежных средств (платежей и денежных поступлений), оперативный расчет денежных требований на оплату за отгруженную продукцию.

Для решения перечисленных задач на пищевых предприятиях (кондитерских, вторичного виноделия) с большим ассортиментом (количество марок готовой продукции порядка 1000) применяется универсальная ЭВМ и организуется АСУП. Однако на предприятиях, производящих маргариновую продукцию, ассортимент значительно меньше, следовательно, установка универсальной ЭВМ и организация АСУП нерациональны ввиду малой загрузки.

В данном случае для решения вышеперечисленных задач рационально использовать центральную ЭВМ типа СМ-4 или же специальные микро-ЭВМ "Искра-226" и "Искра-555".

Необходимо кратко остановиться на технических данных и функциональных возможностях упомянутых мини- и микро-ЭВМ.

Мини-ЭВМ СМ-4. Номенклатура аппаратных средств СМ-4 строится на базе 16-разрядных процессоров и включает в себя модули ОЗУ, набор внешних устройств и устройств межмашинной связи.

Системные характеристики (скорость ввода-вывода информации, скорость обработки, функциональные возможности, набор внешних устройств) в 2-10 раз превосходят соответствующие характеристики микро-ЭВМ. Применение ряда современных структурных и конструктивно-технических решений позволило повысить производитель-

ность процессора до уровня, близкого к средней универсальной ЭВМ (например, ЕС-1033).

Быстродействие процессоров СМ-4, полученное на примерах обработки информации по усредненным наборам операций для научно-технических задач и обработки экономической информации, составляет 130, а задач оперативного управления – 320 тыс. в секунду.

Характерной особенностью УВК СМ-4 является использование унифицированного интерфейса "Общая шина", в котором обмен информацией (адресами, командами, данными) между процессором и ОЗУ осуществляется по тому же принципу, что и между процессором и внешними устройствами.

Благодаря использованию такого интерфейса отпадает необходимость в специальных командах ввода-вывода процессора. Просто реализуется прямой доступ к ОЗУ, т. е. обмен информацией происходит без участия процессора между внешним устройством и ОЗУ или между двумя внешними устройствами.

Конструктивно УВК СМ-4 могут быть выполнены в виде набора нескольких модулей (процессор, ОЗУ, УСО), встраиваемых в объект управления. Одноэтажные варианты компоновки дополнительно могут включать накопители на магнитных дисках, перфоленточные модули ввода-вывода или блоки расширения ОЗУ. Двухэтажные и многостоечные варианты компоновки в зависимости от назначения могут состоять из модулей расширения УСО (от нескольких сотен до нескольких тысяч вводных и выводных сигналов), модулей расширения внешней памяти на магнитных носителях и модулей построения двухпроцессорных систем.

Возможности применения УВК СМ-4 можно расширить благодаря устройствам связи с другими семействами вычислительных машин. Подключение к СМ-4 микро-ЭВМ СМ-1800 позволяет обеспечить построение распределенных информационных, управляющих и измерительных систем, в которых СМ-4 выполняет функции центральной ЭВМ. Также возможно подключение УВК СМ-4 к ЕС ЭВМ.

Важной конструктивной особенностью СМ-4 является исполнение отдельных модулей в виде автономных конструктивных блоков со своими источниками питания. Подключение их к комплексу осуществляется стандартным способом с помощью жгутов. Это позволит потребителю компоновать комплексы СМ-4 с учетом конкретных условий, производя простую доукомплектацию систем в процессе эксплуатации для обеспечения новых функциональных возможностей.

Рассмотрим характеристики основных устройств, которые могут быть использованы в комплексах СМ-4.

ОЗУ компонуются из модулей по 128 Кбайт. Максимально используемый объем ОЗУ равен 248 Кбайт.

Внешние запоминающие устройства состоят из:

накопителя на магнитных дисках кассетного типа емкостью 4,8 Мбайт. К одному контроллеру (устройству управления) может быть подключено до 4 накопителей;

накопителя на магнитных лентах емкостью 20–40 Мбайт. К контроллеру может быть подключено до 4 накопителей;

накопителя на гибких магнитных дисках емкостью 1,5 Мбайта. Используется в системах, если допустимы меньшие динамические характеристики обмена, примерно на порядок ниже, чем для магнитных дисков;

кассетного накопителя на магнитной ленте емкостью 0,7 Мбайта. Применяется, если необходимы накопители минимальных размеров.

Комбинированные перфоленточные устройства ввода–вывода обеспечивают ввод информации с максимальной скоростью 500–1000 строк в секунду, вывод со скоростью перфорации 50 строк в секунду.

Печатающие устройства состоят из алфавитно-цифровых печатающих устройств последовательного и параллельного типа со скоростью соответственно 100–180 знаков в секунду и 900–1200 строк в секунду (соответствует 9000 знаков в секунду).

