

Министерство высшего и среднего специального  
образования БССР  
БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

Кафедра «Технология машиностроения»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к лабораторным работам по дисциплинам «Автоматизация  
производственных процессов в машиностроении»  
и «Основы автоматизации производственных процессов»  
для студентов специальности 0501 — «Технология  
машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»

М и н с к 1 9 8 7

Министерство высшего и среднего специального  
образования БССР  
БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

Кафедра "Технология машиностроения"

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплинам "Автоматизация  
производственных процессов в машиностроении"  
и "Основы автоматизации производственных процессов"  
для студентов специальности 0501 - "Технология  
машиностроения, металлорежущие станки и инструменты"

М и н с к 1 9 8 7

В методических указаниях приведено описание устройства и работы роботизированного технологического комплекса для обработки деталей типа тел вращения. Лабораторные работы имеют аналитическую направленность, нацеленную на обучение студентов навыкам структурного и функционального анализа сложных систем и формализованного описания их функционирования.

Составили:

И.В.Коновалов, Е.Я.Головкина

Рецензенты:

Ю.К.Наследяев, А.М.Русецкий

Игорь Васильевич КИОНАЛОВ

Елена Яковлевна ГОЛОВКИНА

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплинам "Автоматизация производственных процессов в машиностроении" и "Основы автоматизации производственных процессов" для студентов специальности 0501 - "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты"

Корректор Т.А.Палилова

---

Подписано в печать 15.07.87.

Формат 60x84<sup>1</sup>/16. Бумага т. 132. Офсетная печать.

Усл.печ.л. 2,6. Уч.-изд.л. 2,0. Тир.300.Зак.1307. Бесплатно.

---

Отпечатано на ротативе БИИ. 220027, Минск, Ленинский пр., 65.

© Белорусский политехнический институт, 1987

## Лабораторная работа

### ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА РОБОТИЗИРОВАННОГО ТОКАРНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ СТАНКА ТПК-125ВН2 С ЧПУ. СОСТАВЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ

Цель работы - ознакомление с принципами построения токарных роботизированных комплексов и основами системного анализа.

Оборудование - токарный роботизированный комплекс в составе станка ТПК-125ВН2, промышленного робота РП-901, СЧПУ типа Н22-1МТ1.

#### I. Устройство комплекса и его составных частей

##### I.1. Назначение и область применения

Предназначен для патронной обработки по программе, записанной на перфоленте, высокоточных деталей из различных материалов. Позволяет производить расточку и обработку цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, нарезание крепежной резьбы резцом, подрезку торцев, проточку канавок. При этом обеспечивается автоматический захват заготовки из магазина, перемещение и установка в токарный патрон, а после обработки-захват детали в патроне, перемещение и укладка ее в тот же магазин.

Программное управление станком позволяет обрабатывать детали сложного профиля с большим количеством переходов в автоматическом режиме, что является экономически выгодным для многономенклатурного серийного и мелкосерийного производства.

##### I.2. Особенности конструкции

Высокая точность обработки. Обеспечивается точностью позиционирования поперечного и продольного суппортов, стабильностью положения режущего инструмента в револьверной головке при его автоматической смене; высокой жесткостью шпинделя на прецизионных опорах качения и суппортов с предварительным упругим натягом направляющих качения; изоляцией главного привода от несущей станины виброзащитным устройством.

Широкий диапазон регулирования частоты вращения шпинделя. Обеспечивается за счет применения в качестве главного привода электродвигателя постоянного тока с тиристорным управлением.

Высокая производительность обработки. Обеспечивается за счет автоматизации процесса установки и съема детали, возможности предварительной и финишной обработки большого количества поверхностей за один установ с использованием типовых наладок шестипозиционной револьверной головки, компенсации износа инструмента посредством электронной коррекции его расположения, применения быстродействующих пневмомеханических устройств для крепления обрабатываемых деталей.

### 1.3. Состав и технические характеристики

Общий вид комплекса с обозначением его составных частей приведен на рис.1.

Кинематическая схема представлена на рис.2.

Привод главного движения. От электродвигателя I постоянного тока, работающего совместно с тиристорным преобразователем, вращение передается шпинделю посредством клиноременной двухступенчатой передачи (шкив 2 и 3), обеспечивающей при переналадке станка возможность ручного переключения поддиапазонов частоты вращения шпинделя.

Привод подачи. Перемещение продольного и поперечного суппортов осуществляется от шаговых электродвигателей 16 и 7 через зубчатые редукторы и ходовые винты 11 и 20. Диапазон рабочих и ускоренных подач обеспечивается бесступенчатым регулированием частоты следования импульсов на обмотке шаговых двигателей.

Привод револьверной головки. Осуществляется от электродвигателя 4 и зубчатых колес 6 и 5. Фиксация головки осуществляется с помощью колеса с шестью зубьями, соответствующими числу позиций планшайбы с резцами. Жесткость и надежность работы головки обеспечивается за счет пневмосажима с клинсом.

Привод кулачкового патрона. Кулачковый патрон обеспечивает зажим обрабатываемых деталей с помощью сменных кулачков при помощи сжатого воздуха. Разжим кулачков осуществляется с помощью пружины при соединении рабочей полости пневмокамеры с атмосферой.

Привод робота. Приводами для перемещения всех исполнитель-

Расположение составных частей роботизированного токарного комплекса на базе станка ТПК-125 ВН2

Вид А

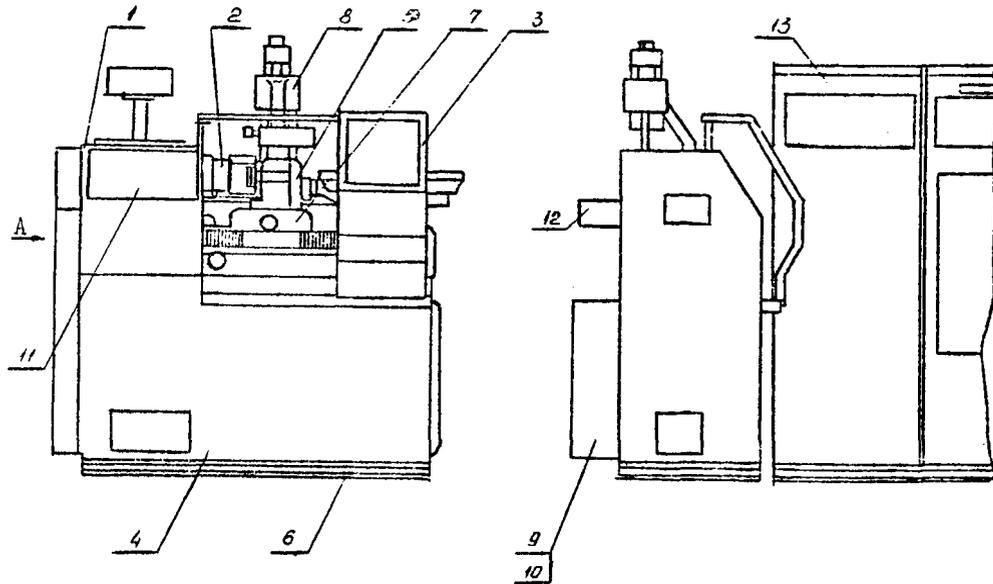


Рис. I

1-бабка передняя; 2-патрон кулачковый; 3-ограждение; 4-станина; 5-гловка револьверная; 6-плита фундаментальная; 7-супорт двухкоординатный С-2К; 8-робот пневматический РП-90Г; 9-пневмооборудование; 10-электрооборудование; 11-пульт управления; 12-магазин; 13-система ЧПУ Н22-1МТ1

Кинематическая схема роботизированного токарного комплекса  
на базе станка ША-125 БНЗ