Емкость алфавитно-цифровых дисплеев – 2000 знаков в кадре. В номенклатуру блоков СМ ЭВМ включен графический дисплей. Количество алфавитно-цифровых дисплеев может быть довольно большим и на их базе можно построить информационную систему на предприятии.

Комплексы СМ-4 могут использовать 6 типов УСО:

с интерфейсом "Общая шина" с блоками ввода–вывода аналоговых и дискретных сигналов;

с использованием многофункциональных быстродействующих блоков ввода–вывода аналоговых и дискретных сигналов;

с интерфейсом 2К из номенклатуры блоков ЭВМ М-6000, М-7000, СМ-1, СМ-2. Для подключения этих устройств к СМ-4 используются устройства сопряжения – согласования ОШ/2К;

из модулей международной системы КАМАК (подключаются к СМ-4 с помощью контроллера КАМАК);

из модулей номенклатуры агрегатных средств электроизмерительной техники АСЭТ (подключаются к СМ-4 с помощью контроллера АСЭТ);

из модулей номенклатуры микро-ЭВМ СМ-1800. С помощью интерфейсной платы ОШ-шина СМ-1800 микро-ЭВМ СМ-1800 с модулями УСО и со всей периферией подключаются к СМ-4.

Для обеспечения поставки СМ-4, в максимальной степени соответствующей разнообразным требованиям широкого круга заказчиков, используются следующие типы комплексов:

базовые комплексы. Минимальный набор устройств: процессор, ОЗУ, 2–3 универсальных устройства ввода–вывода, 1–2 устройства внешней памяти. Эти комплексы являются серийной продукцией завода-изготовителя;

специфицированные комплексы. Выпускаются заводом-изготовителем по заказам (спецификациям) потребителей, включают один или несколько базовых комплексов и дополнительные модули из номенклатуры СМ ЭВМ;

проблемно-ориентированные комплексы. Создаются для определенного множества использований, объединенных единством технологии обработки информации. Эти комплексы строятся на основе специфицированных комплексов и могут включать дополнительные нестандартные модули.

Программное обеспечение СМ ЭВМ строится как совокупность различных по своим функциональным возможностям операционных систем и пакетов прикладных программ.

Для СМ ЭВМ разработаны девять операционных систем, ряд пакетов прикладных программ, а также тестомониторная система, обеспечивающая различные режимы тестирования вычислительных комплексов в процессе их производства и эксплуатации.

Операционные системы УВК СМ-4 по своему назначению составляют три класса: операционные системы общего назначения, реально-го времени и разделения времени.

Операционные системы общего назначения включают перфоленточную систему (ПЛОС СМ), диалоговую систему программирования (ДС СМ) и дисковую операционную систему (ДОС СМ). Они обеспечивают выполнение основных функций, связанных с организацией и управлением вычислительным процессом, подготовкой, отладкой и выполнением программ пользователей, управлением процедурами ввода-вывода данных программ.

Операционные системы реального времени включают перфоленточную операционную систему реального времени (ПЛОС РВ), фоновую-оперативную базовую операционную систему реального времени (ФОБОС), дисковую операционную систему реального времени (ДОС РВ) и операционную систему реального времени (ОС РВ).

В состав операционных систем этого класса входят мониторные средства, обеспечивающие одновременное выполнение многих задач реального времени. Системы реального времени позволяют устанавливать время пребывания задач в системе, прерывать одни программы другими в зависимости от соотношения их приоритетов.

Операционные системы разделения времени представлены дисковой диалоговой многотерминальной системой (ДИАМС) и дисковой операционной системой разделения временных ресурсов (ДОС РВР). Эти системы обеспечивают для многих пользователей (в том числе удаленных) разделение ресурсов комплекса.

Микро-ЭВМ "Искра-226". Машина предназначена для: проведения в диалоговом режиме оперативных плановых расчетов и выдачи по ним выходных печатных форм; решения в диалоговом режиме научно-технических, экономических, оптимизационных задач; работы в сети телеобработки данных в качестве программируемого терминала СМ и ЕС ЭВМ; автоматизации рутинных элементов исследовательских, проектных, конструкторских и инженерных работ с представлением информации на ЭЛТ и документированием результатов обработки; решения инженерных и научно-технических задач с непосредственным участием пользователя в процессе вычислений.

### Технические данные микро-ЭВМ "Искра-226"

Длина слова	16 разрядов
Объем ОЗУ	128 Кбайт
Входной язык	БЭЙСИК
Среднее время выполнения, не более:	
арифметической операции	0,001 с
извлечения квадратного корня	0,002 с
элементарной функции (тригонометрической, нахождения натурального логарифма)	0,05 с

"Искра-226" может быть выполнена в 6 исполнениях. В зависимости от исполнения "Искра-226" состоит из процессора интерпретирующего диалогового, печатающего устройства, набора блоков интерфейсных функциональных для подключения устройств ввода-вывода, набора устройств ввода-вывода.