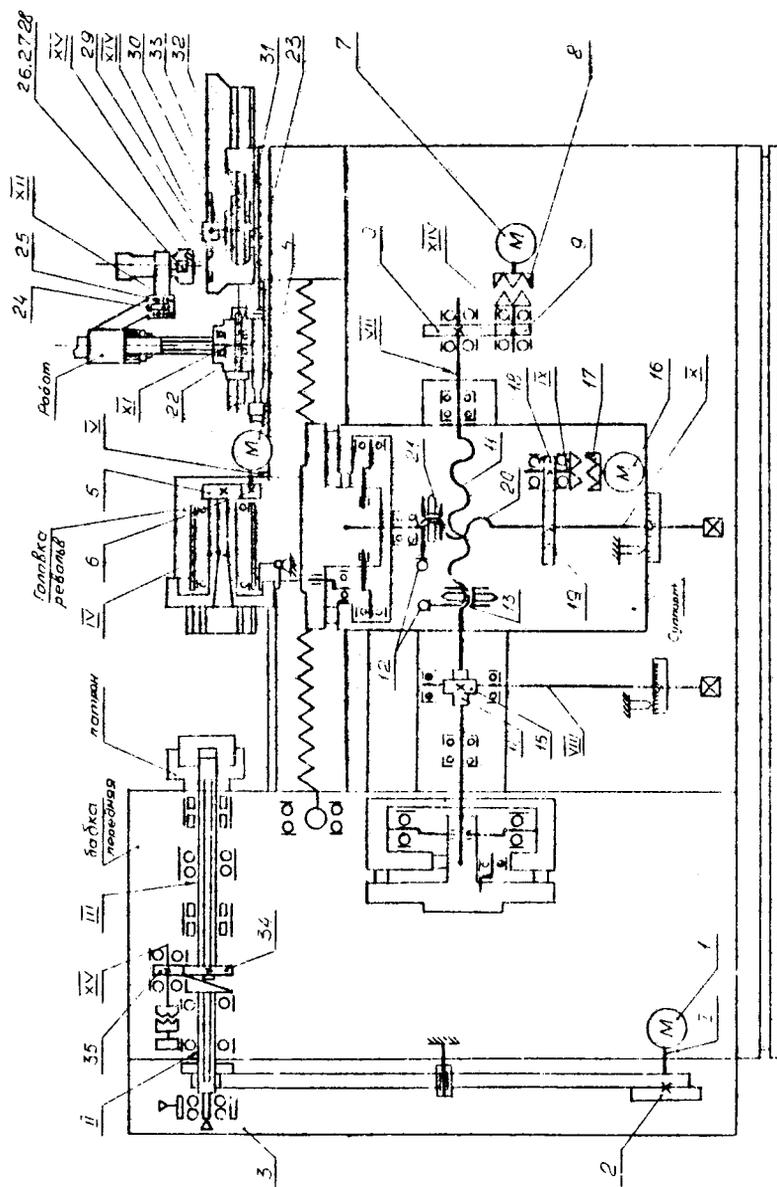


Рис. 2

них механизмов работа являются пневмоцилиндры. Поворот кронштейна с закрепленной на нем головкой с приводом на  $100^{\circ}$  в горизонтальной плоскости к магазину и от магазина осуществляется через шток-рейку 22 и шестерню 23, жестко закрепленную на валу. Поворот головки с приводом на  $90^{\circ}$  обеспечивается двумя односторонними пневмоцилиндрами через общую для обеих цилиндров шток-рейку 24 и шестерню 25. Перемещение кулачков головки обеспечивается пневмоприводом головки и пружиной от трехсторонней рейки 26, секторов 27 и ползунов 28, на которых крепятся кулачки.

Привод магазина. Перемещение спутников в замкнутом желобе магазина осуществляется от пневмоцилиндра через шток-рейку 32, сцепленную с сектором 31, и собачку 29. Собачка 29 при выдвижении шток-рейки 32 сцепляется с храповиком 30 и поворачивает звездочку 33, которая перемещает спутники.

Приводы основных механизмов токарного комплекса реализованы электрическими силовыми исполнительными устройствами, приведенными в таблице 1, и пневматическими исполнительными устройствами, приведенными в таблице 2.

Таблица 1

Силовые электрические исполнительные устройства

№ п/п	Наименование	Обознач.	Назначение	Марка
1	Электродвигатель постоянного тока	M1	Привод главного движения станка	ЦЕСТ-2
2	Электродвигатель двухфазный	M2	Привод механизма револьверной головки	ГД-09
3	Шаговый электродвигатель	M3	Привод поперечного ("X") перемещения	ЩБД1МУЗ
4	Шаговый электродвигатель	M4	Привод продольного ("Z") перемещения	ЩБД1МУЗ
5	Электромагнит пневмозолотника	УА1	Управление цилиндром расфаскировки револьверной головки	Спен.

Таблица 2

Пневматические исполнительные устройства

№ п/п	Наименование	Обозн.	Назначение	Диаметр, мм
1	2	3	4	5
1	Пневмоцилиндр	Ц1	Привод магазина	$\Phi_1 = 30$ мм

2	- " -	Ц2	Схват робота	ход 46 мм D <sub>ц</sub> = 32 мм ход 11 мм
3	- " -	Ц3	Вертикальное перемещение ("Y") робота	D <sub>ц</sub> = 45 мм ход 174 мм
4	- " -	Ц4	Перемещение каретки робота	D <sub>ц</sub> = 40 мм ход 50 мм
5	Пневмоцилиндр поворота	Ц5	Поворот головки робота на 90 ("α")	D <sub>ц</sub> = 32 мм ход 31 мм
6	- " -	Ц6	Поворот кронштейна робота на 100 ("β")	D <sub>ц</sub> = 40 мм ход 14 мм
7	Цилиндр патрона	Ц7	Привод кулачков токарного патрона	D <sub>ц</sub> = 100 мм ход 4 мм
8	Цилиндр револьверной головки	Ц8	Фиксация револьверной головки	

Пневмосистема комплекса. По своему функциональному и конструктивному исполнению ее можно разделить на три отдельные части:

- система подготовки воздуха;
- пневмосистема станка;
- пневмосистема робота.

В пневмосистему станка входит также устройство продувки Ш патрона станка перед установкой детали.

Аппаратура контроля. Обеспечивает защиту оборудования при нарушениях электро- и пневмопитания, контроль выполнения команд исполнительными механизмами и их исправность, специальные режимы работы (резьбонарезание), а также блокировки, обеспечивающие безопасность работы. Так, для обеспечения нарезания резьбы на станке установлен датчик резьбонарезания типа СИФ-3, механически связанный со шпинделем и выполняющий синхронизацию движения суппорта и шпинделя станка.

Система управления. Включает: блок питания и релейной автоматики (БРПА), обеспечивающий питание комплекса напряжением 24 В, 110 В, 220 В и управление приводами исполнительных устройств; пульт управления (ПУ), на котором размещены кнопки, переключатели и сигнальные лампы; систему числового программного управления (СЧПУ) H22-1MT.

Основные технические характеристики:

Класс точности

В по ГОСТ 8-32

Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	по ГОСТ 21608-75 200
Диаметр обрабатываемого изделия при автоматической загрузке, мм,	
наибольший	60
наименьший	4
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	100
Длина обрабатываемого изделия при автоматической загрузке, мм,	
наибольшая	40
наименьшая	4
Частота вращения шпинделя, об/мин,	
при работе с кулачковым патроном	50...2000
при работе с цанговым патроном	50...4000
Дискретность задания перемещения, мм,	
по оси Z	0,002
по оси X	0,001
Диапазон рабочих подач, мм/мин,	
суппорта поперечного	3...90
суппорта продольного	6...180
Шероховатость поверхности обрабатываемых изделий $R_a$ , мкм,	
цветные металлы (алмазным резцом)	0,32
стали	1,25
Число позиций револьверной головки	6
Емкость магазина, шт.	20
Максимально допустимая масса загружаемой заготовки, кг	0,15
Точность позиционирования робота, мм	$\pm 0,1$

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### 2.1. Формализация задачи

Современные роботизированные станочные комплексы представляют собой сложные системы, содержащие механические, электромеханические, электронные, оптические, измерительные и др. устройства. При проектировании, изготовлении и эксплуатации такие системы требуют привлечения специалистов разного профиля, "разговаривающих" зачастую на различных технических языках. Проблемы такого же

характера возникают и в отношениях сторон "заказчик-разработчик" при составлении и согласовании технического задания, когда ответственность принимаемых решений чрезвычайно высока. Формализация решаемых при этом задач на всех этапах разработки и эксплуатации системы позволяет добиться однозначности их понимания и выполнения.