Интерпретирующий диалоговый процессор состоит из интерпретирующего процессора и клавишного устройства. Интерпретирующий процессор выполнен в отдельном корпусе и состоит из собственно процессора, блока отображения символично-графической информации на электронно-лучевой трубке, блока кассетного накопителя на магнитной ленте, устройства логического, обеспечивающего автоматическое управление преобразованием информации и устройствами ввода-вывода; блока питания.

Клавишное устройство используется для ввода информации в микро-ЭВМ.

В качестве печатающего устройства используется ДЗМ-180.

В качестве устройств ввода-вывода могут быть использованы двухкоординатный графопостроитель Н-306, накопители на гибких магнитных дисках, на магнитных дисках, на магнитной ленте, цифроаналоговый преобразователь напряжение-код, преобразователь код-напряжение, преобразователь угол-код, каналы обмена информацией с СМ ЭВМ, с ЕС ЭВМ, канал для сопряжения с приборами.

Функциональные возможности "Искры-226" реализуются как посредством аппарата, так и системным математическим обеспечением.

Системное математическое обеспечение осуществляет решение следующих задач: реализацию входного языка; автоматическое распределение ресурсов машины между одновременно работающими устройствами ввода-вывода; управление процессами ввода-вывода информации; диагностику работоспособности процессора.

Микро-ЭВМ "Искра-555". Микро-ЭВМ [25] предназначена для учета готовой продукции, состоящей из следующих взаимосвязанных задач: учета поступления готовой продукции на склад сбыта и ее отгрузки потребителям, формирования и печати требуемого числа экземпляров платежных требований, формирования и печати ведомости реализации и оплаты готовой продукции, выдачи оперативных справок по запросам, а также ряда других задач оперативного учета.

Проблемная ориентация "Искры-555" определяется компактным, максимально удобным для установки в специальном помещении конструктивным исполнением в виде письменного стола; эргономическим оформлением, обеспечивающим доступ ко всем устройствам (клавиатуре, печатающему устройству, гибким магнитным дискам и др.), участвующим в процессе создания документа; низкой стоимостью, наличием в машине специального языка программирования (ЯМБ), операторы которого сориентированы на решение задач обработки экономической информации. Язык ЯМБ позволяет составлять разветвленные программы обработки документов, эффективно описывать массивы данных и формы печатаемой документации, осуществлять все виды операций над данными, управлять вводом-выводом.

Быстродействие микро-ЭВМ "Искра-555" по выполнению команд языка ЯМБ равно 2000 операций в секунду. Скорость печати равна 100 знаков в секунду.

В состав микро-ЭВМ могут входить накопители на гибких магнитных дисках, на магнитных дисках и на магнитной ленте. В состав микро-ЭВМ входит алфавитно-цифровой дисплей.

"Искра-555" может быть использована в качестве центральной машины с электронным бухгалтерским терминалом "Нева-501", который можно использовать для дистанционного ввода информации со складов, а также для необходимых расчетов. "Искру-555" в качестве периферийной ЭВМ можно подключать к машинам ЕС и СМ.

Задача оптимального оперативного планирования органически увязывает задачи АСУ ТП и организационно-экономические, в результате может быть создана единая система управления предприятием и технологическим процессом, которая называется интегрированной автоматизированной системой управления (ИАСУ).

До настоящего времени АСУП и ИАСУ отсутствуют на предприятиях, производящих маргариновую продукцию. В то же время целый ряд организационно-экономических задач решается на вычислительных центрах других предприятий и организаций за счет покупки машинного времени. Проводится декадный и месячный учет денежных средств, месячный расчет выборки фондов. На Ленинградском МЖК в объеме АСУ ТП, как указано в главе 5, реализован оперативный учет выборки фондов.

Исходя из изложенного выше, можно сделать вывод, что наиболее подходящей системой управления для крупных предприятий, производящих маргариновую продукцию, является ИАСУ (к крупным следует отнести предприятия, производящие более 40 тыс. т маргариновой продукции в год). На подобных предприятиях важными являются задачи управления как технологическим процессом, так и организационно-экономические.

В настоящее время, как правило, задачи управления технологическим процессом решаются на управляющих микро-ЭВМ нижнего уровня, а организационно-экономические задачи — на центральной мини-ЭВМ верхнего уровня. В будущем вместо центральной мини-ЭВМ

будет использоваться ряд проблемно-ориентированных комплексов на базе микро-ЭВМ (например, "Искра-226", "Искра-555", СМ-1800).

Проблемно-ориентированные комплексы будут представлять собой автоматизированные рабочие места (АРМ) экономиста, плановика, бухгалтера, диспетчера.