Любой роботизированный станочный комплекс можно рассматривать как реализацию задачи построения (синтеза) автоматизированной системы обработки конкретного вида изделий. В свою очередь, обработку этих изделий можно рассматривать как реализацию задачи управления данным станочным комплексом. Всевозможные аналитические задачи, возникающие при разработке и эксплуатации, являются задачами анализа рассматриваемой системы. Наиболее распространенным и удобным способом формализации решения задачи является алгоритмизация с помощью графических схем. Графическая схема алгоритма вполне определенно показывает, что происходит и в каком порядке и является эффективным средством общения специалистов различного профиля. При этом алгоритмизация и графические средства изображения алгоритмов не являются прерогативой только вычислительной техники. Они могут использоваться для описания решения любых задач, включая функционирование и процессы управления. Такое условное представление задачи – важный этап ее подготовки к реализации на ЭВМ, что весьма необходимо в условиях гибкого автоматизированного производства и широкой реализации САПР ТП.

Однако, чтобы представить, КАК сделать\*, прежде всего необходимо знать, ЧТО сделать? Какова должна быть структура комплекса, отвечающего многочисленным требованиям? Необходимо найти ответы на следующие вопросы:

- а). Из каких частей состоит комплекс с точки зрения управления?
- б). Какие функциональные и управляющие связи имеются между этими частями и системой управления?
- в). Каковы внешние связи системы и к каким частям ее они прилагаются?

---

\*Вопросы составления схем алгоритмов рассматриваются в лабораторной работе "Изучение работы роботизированного, токарного комплекса на базе станка ТПК-125 с ЧПУ. Составление схем алгоритмов функционирования (управления)".

- г). Какими режимами обладают блоки и комплекс в целом?
- д). Какими параметрами описывается тот или иной режим?
- е). Каковы датчики и исполнительные механизмы системы управления?
- ж). Какими временными диаграммами описываются последовательности управляющих сигналов, обеспечивающих тот или иной режим работы объекта?

В компактной и удобной для дальнейшей работы форме ответы на вопросы (а...е) можно представить в виде структурных и функциональных схем.

## 2.2. Составление структурных схем

В соответствии с ГОСТ 2.701-76 в зависимости от основного назначения схемы подразделяются на следующие типы: структурные, функциональные, принципиальные, соединений (монтажные), подключения, расположения и общие.

Структурные схемы разрабатывают на этапах, предшествующих разработке схем других типов. Структурная схема определяет основные составные части объекта (изделия), их назначение, взаимные связи. При этом в соответствии с ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.703-66 и ГОСТ 2.704-76:

изображаются все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними;

функциональные части на схеме изображают сплошными основными линиями в виде прямоугольников или условных графических изображений\*;

графическое построение должно давать представление о последовательности операций взаимодействия;

на линиях взаимосвязей рекомендуется указывать направление передачи информации, управляющих сигналов, потоков рабочей среды;

если функциональные части системы изображены в виде прямоугольников, то для каждой из них должны быть указаны наименования; наименования функциональных частей рекомендуется вписывать

---

\* При выполнении структурных кинематических схем возможно их представление аналитической записью, допускающей применение АИГ.

внутри прямоугольников; допускается применять порядковые номера, которые проставляют справа от изображения или над ним.

Если говорить о классификации возможных структур систем, то в качестве признаков прежде всего необходимо выделить количество уровней и принцип централизации. На рис.3 показаны два подтипа: одноуровневая централизованная структура (а) и одноуровневая децентрализованная структура (б).

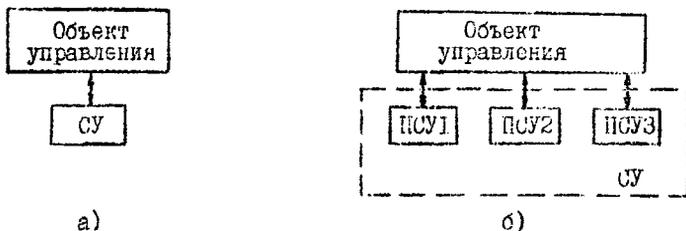


Рис.3

И тот, и другой подтип имеют свои достоинства и недостатки. В том случае, когда объект управления не может быть разделен на независимые в смысле управления части, но сама система управления может быть разделена на независимые подсистемы управления (ПСУ), имеет место смешанная структура системы управления (рис.4)

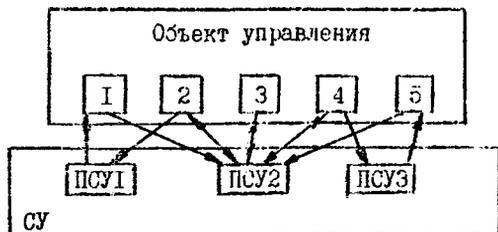


Рис.4

Если одноуровневая структура нас не удовлетворяет, можно перейти к двухуровневой структуре, наметив для объекта устройства управления первого уровня. Объединив их в смысле управления в группы и выделив для управления каждой группой соответствующую совокупность средств управления, разработчик сможет построить многоуровневую структуру (рис.5).

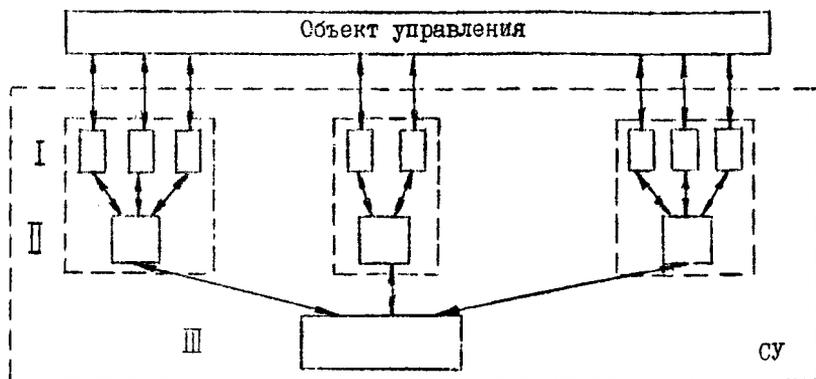


Рис. 5

Наиболее подробную информацию о технологическом процессе и о состоянии отдельных устройств объекта получает аппаратура управления этими устройствами (I уровень). Аппаратура управления подсистем (II уровень) перерабатывает уже более общую информацию и т.д. Переход к иерархическому принципу построения структуры системы управления, однако, не исключает возможности централизованного управления некоторыми частями объекта непосредственно с центрального пункта системы.

### 2.3. Составление функциональных схем

Функциональная схема отображает функции элементов и процессы, происходящие в отдельных функциональных частях объекта или в объекте в целом.

При этом:

изображаются те функциональные части системы, которые участвуют в процессе, иллюстрируемом схемой;

функциональные части выполняются в виде условных графических обозначений или в виде прямоугольников;

для каждого условного графического обозначения должно быть позиционное обозначение, для каждого прямоугольника – позиционное обозначение и наименование;

рекомендуется указывать на схеме технические характеристики функциональных частей (рядом с графическим обозначением или на свободном поле); для отображения временной взаимосвязи управляющих и информационных сигналов функциональная схема может дополняться временными диаграммами;

при выполнении функциональных схем допускается учитывать действительное расположение функциональных частей;

функциональные связи между элементами необходимо стремиться изображать кратчайшими линиями при минимальном количестве пересечений.

Процесс проектирования ГПС в значительной степени сопоставим с процессом создания сложного станка типа ОЦ, который производится исходя из требований к его технологическим возможностям, числу мест в накопителях деталей и инструмента, уровню автоматизации управления исполнительными механизмами и т.п. При этом широко используются методы структурного анализа и синтеза. Для реальной оценки условий и принятия правильных решений на стадии системного проектирования ГПС необходимо определить и систематизировать состав решаемых задач (т.е. определить функциональную структуру ГПС); выявить необходимый состав технических средств, программного и информационного обеспечения (т.е. определить элементную структуру ГПС); обеспечить целесообразную организацию работы функциональных подсистем и отдельных элементов (т.е. определять организационную структуру ГПС). Это организационно-технологическая часть проекта ГПС, при выполнении которой ведущая роль принадлежит технологу. Поэтому овладение методами структурного анализа как неотъемлемой части системного подхода — задача необходимая и актуальная.

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Изучить устройство роботизированного токарного комплекса и его составных частей. Уточнить их функциональное назначение.

3.2. Составить структурную (функциональную) схему одной из основных составных частей комплекса (станка, робота).

3.3. Составить структурную (функциональную) схему всего комплекса, включая систему управления, пневмосистему, аппаратуру контроля и др.

3.4. Составить отчет о выполненной работе.

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

4.1. Структурная (функциональная) схема одной из основных составных частей комплекса.

4.2. Структурная (функциональная) схема всего роботизированного токарного комплекса. Сформулировать функциональное назначение основных составных частей и комплекса в целом.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

См. вопросы а-е настоящих методических указаний.

## 6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ 2.701-76. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.702-75. Правила выполнения электрических схем.

ГОСТ 2.703-68. Правила выполнения кинематических схем.

ГОСТ 2.704-76. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.

Станок токарный патронный высокой точности с ЧПУ. Модель ТПК-125ВН2; Руководство по эксплуатации 72003.020.00.000РЭ.- Саяловское ИО "Прогресс", 1983.- 162 с.

Захаров В.Н., Поспелов Д.А., Хазацкий В.Е. Системы управления.

Задание. Проектирование. Реализация. - М.: Энергия, 1972. - 344 с.

### Лабораторная работа

#### ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО ТОКАРНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ СТАНКА ТПК-125ВН2 С ЧПУ. СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМ АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ (УПРАВЛЕНИЯ)

Цель работы - ознакомление с принципами работы токарных роботизированных комплексов и основами системного анализа, приобретение практических навыков управления автоматизированным технологическим оборудованием.\*

Оборудование - токарный роботизированный комплекс в составе станка ТПК-125ВН2, промышленного робота ПИ-901, СЧПУ типа И22-1МТ1.

#### 1. Работа комплекса и его составных частей

##### 1.1. Органы управления

Размещение органов управления станка показано на рис. П.1, перечень их с сопутствующей графической символикой приведен в табл. П.1. приложения.

Размещение органов управления СЧПУ показано на рис. П.2, перечень их - в табл. П.2 приложения.

\* Настоящая лабораторная работа выполняется после отработки и сдачи работы "Изучение устройства роботизированного токарного комплекса на базе станка ТПК-125ВН2 с ЧПУ. Составление структурных и функциональных схем". Рассчитана на 4 академических часа.

## 1.2. Функционирование основных частей комплекса

**Внимание!** К работе со станком допускаются лица, прошедшие инструктаж по ТБ на рабочем месте с записью в журнале.

Питание станка осуществляется от 4-х проводной сети переменного тока 380 В частотой 50 Гц и сети сжатого воздуха, обеспечивающей давление воздуха на входе не менее 0,5 МПа. При включении вводного автомата напряжение 380 В подается для питания СЧПУ, цепей управления тиристорного преобразователя электродвигателя постоянного тока привода главного движения и трансформаторов блока электропитания. Появляются напряжения:

~110 В-для питания магнитного пускателя включения станка и двигателя револьверной головки;

~5 В-для питания ламп сигнализации;

~24 В-для питания ламп местного освещения;

~220 В-для питания электроизмерительных приборов;

$U = 220$  В-для питания обмотки возбуждения двигателя шпинделя;

$U = 24$  В-для питания реле электроавтоматики и электропневмоавтоматики.

На пульте управления станка загорится лампа "СЕТЬ" и, если в пневмосистеме комплекса есть необходимое давление (0,4-0,5МПа), а также не сработали защита и аварийные блокировки, подключаются цепи питания исполнительных устройств станка и робота РИ-901, ручного управления станком. При этом загорается вторая сигнальная лампа "УПРАВЛЕНИЕ ВКЛЮЧЕНО". Станок готов к работе.

Управление станком может осуществляться в режимах "Наладка" и "Автомат". Выбор режима осуществляется с пульта управления станка и пульта оператора СЧПУ.

### 1.2.1. Работа комплекса в режиме "Наладка"

Бращение шпинделя может осуществляться только при зажатом патроне. Выбор направления и частоты вращения шпинделя, а также его останов, осуществляется с пульта управления.

Управление шаговыми двигателями привода подач осуществляется от блоков управления шаговыми двигателями, расположенными в СЧПУ. В режиме "Наладка" включение, останов, а также направление и скорость безразмерных перемещений задаются с пульта управления станка.

Управление револьверной головкой также осуществляется с пульта. При этом при включении срабатывает электромагнит расфиксации револьверной головки, после чего электродвигатель начинает вращение головки. При отпускании кнопки управления двигатель остается включенным на время, необходимое для прихода на жесткий упор револьверной головки при реверсивном вращении. Происходит фиксация, и двигатель отключается.

Управление роботом в ручном режиме осуществляется переключением соответствующих тумблеров на пульте управления робота.

### 1.2.2. Работа комплекса в режиме "Автомат"

Вращение шпинделя в автоматическом режиме задается с СЧПУ от перфоленты или в режиме "Ручной ввод" соответствующими командами (M03 или M04). Вместе с заданием направления одной из команд SGI, S02, S04, S08, S010 выбирается один из задатчиков скорости шпинделя в автоматическом режиме. Останов происходит при снятии команды M03 или M04.

Для предупреждения аварийных ситуаций в схеме управления станком предусмотрено устройство контроля скорости шпинделя. Если было задано вращение, а шпиндель не вращается, то разрывается цепь сигнала "Сбой станка". В результате этого СЧПУ останавливается, а на пульте оператора загорается сигнальная лампа "Сбой станка" - происходит останов станка.

Для обеспечения нарезания резьбы на станке установлен фотоэлектрический датчик резьбонарезания типа СИФ-3, механически связанный со шпинделем. Датчик подключается непосредственно к СЧПУ. От датчика поступают импульсы, необходимые для синхронизации движения суппорта и шпинделя станка в режиме резьбонарезания.

При управлении приводами подач станка в автоматическом режиме скорость, направление и величина перемещения задаются программой с перфоленты или ручным вводом.

Управление револьверной головкой осуществляется аналогичным образом от СЧПУ. При уходе с каждой позиции в СЧПУ выдается импульс счета. При выдаче числа импульсов, заданного программой, двигатель останавливается, и головка фиксируется в рабочем положении.

Пуск цикла работы робота осуществляется выдачей, а затем снятием команды M10 от СЧПУ, и производится перед концом про-

Схема пневматическая принципиальная пневмооборудования  
роботизированного токарного комплекса