Все микро-ЭВМ, реализующие задачи управления технологическим процессом, а также задачи организационно-экономические, будут сведены в общую вычислительную сеть с необходимой циркулирующей информации.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Условные обозначения принятых сокращений (аббревиатур)

АРМ	— автоматизированное рабочее место;
АРС	— адаптер разветвителя сопряжения 2К;
АСВТ	— агрегатированные средства вычислительной техники;
АСУП	— автоматизированная система управления предприятием;
АСУ ТП	— автоматизированная система управления технологическим процессом;
АЦП	— аналого-цифровой преобразователь;
БИС	— большая интегральная схема;
БК	— блок кроссовый;
БР	— блок расширения;
ВСА	— вакуум-сушильный аппарат;
ВЦ	— вычислительный центр;
ГСП	— государственная система промышленных приборов и средств автоматизации;
ДОС РВ	— дисковая операционная система реального времени;
ДМ	— дисплейный модуль;
ДР	— дуплексный регистр;
ИАСУ	— интегрированная автоматизированная система управления;
ИТР	— инженерно-технический работник;
КИП	— контрольно-измерительные приборы;
КМС	— канал межпроцессорной связи;
КПДП	— канал прямого доступа в память;
КТС	— комплекс технических средств;
ЛМЖК	— Ленинградский масло-жировой комбинат;
МБПД	— модуль быстрой передачи данных;
МВДИ	— модуль ввода-вывода дискретной информации;
МВВЧИС	— модуль ввода-вывода число-импульсных сигналов;
МВИС	— модуль ввода инициативных сигналов;
МЖК	— масло-жировой комбинат;
МКУБ	— модуль кодового управления бесконтактный;
МКУЖ	— модуль кодового управления контактный;
МОЗ	— модуль оперативный запоминающий;
МСК	— модуль системного контроля;
МСС	— масло-сливная станция;
МЦП	— модуль центрального процессора;
НПО	— научно-производственное объединение;
НФС	— надежность-функциональная схема;
НЦУ	— непосредственное цифровое управление;
ОЗУ	— оперативное запоминающее устройство;
ОС РВ	— операционная система реального времени;
ОШ	— общая шина;

ПЗУ	– постоянное запоминающее устройство;
ПИД	– пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор;
ПКТ	– преобразователь код-ток;
ПМ	– программный модуль;
ППМ	– пакет программных модулей;
ППЗУ	– перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство;
Пр	– процессор;
ПУИК	– протокол управления информационным каналом;
ПУЭ	– правила устройства электроустановок;
ПЭБ	– паро-эжекторный блок;
РА, РБ	– регистры сверхоперативной памяти;
РВВ	– расширитель ввода-вывода;
РД	– регистр данных;
РНК	– регистр номера команды;
Рс	– регистр сумматора;
РТА	– регистр текущего адреса;
САДЖС	– система автоматического дозирования жидких сред;
СМ	– сумматор процессора;
СМД	– система мультитерминального доступа;
СМТО	– система мультитерминальной отладки;
СУФ	– система управления файлами;
ТМР	– таймер;
ТЭП	– технико-экономический показатель;
УБП	– устройство быстрой печати;
УВВПЛ	– устройство ввода с перфоленты;
УВК	– управляющий вычислительный комплекс;
УВМ	– управляющая вычислительная машина;
УВПМД	– устройство внешней памяти на магнитных дисках;
УВПЛ	– устройство вывода на перфоленту;
УВФ	– указатель веса фотоэлектрический;
УНП	– устройство наращивания памяти;
УПК	– устройство печатающее с клавиатурой;
УПТ	– устройство печати технологическое;
УСО	– устройство связи с объектом;
ЦДП	– центральный диспетчерский пункт;
ЭВСИ	– элемент высшей ступени иерархии;
ЭЛТ	– электронно-лучевая трубка;
ЭНСИ	– элемент низшей ступени иерархии.

## Приложение 2

### Условные обозначения измерительных и регулирующих приборов и средств автоматизации (ГОСТ 21.404-85)

Наименование	Обозначение
Исполнительный механизм. Положение регулирующего органа при прекращении подачи управляющего сигнала не показывается	
Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи управляющего сигнала	

Наименование	Обозначение
Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом	
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
Регулирующий орган	
Электродвигатель	
Кнопка управления, установленная по месту	
Кнопка управления, установленная на щите	
Переключатель электрических цепей измерения, ключ управления, предназначенный для выбора цепей управления, установленный на щите	
Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите	
Лампа сигнальная	
Сирена электрическая	
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту	
Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный по месту	
Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту	
Регулятор температуры прямого действия	
Прибор для измерения температуры бесшкальный с контактным устройством, установленный по месту	
Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный на щите	
Прибор для измерения температуры с автоматическим обогревающим устройством, регистрирующий, установленный на щите	
Прибор для измерения температуры, показывающий, регистрирующий с позиционным (пропорционально-интегральным) регулятором и сигнальным устройством, установленный на щите	
Комплект для измерения температуры, показывающий, регистрирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите	