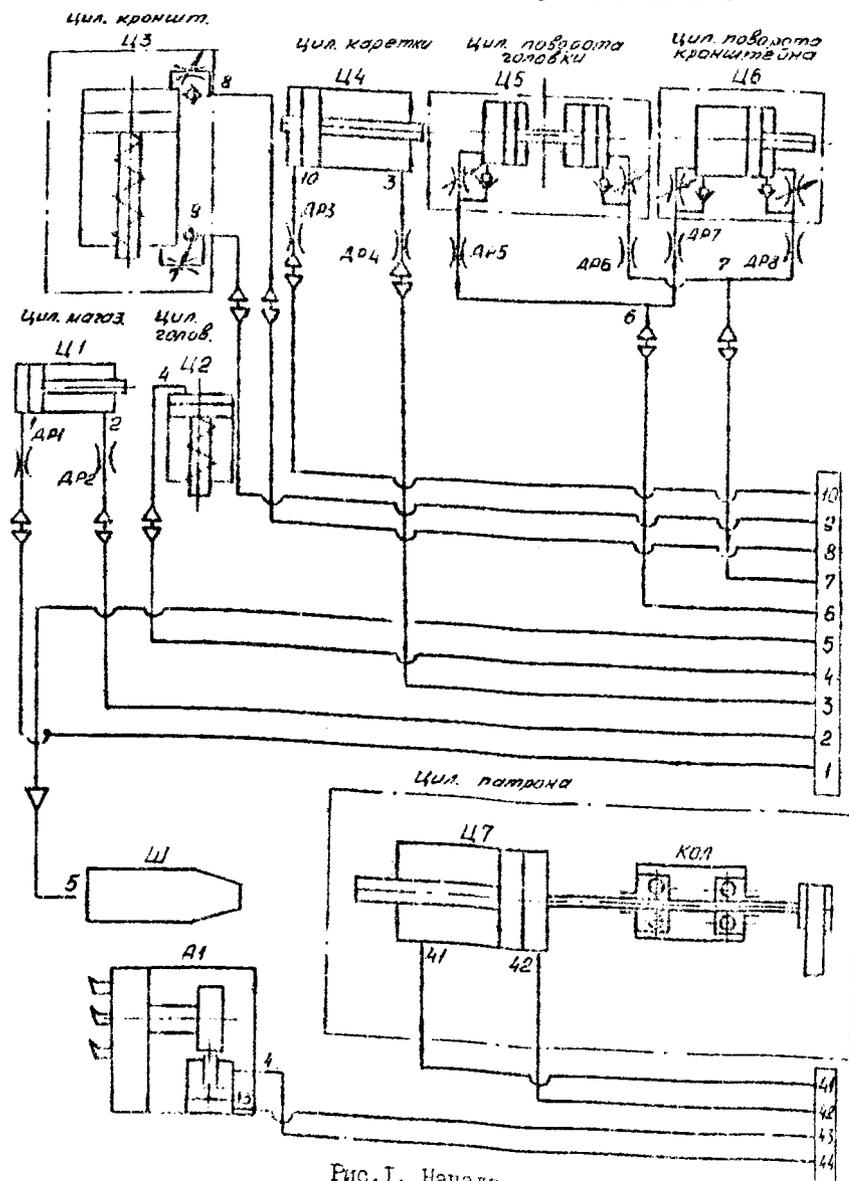


Рис. 1. Начало

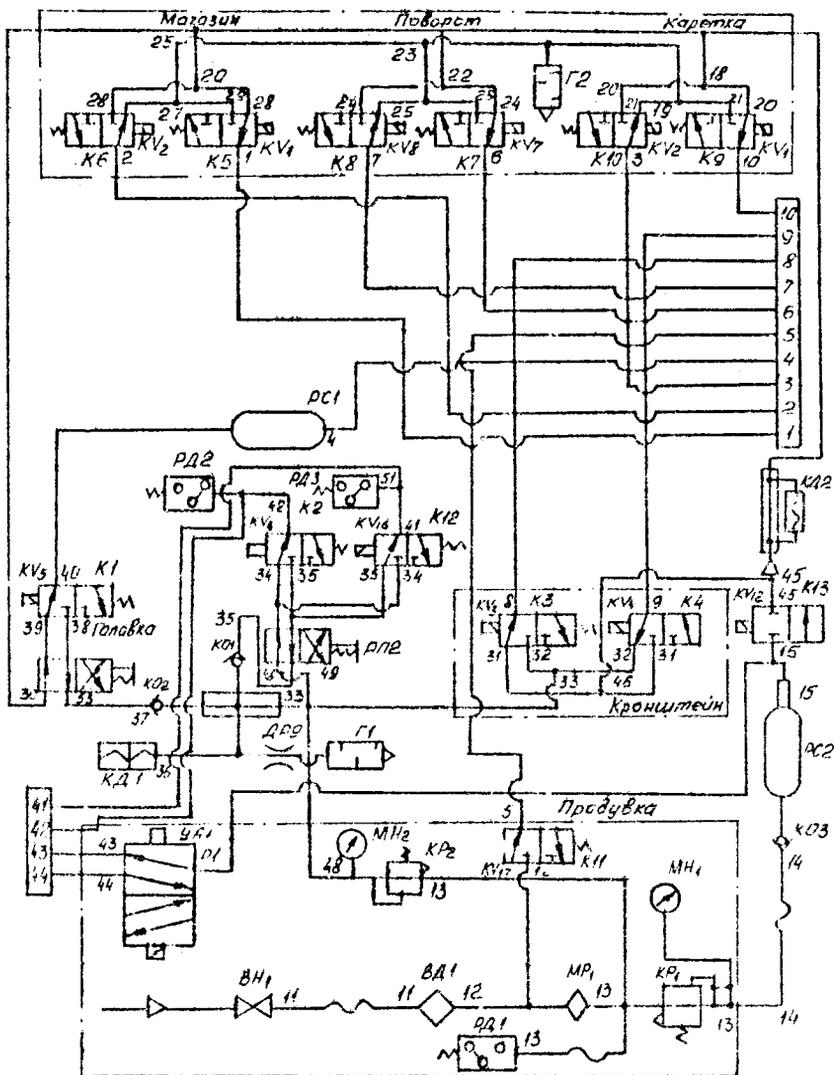


Рис. I. Окончание

Циклограмма работы

Таблица I

		Полное наименование работ																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		Среднее значение																					
крановщик	5500X																						
43	8НУ5	+																					
карьерщик	5НУ50																						
44	5НУ50	+																					
подсобщик	50ЖУМ																						
47	50ЖУМ	+																					
подсобщик	50ЖУМ																						
47	50ЖУМ																						
подсобщик	50ЖУМ																						
45,6	50ЖУМ																						
подсобщик	50ЖУМ																						
47	50ЖУМ																						
подсобщик	50ЖУМ																						
47	50ЖУМ																						
подсобщик	50ЖУМ																						
47	50ЖУМ																						
подсобщик	50ЖУМ																						
47	50ЖУМ																						
подсобщик	50ЖУМ																						
47	50ЖУМ																						

граммы №2 после обработки детали. Реализация цикла работы робота и пневмоприводов станка обеспечивается с помощью пневмосистемы комплекса, включающей:

систему подготовки воздуха;

систему зажима и разжима revolverной головки и детали в пневмопатроне;

пневмосистему робота.

Принципиальная пневматическая схема пневмооборудования комплекса приведена на рис.1. Каждый пневматическим цилиндром Ц1-Ц7 и продувкой Ш управляет свой электропневматический клапан К1-К12 (по одному-для односторонних цилиндров Ц2 и Ш или по два спаренных-для двухсторонних цилиндров Ц1, Ц3-Ц7).

Работа цилиндров Ц5 и Ц6 - поворот на  $90^{\circ}$  и  $100^{\circ}$  - совмещена. Пневматические цилиндры Ц1-Ц7 исполнительных механизмов подключены таким образом, что при обесточенных электромагнитах КВ1-К12, КВ16 клапанов К1-К12 робот занимает исходное положение.

Исходное положение механизмов робота таково: кронштейн с приводами и закрепленной на нем головкой с приводом находятся в крайнем верхнем положении, ось головки расположена параллельно оси шпинделя станка, кулачки головки разжаты, кулачки кулачкового токарного патрона слаты, каретка - в крайнем правом положении.

**Внимание!** Во избежание поломок механизмов робота перед установкой тумблера "НАЛАДКА-АВТОМАТ" на пульте управления в положении "АВТОМАТ" всегда необходимо нажать кнопку "СБРОС".

После нажатия и отпускания кнопки "РАБОТА" осуществляется полный цикл работы согласно циклограмме (табл.1, табл.2).

Автоматическая работа исполнительных механизмов робота внутри цикла обеспечивается установкой в пневматической схеме датчиков перепада давления КД1 и КД2.

Вставки ДР1-ДР8 регулируют скорости перемещения штоков соответствующих пневмоцилиндров. Проходные сечения этих вставок подобраны заранее и являются постоянными.

Блокировки, обеспечивающие безопасность работы, срабатывают следующими образом:

при наезде на аварийные микропереключатели ограничения хода суппортов отключается управление, снимается питание с тиристорного преобразователя шпинделя, питание робота;

нельзя вращать шпиндель и перемещать суппорт при откры-

той левой дверце станка, а также при открытом ограждении зоны резания;

при вращающемся шпинделе нельзя разжать патрон;

при разжатом патроне нельзя вращать шпиндель и перемещать суппорт.

Таблица 2

Работа устройства и механизмов робота в рабочем цикле

Последовательность движений	Обозначение цилиндров (см. рис.1)	Содержание движений исполнительных механизмов робота
1	2	3
1	Ц3	Перемещение кронштейна с головкой по вертикальным направляющим вниз - совмещение оси головки с осью шпинделя станка
2	Ц4	Перемещение каретки влево к патрону для захвата обработанной детали
3	Ц2	Зажим кулачками головки обработанной детали
4	Ц7	Разжим токарного патрона
5	Ц4	Перемещение каретки в крайнее правое положение - вывод обработанной детали из токарного патрона
6	Ц3	Перемещение кронштейна с головкой по вертикальным направляющим в крайнее верхнее положение
7	Ц5, Ц6	Поворот головки на $90^\circ$ и одновременно поворот кронштейна с головкой на $100^\circ$ к магазину
8	Ц3	Перемещение кронштейна с головкой по вертикальным направляющим вниз к магазину до упора - укладка обработанной детали в гнездо приспособления, установленного на спутнике магазина
9	Ц2	Разжим кулачков головки
10	Ц3	Перемещение кронштейна с головкой в крайнее верхнее положение
11	Ц1	Холостой ход штока цилиндра магазина
12	Ц1	Перемещение очередного спутника с приспособлением и заготовки в зону загрузки - работа цилиндра магазина
13	Ц3	Перемещение кронштейна с головкой по вертикальным направляющим вниз к магазину
14	Ц2	Зажим кулачками головки заготовки в зоне загрузки
15	Ц3	Перемещение кронштейна с головкой по вертикальным направляющим в крайнее верхнее положение

1	2	3
16	И5, И6	Поворот головки на 90° и одновременно поворот кронштейна с головкой на 100° от магазина
17	И3	Перемещение кронштейна с головкой по вертикальный направляющим вниз - вывод оси заготовки на ось шпинделя
18	И4	Перемещение каретки влево до упора - ввод заготовки в кулачковый патрон и одновременно за время всего перемещения-продувка патрона сжатым воздухом
19	И2	Разжим кулачков головки - поджим заготовки толкателем до упора в патроне
20	И7	Зажим кулачковым патроном заготовки
21	И1	Перемещение каретки в крайнее правое положение
22	И3	Перемещение кронштейна с головкой по вертикальным направляющим в крайнее верхнее положение и выдача команды на СЧПУ

### 1.3. Порядок включения

#### 1.3.1. Подготовка к включению\*

На пульте управления СЧПУ (см. рис. П.2 приложения) установить переключатель режима работ в положение "РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ".

На пульте управления станком установить:

- переключатель режима работ И4 (см. рис. П.1 приложения) в положение "НАЛАДКА";
- переключатель направления вращения шпинделя 3 в среднее положение;
- регуляторы частоты вращения шпинделя 1 и 4 в крайнее левое положение;
- переключатель зажима и разжима пневмопатрона 6 в положение "ЗАЖИМ";
- переключатель цикла работы 2 в правое или левое положение (правое - при работе с механическим патроном, левое - с пневмопатроном).

#### 1.3.2. Пуск

Включить автомат, расположенный на электрошкафу станка, после чего на пульте управления станком загорится лампочка "СЕТЬ". Включить СЧПУ кнопкой "Вкл", расположенной на пульте СЧПУ. Затем нажать кнопку И3 - включение станка. При этом должна загореться лампа И7 "УПРАВЛЕНИЕ ВКЛЮЧЕНО".

\*Проверку выполнения требований безопасности перед включением комплекса в учебник лабораториях обеспечивает обслуживающий персонал.

### 1.3.3. Управление в режиме "Наладка"

На пульте управления станком установить требуемую частоту вращения шпинделя посредством регулятора 4. Нажимая кнопку 8, выбрать нужный инструмент револьверной головки.

Переключателем 3 выбрать нужное направление вращения шпинделя. Кнопкой 5 "ПУСК ШПИНДЕЛЯ" включить вращение шпинделя.

Управляя переключателями 10 и 12, произвести включение рабочей подачи суппорта в требуемое направление.

Переключение на ускоренный ход производится нажатием кнопки II на пульте управления станка при выбранном направлении движения

### 1.3.4. Управление в режиме "Автомат"

Установить переключатели режимов работы на станке и СЧПУ в положение "АВТОМАТ", заправить в ФСУ СЧПУ перфоленту с программой

На пульте управления станком регуляторами I установить требуемые частоты вращения шпинделя. Кнопками "ПУСК ЦИКЛА" с пульта управления станком и "ПУСК" с пульта оператора СЧПУ запустить станок без детали и проконтролировать правильность выполнения программы по цифровой индикации N22-1M11 и лимбам станка, правильность выбора инструмента, выход в исходное положение, работу робота в цикле и т.д.

Обработать пробную деталь по программе.

После обработки установить переключателями на пульте коррекций СЧПУ нужную величину коррекции по длине и диаметру на каждый инструмент. Для повторного автоматического цикла нажать кнопку "ПУСК ЦИКЛА".

### 1.3.5. Управление в режиме "Контроль"

Переключатель режима работ на пульте СЧПУ поставить в положение "ПРОВЕРКА ЛЕНТЫ".

Установить контролируемую перфоленту. Нажать кнопку "ПУСК ЦИКЛА", убедиться в запуске ФСУ в режиме непрерывного считывания ленты. Наличие сбоев контролировать по сигнализации "СБОЙ ВВОДА" и "СБОЙ ЧПУ". В случае одного из сбоев контролировать правильность кода перфоленты в месте останова (если "СБОЙ ВВОДА") или правильность программирования кадра (если "СБОЙ ЧПУ").

**Внимание!** Для экстренного останова станка нажать красную кнопку 16 на пульте управления станком.

## 2. ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### 2.1. Основные понятия

Важность и необходимость алгоритмизации различных процессов была показана ранее.\* При этом методы и средства алгоритмизации могут использоваться не только для описания решения чисто вычислительных задач, но и функционирования сложных систем, процессов управления ими. Например, можно составить схему алгоритма вашего поведения с момента подъема с постели до перехода в институт и т.п.

Алгоритм - точное предписание, определяющее процесс преобразования исходных данных в искомый результат, т.е. процесс решения задачи. В современной практике используются такие три способа описания алгоритмов: словесно-формульный, с помощью схем алгоритмов, на алгоритмических языках. Графическое изображение алгоритмического процесса, дополненное элементами словесной записи, называется схемой алгоритма. ГОСТ 19.002-80 и 19.003-80 устанавливают для изображения схем алгоритмов всего 42 символа. Из них 30 - обязательных, а 12 - рекомендуемых. Наиболее употребительные из них приведены в табл.П.3 приложения, а правила их применения - там же, табл.П.4. Каждый оператор или блок алгоритма изображается в виде геометрических фигур (символов). Фигуры соединяются между собой линиями, указывающими последовательность выполнения операций. Внутри фигур дается формульное или словесное описание содержания соответствующего действия.

Цельсообразно также выполнять следующие рекомендации:

а). При составлении алгоритма необходимо пользоваться способом последовательной (постепенной) детализации. На первом этапе составляется укрупненный алгоритм с малой степенью детализации. На последующих этапах степень детализации увеличивается, особенно это относится к отдельным частям алгоритма.

б). Алгоритм должен строиться по модульному принципу.

В состав модуля включаются части алгоритма, удовлетворяющие

---

\* См. работу "Изучение устройства роботизированного токарного комплекса на базе станка ПКА-125 с ЧПУ. Составление структурных и функциональных схем".