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь для измерения давления, установленный по месту	
Прибор для измерения давления, показывающий, установленный по месту	
Прибор для измерения давления, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту	
Регулятор давления прямого действия	
Регулятор давления, бесшкальный, установленный по месту	
Прибор для измерения давления, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту	
Прибор для измерения давления, показывающий, регистрирующий с пропорционально-интегральным регулированием, установленный по месту	
Прибор для измерения давления, показывающий, с сигнальным устройством, установленный на щите	
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту	
Прибор для измерения расхода, показывающий, установленный по месту	
Прибор для измерения расхода, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту	
Прибор для измерения расхода, показывающий, регистрирующий, установленный на щите	
Комплект для измерения двух расходов, показывающий, один — со станцией управления, регулирующий* соотношение этих расходов, установленный на щите (*ПИ-регулирование)	
Первичный измерительный преобразователь для измерения уровня, установленный по месту	
Прибор для измерения уровня, показывающий, установленный по месту	
Прибор для измерения уровня, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту	
Прибор для измерения уровня, показывающий, установленный на щите	
Прибор для измерения уровня, показывающий, с сигнализацией верхнего и нижнего уровней, установленный на щите	
Комплект для измерения уровня, показывающий, регистрирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите	
Прибор для измерения уровня с контактным устройством, с сигнализацией верхнего (нижнего) уровня, установленный на щите	

Наименование	Обозначение
Преобразователь сигнала (термопреобразователя сопротивления, ЭДС чувствительного элемента рН-метра в сигнал постоянного тока), установленный на щите	 E/E
	 E/E
Преобразователь сигнала давления (расхода, уровня). Входной сигнал — пневматический, выходной — электрический. Установлен на щите	 P/E
	 P/E
	 P/E
Преобразователь сигнала (входной — электрический, выходной — пневматический), установленный на щите	 E/P
Прибор для измерения кислотности (рН), показывающий, установленный на щите	 рН
Прибор для измерения кислотности (рН), показывающий, регистрирующий, с сигнальным устройством, установленный на щите	 рН
Прибор для измерения массы, интегрирующий, установленный на щите	 WQI
Прибор для измерения массы продукта, показывающий, с сигнальным устройством и станцией управления, установленный по месту	 WISK
Прибор для измерения количества коробов (бочек) готовой продукции, беспикальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту	 NT
Прибор для измерения количества коробов (бочек) готовой продукции, интегрирующий, установленный по месту	 NQI
Прибор для измерения количества коробов (бочек) готовой продукции (текущего времени), интегрирующий, установленный по месту	 NQ(K)J
	 NQ(K)I
Прибор для измерения любой электрической величины, показывающий, установленный на щите	 EI Сила тока

## Приложение 3

Условные обозначения измеряемых величин в схемах автоматизации  
(ГОСТ 21.404-85)

Обозначение	Измеряемая величина	Функциональные признаки	Дополнительные функциональные признаки
A	—	Сигнализация	—
C	—	Регулирование, управление	—

Обозначение	Измеряемая величина	Функциональные признаки	Дополнительные функциональные признаки
<i>E</i>	Любая электрическая величина	—	Первичное преобразование
<i>F</i>	Расход	—	—
<i>H</i>	Ручное воздействие	—	Верхний предел измеряемой величины
<i>I</i>	—	Показание	—
<i>K</i>	Время. Временная программа	—	Станция управления
<i>L</i>	Уровень	—	Нижний предел измеряемой величины
<i>N</i>	Количество готовой продукции	—	—
<i>p</i>	Давление (вакуум)	—	—
<i>Q</i>	Кислотность (рН)	—	Интегрирование
<i>R</i>	—	Регистрация	—
<i>S</i>	—	Включение, отключение, переключение	—
<i>T</i>	Температура	—	Дистанционная передача, промежуточное преобразование
<i>W</i>	Масса	—	—
<i>Y</i>	—	—	Преобразование