Типовые структуры алгоритмов

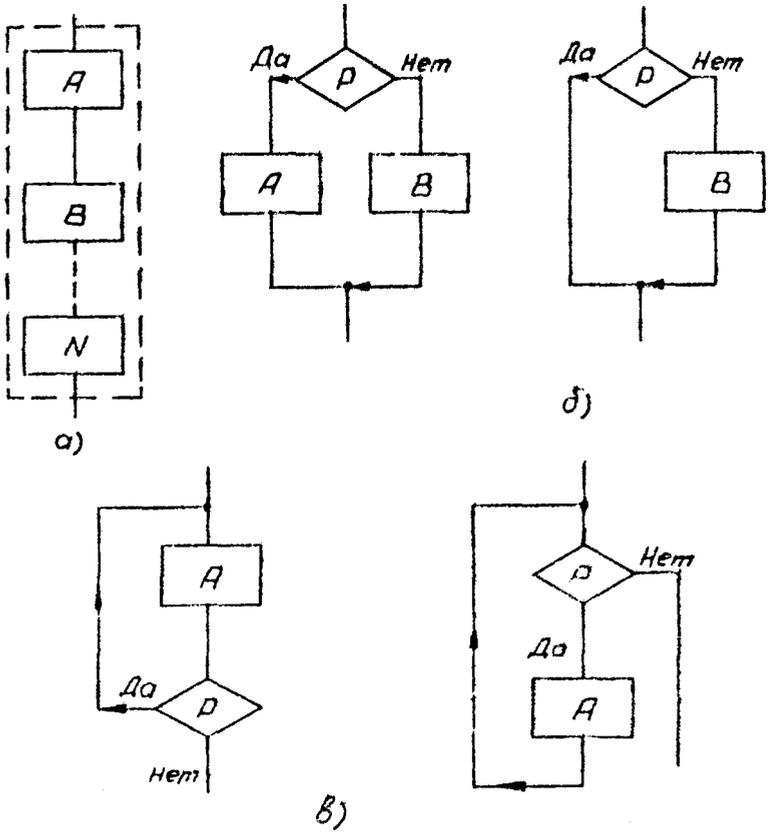


Рис. 2

а) неразветвленная; б) разветвленная нециклическая;  
в) разветвленная циклическая

требованиям функциональной законченности, минимальной связанности и представимости в форме схемы с одним входом и одним выходом.

в). Схема алгоритма должна составляться на базе ограниченного числа типовых структур.

К типовым структурам относятся неразветвленная (линейная) структура (рис.2 а), разветвленная нециклическая структура (рис.2 б) и разветвленная циклическая структура (рис.2 в).

## 2.2. Примеры составления схем алгоритмов

А. В лаборатории необходимо поддерживать температуру равной  $20^{\circ}\text{C}$  независимо от температуры снаружи помещения. В нашем распоряжении имеются кондиционер, отопительная система и два термостата: один - для измерения температуры, равной или меньше  $20^{\circ}\text{C}$ , другой - для измерения температуры больше или равной  $20^{\circ}\text{C}$ .

Словесное описание алгоритма управления процессом поддержания заданной температуры будет выглядеть следующим образом:

- а). Температура равна  $20^{\circ}\text{C}$ ?
- б). Да. Выключить отопление и кондиционер и перейти к п. "а".
- в). Нет. Температура выше  $20^{\circ}\text{C}$ ?
- г). Да. Выключить кондиционер и перейти к п. "а".
- д). Нет. Включить отопление и перейти к п. "а".

Схема алгоритма управления

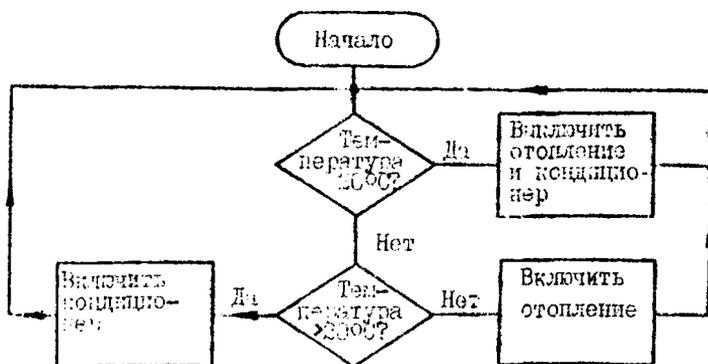


Рис.3

Б. Необходимо составить алгоритм функционирования электронных часов (12-часового датчика времени). В качестве такого датчика может использоваться в одном из режимов таймера ЭВМ. Импульсные сигналы на выходе таймера будут появляться через каждую секунду.

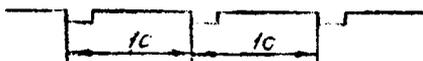


Рис. 4

При появлении этих сигналов происходят прерывания микропроцессора и обработка их по программе, осуществляющей подсчет секунд, минут и часов. После каждого прерывания по сигналу от таймера эта программа производит необходимые изменения значений счетчиков секунд, минут и часов. Выполнив корректировку значения времени, программа перестает работать вплоть до наступления следующего прерывания. Схема алгоритма функционирования 12-часового датчика времени выглядит следующим образом:

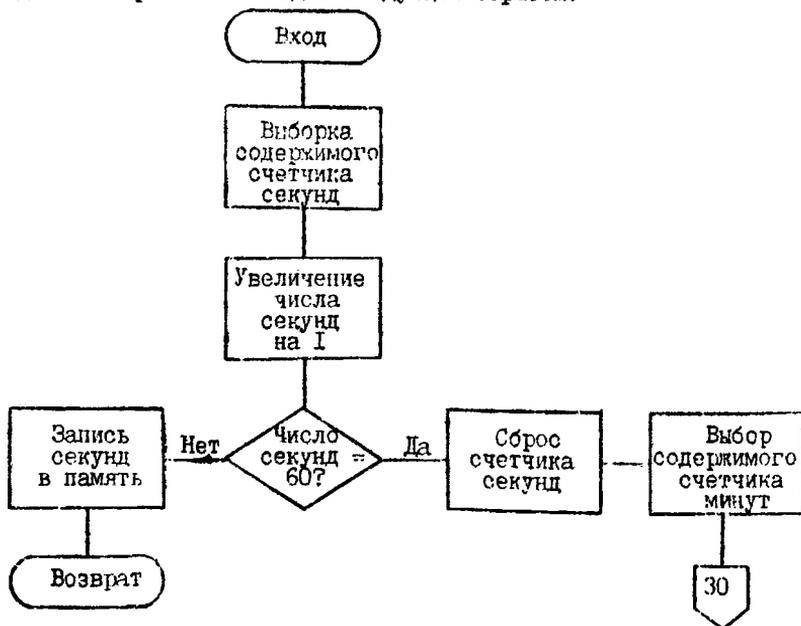


Рис. 5. Начало

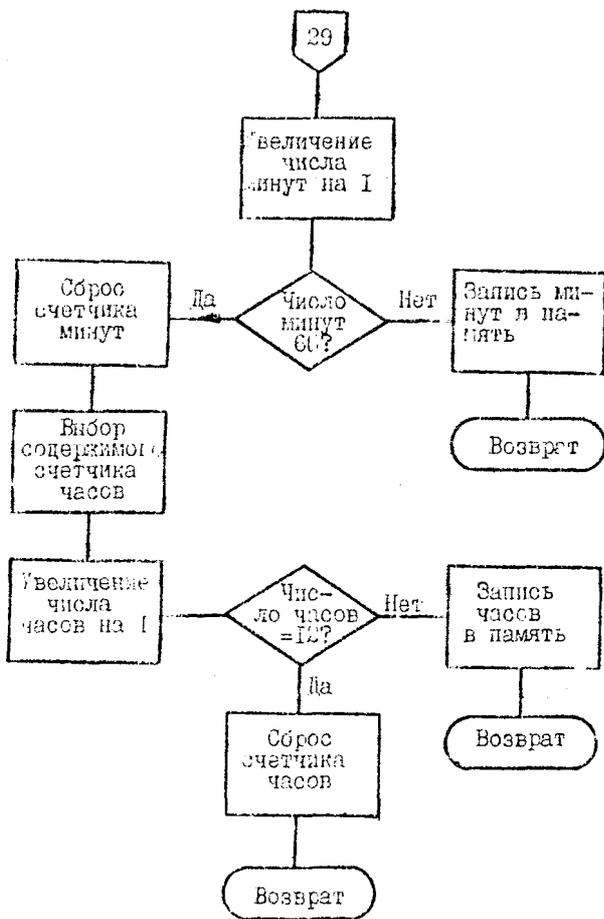


Рис.5. Окончание

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 3.1. Изучить работу роботизированного токарного комплекса и его составных частей.
- 3.2. Изучить органы управления комплекса.
- 3.3. Ознакомиться с порядком подготовки комплекса к работе и управления им в режимах "НАЛАДКА", "АВТОМАТ" и КОНТРОЛЬ".
- 3.4. Составить схему алгоритма функционирования (управления) одной из основных систем комплекса.
- 3.5. Составить схему алгоритма функционирования (управления) всего комплекса.
- 3.6. Составить отчет о выполненной работе.