1. Автоматизация-83: Каталог. Международная специализированная выставка: Советские экспонаты. — М., 1983. — 181 с.
2. Арвик Б. А. Сопряжение микро-ЭВМ с внешними устройствами / Пер. с англ. В. П. Нестерова. — М.: Машиностроение, 1983. — 352 с.
3. Агапина Н. Б., Дайч Р. Б., Жорнист Л. И. Применение пакетов программных модулей при разработке математического обеспечения информационных функций АСУ ТП // Сб. науч. тр. НПО "Пищепромавтоматика". — 1982. — Вып. 21. — 50 с.
4. Брусенцов Н. П. Миникомпьютеры — М.: Наука, 1979. — 270 с.
5. Васильев Н. Ф., Федоровский Л. М. Автоматизация маслоэкстракционного производства. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 273 с.
6. Васильев Н. Ф., Аблавский М. Ш., Масленко Е. А. Оптимальное оперативное планирование в производстве маргариновой продукции // Масло-жировая промышленность. — 1983. — № 8. — С. 29–30.
7. Васильев Н. Ф., Аблавский М. Ш., Масленко Е. А. К вопросу выбора критерия оптимизации при оперативном планировании производства маргариновой продукции // Масло-жировая промышленность. — 1983. — № 12. — С. 25–26.
8. Васильев Н. Ф., Аблавский М. Ш., Литвяк В. И. Математическое описание производств жироперерабатывающих предприятий // Масло-жировая промышленность. — 1986. — № 1. — С. 22–23.
9. Венда В. Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. — М.: Машиностроение, 1975. — 396 с.
10. Горбатов В. А., Кафаров В. В., Павлов П. Г. Логическое управление технологическими процессами. — М.: Энергия, 1978. — 257 с.
11. Голант А. И., Альперович Л. С., Васин В. М. Системы цифрового управления в химической промышленности. — М.: Химия, 1985. — 256 с.
12. Грис Д. Конструирование компиляторов для цифровых вычислительных машин. — М.: Мир, 1976. — 544 с.
13. Ицкович Э. Л. Контроль производства с помощью вычислительных машин. — М.: Энергия, 1975. — 416 с.
14. Левенталь Л. Введение в микропроцессоры. Программное обеспечение, аппаратные средства, программирование — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 464 с.
15. Месарович М., Мако Д., Такахага И. Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973. — 343 с.
16. Методика определения экономической эффективности автоматизированных систем управления предприятиями и производственными объединениями. — М.: Статистика, 1979. — 62 с.
17. Минекер И. Н., Пиггот С. Г., Ромм В. С. Декомпозиция автоматизированных систем управления предприятиями и классификация задач управления // Вопросы промышленной кибернетики. — 1974. — № 41. — С. 6.
18. Некоторые тенденции в развитии автоматизации масло-жировой промышленности / В. А. Соколов, С. В. Лачков, Ю. Б. Дмитриев и др. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1981. — 20 с.
19. Определение периода дискретности и временных характеристик непосредственного цифрового управления дозированием компонентов маргарина / М. Ш. Аблавский, И. Х. Гринблат, Т. Н. Коломиец и др. // Тр. НПО "Пищепромавтоматика". — 1980. — Вып. 19. — 91 с.

20. Отраслевая методика оценки экономической эффективности автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) в пищевой промышленности. РДМ 18-12-81. — Одесса: НПО "Пищепромавтоматика", 1982. — 75 с.

21. Общие отраслевые руководящие методические материалы по созданию АСУ ТП. — М.: Финансы и статистика, 1982. — 128 с.

22. Опыт создания и эксплуатации АСУ ТП маслособывающего предприятия на базе Днепропетровского маслоэкстракционного завода / Я. М. Лесов, Ю. Б. Дмитриев, В. С. Степуло и др. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1984. — Вып. 5. — 24 с.

23. Основы автоматизации технологических процессов пищевых производств / С. В. Лачков, Л. И. Рысь, Л. Б. Сивакова и др. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 381 с.

24. Основы автоматизации технологических процессов масло-жирового производства / В. Ф. Яценко, Л. Б. Сивакова, Н. Д. Ключко и др. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 289 с.

25. Петров В. И., Бутрин Б. П., Ярошевская Б. М. Автоматизированная система учета готовой продукции промышленного предприятия // Приборы и системы управления. — 1984. — № 11. — С. 27-28.

26. Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами / Под ред. Смелянского. — М.: Машиностроение, 1983. — 527 с.

27. Сатановский В. Ф. Принципы построения и перспективы развития библиотеки программных модулей АСУ ТП пищевых производств // Сб. науч. тр. НПО "Пищепромавтоматика". — 1982. — Вып. 21. — 43 с.

28. Создание и развитие математического обеспечения АСУ ТП пищевых производств / Л. Б. Кротков, И. В. Лузин, В. Р. Сатановский и др. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1983. — вып. 1. — 43 с.

29. Стефани Е. П. Основы построения АСУ ТП. — М.: Энергоиздат, 1982. — 346 с.

30. Система М-6000 АСВ Т-М. Каталог типовых и базовых комплексов. — Северодонецк, 1976. — 200 с.

31. Технология переработки жиров / Б. Н. Тюпонников, П. В. Науменко, И. М. Товбин и др. — М.: Пищевая промышленность, 1982. — 352 с.

32. Управляющие вычислительные машины в АСУ ТП / Под ред. Т. Харрисона. — М.: Мир, 1975. — Т.1, Т.2 — С. 530-531.

33. Шенброт И. М., Антропов М. В., Ромм В. С. Оперативно-календарное планирование химических производств в автоматизированных системах управления. — М.: Химия, 1977. — 287 с.

34. Яблонский С. В. Введение в дискретную математику. — М.: Наука, 1979. — 272 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
Г л а в а 1. Характеристика АСУ ТП производства маргарина . . . . .	6
1.1. Процесс производства маргарина как объект управления . . . . .	6
1.2. Режимы работы АСУ ТП . . . . .	12
1.3. Математическая модель, общие и частные критерии управления АСУ ТП . . . . .	15
1.3.1. Описание математической модели . . . . .	15
1.3.2. Выбор общего критерия управления АСУ ТП . . . . .	15
1.3.3. Частные критерии управления АСУ ТП . . . . .	19
1.4. Основные задачи АСУ ТП . . . . .	23
1.5. Иерархическая структура АСУ ТП . . . . .	24
1.6. Техническое обеспечение АСУ ТП . . . . .	25
1.6.1. Состав комплекса технических средств . . . . .	25
1.6.2. Управляющий вычислительный комплекс . . . . .	27
1.6.3. Источники информации . . . . .	30
1.6.4. Оборудование центрального диспетчерского пункта и локальной автоматики . . . . .	31
1.7. Программное обеспечение АСУ ТП . . . . .	32
1.7.1. Общее программное обеспечение . . . . .	33
1.7.2. Специальное программное обеспечение . . . . .	35
1.8. Информационное обеспечение АСУ ТП . . . . .	38
1.9. Организационное обеспечение АСУ ТП . . . . .	41
Г л а в а 2. Устройство центрального диспетчерского пункта и вычислительного центра . . . . .	44
2.1. Помещение центрального диспетчерского пункта и вычислительного центра . . . . .	44
2.2. Оборудование центрального диспетчерского пункта . . . . .	44
2.2.1. Мнемощит . . . . .	44
2.2.2. Приборная панель, щит НЦУ . . . . .	45
2.2.3. Стол диспетчера . . . . .	45
2.2.4. Установка диспетчерской связи "Кристалл-70" . . . . .	45
2.2.5. Установка производственной громкоговорящей связи ПГСИ-30М . . . . .	46
2.2.6. Дисплей СИД-1000 . . . . .	46
2.2.7. Устройства печати технологического и быстродействующее . . . . .	46
2.3. Компоновка оборудования вычислительного центра . . . . .	46
2.4. Структура и принципы построения УВК . . . . .	46
2.5. Основные модули функции и технические характеристики УВК . . . . .	47
2.5.1. Процессор М-6000 . . . . .	48
2.5.2. Оперативное запоминающее устройство . . . . .	48
2.5.3. Станция индикации данных (дисплей СИД-1000) . . . . .	49
2.5.4. Устройство внешней памяти на магнитных дисках . . . . .	49
2.5.5. Устройства ввода-вывода . . . . .	49
2.5.6. Канал прямого доступа в память . . . . .	49
2.6. Устройство специфицированных УВК . . . . .	50
2.6.1. Специфицированный УВК-1 . . . . .	50
2.6.2. Специфицированный УВК-2 . . . . .	53

Глава 3. Системы локальной автоматикки . . . . .	55
3.1. Клапан отсечной типа КОЩ . . . . .	55
3.2. Система автоматического дозирования жидких сред (САДЖС) . . . . .	57
3.3. Устройство счета готовой продукции . . . . .	61
3.4. Системы автоматикки масло-сливной станции . . . . .	63
3.5. Система автоматикки участка приема и передачи жиров . . . . .	65
3.6. Системы автоматикки линий непрерывной рафинации . . . . .	70
3.7. Системы автоматикки линий непрерывной дезодорации . . . . .	74
3.8. Системы автоматикки участка приема и подготовки компонентов маргарина . . . . .	77
3.9. Системы автоматикки участка подготовки молока . . . . .	80
3.10. Участок дозирования компонентов маргарина . . . . .	86
3.11. Системы автоматикки участка производства маргарина . . . . .	88
Глава 4. Централизованнный контроль . . . . .	93
4.1. Основные задачи централизованного контроля . . . . .	93
4.2. Определение периода опроса измерительных преобразователей . . . . .	94
4.3. Алгоритмы первичной обработки информации . . . . .	95
4.3.1. Контроль достоверности информации . . . . .	95
4.3.2. Масштабирование . . . . .	96
4.3.3. Фильтрация . . . . .	97
4.3.4. Контроль технологического режима по заданным границам . . . . .	98
4.3.5. Усреднение . . . . .	98
4.3.6. Интегрирование . . . . .	99
4.4. Контроль состояния и режима работы технологических линий . . . . .	100
4.5. Отображение текущей информации о технологическом процессе . . . . .	100
Глава 5. Информационно-вычислительные задачи . . . . .	102
5.1. Расчет информационно-вычислительных показателей . . . . .	102
5.2. Расчет подачи жирового сырья с масло-сливной станции на производство . . . . .	102
5.3. Расчет производительности технологических линий и удельных расходов . . . . .	105
5.4. Расчет сменной выработки маргариновой продукции . . . . .	108
5.5. Расчет запасов жирового сырья на масло-сливной станции . . . . .	111
5.6. Расчет расхода компонентов на выработку маргариновой продукции . . . . .	112
5.7. Расчет выполнения плана выработки готовой продукции . . . . .	112
5.8. Расчет выборки фондов маргариновой продукции потребителями . . . . .	116
Глава 6. Непосредственное цифровое управление участком дозирования . . . . .	125
6.1. Задачи НЦУ . . . . .	125
6.2. Алгоритмы НЦУ . . . . .	127
6.2.1. Ввод исходных данных в систему НЦУ . . . . .	129
6.2.2. Преобразование задания . . . . .	131
6.2.3. Диалог оператор — УВМ . . . . .	131
6.2.4. Начало процесса дозирования . . . . .	131
6.2.5. Контроль готовности весов . . . . .	132
6.2.6. Счетчик клапанов набора . . . . .	134
6.2.7. Открывание клапана набора . . . . .	136
6.2.8. Контроль датчика УВФ . . . . .	136
6.2.9. Контроль налива 1 . . . . .	137
6.2.10. Контроль налива 2 . . . . .	138
6.2.11. Контроль управления процессом закрывания клапанов набора . . . . .	139
6.2.12. Расчет ТЭП . . . . .	140
6.2.13. Организация очередности дозаторов добавок . . . . .	143

6.2.14. Обработка очереди на дозатор добавок . . . . .	144
6.2.15. Анализ заявок на слив основных компонентов . . . . .	145
6.2.16. Открывание клапанов слива . . . . .	147
6.2.17. Контроль процесса слива . . . . .	147
6.2.18. Счетчик наборов . . . . .	151
6.2.19. Вывод информации на мнемосхему . . . . .	151
6.3. Математическое описание участка дозирования . . . . .	153
6.4. Исследование и разработка алгоритма системы НЦУ участком дозирования . . . . .	160
<b>Г л а в а 7. Экономическая эффективность и надежность функционирования АСУ ТП . . . . .</b>	<b>163</b>
7.1. Оценка экономической эффективности . . . . .	163
7.1.1. Источники экономической эффективности . . . . .	163
7.1.2. Расчет экономической эффективности . . . . .	165
7.2. Надежность функционирования АСУ ТП . . . . .	167
7.2.1. Общие понятия . . . . .	167
7.2.2. Оценка показателей надежности . . . . .	168
7.2.3. Мероприятия по повышению надежности . . . . .	172
<b>Г л а в а 8. Перспективы развития вычислительной техники для управления производством маргариновой продукции . . . . .</b>	<b>173</b>
8.1. Применение вычислительной техники в АСУ ТП производства маргарина . . . . .	173
8.1.1. Комплекс технических средств для локально-информационно-управляющих систем КТС ЛИУС-2 . . . . .	174
8.1.2. Управляющий вычислительный комплекс СМ 1804 . . . . .	177
8.1.3. Регулирующий микропроцессорный контроллер "Реми-конт Р-100" . . . . .	178
8.1.4. Система управления процессом дозирования <i>SOIV</i> 450 . . . . .	179
8.1.5. Система управления мойкой оборудования . . . . .	182
8.2. Интегрированная автоматизированная система управления предприятием по производству маргариновой продукции . . . . .	183
Приложения . . . . .	190
Список использованной литературы . . . . .	196

**Николай Федорович Васильев, Сергей Васильевич Лачков,  
Марк Шмулевич Аблавский, Валерий Николаевич Шалаев,  
Семен Исаакович Эстерлис**

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА МАРГАРИНА**

*Книга подготовлена комсомольско-молодежным коллективом*

Заведующий редакцией Л. М. Б о г а т а я. Редактор Н. В. К у р к и н а. Художественный редактор В. А. Ч у р а к о в а. Технический редактор Л. И. К у в ы р к и н а. Корректор Л. Е. Г л а д ы ш е в а

ИБ № 4621

Подписано в печать 19.01.88. Т-03424. Формат 60 X 84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Гарнитура Пресс-Роман. Усл. п. л. 11,62. Усл.кр.-отт. 11,85. Уч.-изд. л. 14,32. Изд. № 84. Тираж 1350 экз. Заказ № 374 Цена 75 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО "Агропромиздат", 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 9 НПО "Всесоюзная книжная палата" Госкомиздата, 109033, Москва, Волоцаявская, 40.