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 4.1. Схема алгоритма функционирования (управления) одной из основных систем комплекса.
- 4.2. Схема алгоритма функционирования (управления) всего комплекса.

### 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 5.1. Какие преимущества обеспечиваются при использовании схем алгоритмов различных процессов?
- 5.2. Что является "исходным материалом" для составления программы работы управляющей ЭВМ?
- 5.3. Что такое алгоритмизация задачи, подлежащей реализации (решению)?
- 5.4. Объясните, почему ЭВМ не может реализовать задачу, если вы не представляете, как это можно сделать?
- 5.5. Составьте схему алгоритма решения следующей задачи управления с помощью ЭВМ: в машину вводятся два положительных числа -  $A$  и  $B$ ; если  $A$  больше  $B$ , производится установка в 1 флажка  $A$ , в противном случае - флажка  $B$ , после чего управление прекращается.
- 5.6. Изобразите блоки графического представления алгоритма, соответствующие следующим операциям: а) проверка, является ли  $X$  больше  $Y$ ; б) извлечение квадратного корня из  $X$ ; в) останов; г) вывод  $A$ ? д) ввод  $A$ ; е) вход.

5.7. Какие элементы алгоритмов присутствуют в схемах, изображенных на рис. 3, 5: последовательности операций, проверки условий, итерационные процессы в виде петли обратной связи? Объясните целесообразность их использования.

5.8. Какие способы описания алгоритмов вы знаете?

5.9. Назовите известные вам алгоритмические языки.

5.10. В каких случаях при изображении схем алгоритмов используются: а) межстрочный соединитель; б) линии потоков без стрелки?

#### 6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Станок токарный патронный высокой точности с ЧПУ. Модель ТПК-125БН2: Руководство по эксплуатации 72 003.020.00.000 РЭ. - Савеловское ПО "Прогресс", 1983. - 162 с.
2. Быхаров В.Н., Поспелов Д.А., Хазацкий В.Е. Системы управления. Задание. Проектирование. Реализация. - М.: Энергия, 1972. - 344 с.
3. Бикова В.П. Основы алгоритмизации и алгоритмические языки. - М.: Статистика, 1979. - 249 с.
4. Криницкий А.А. Алгоритмы вокруг нас. - М.: Наука, 1977. - 132 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Расположение органов управления станка ТПК 125 ВН2

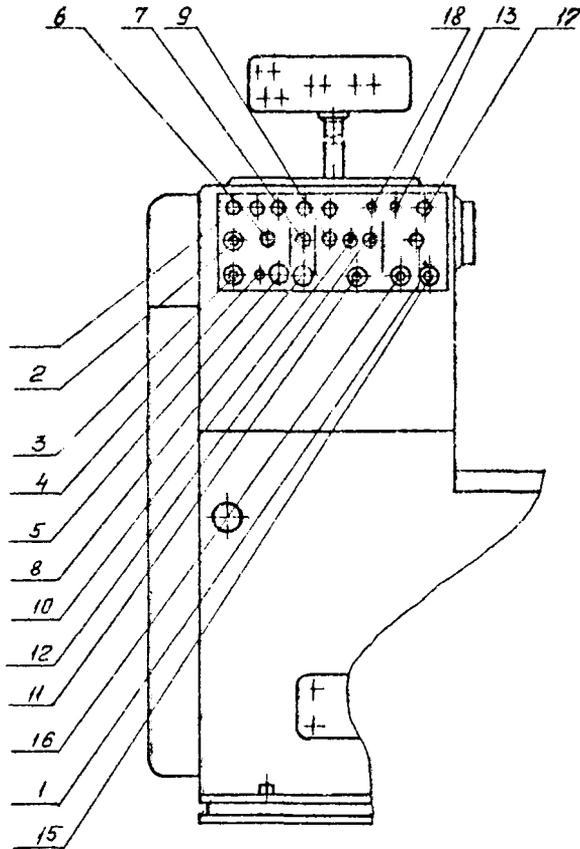
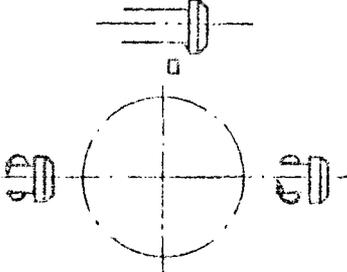
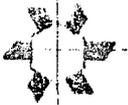


Рис. I

Перечень графических символов, указываемых на пульте управления станком

Таблица I

Пос. №. I	Символ	Наименование
2		Переключатель "Пневмопатрон - механический патрон"
3		Переключение направления вращения шпинделя в режиме наладки
4		Управление частотой вращения шпинделя
5		Пуск шпинделя
6		Разжим детали
7		Местное освещение
8		Управление поворотом револьверной головки в режиме наладки

Продолжение таблицы I

№ п/п рис. 1	Символ	Наименование
9		<p>Подача 400 Гц</p> <p>Подача 6 Гц</p>
10		<p>Управление направлением движения поперечного суппорта в режиме наладки</p>
11		<p>Ускорение перемещения суппорта</p>
12		<p>Управление направлением движения продольного суппорта в режиме наладки</p>
13		<p>Управление включить</p>
14	 	<p>"Программа"</p> <p>"Наладка"</p>
15		<p>Нуск цикла (программы)</p>
17		<p>Управление включено</p>
18		<p>"Сеть"</p>

Расположение органов управления СЧПУ

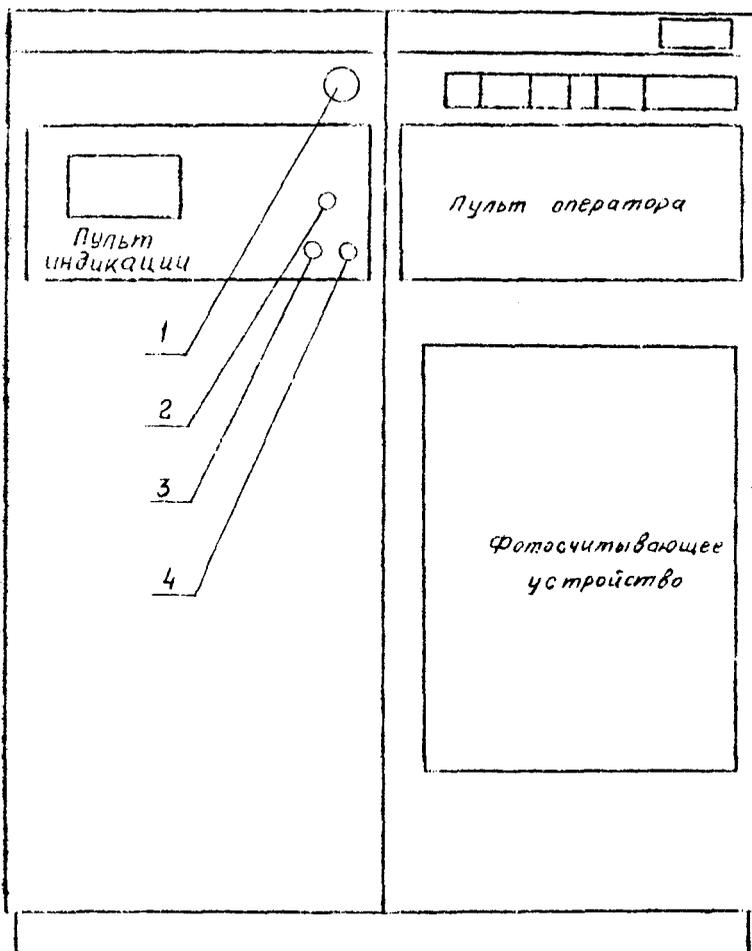


Рис. 2. Начало

Расположение органов управления СЧУ (пульт оператора)

36

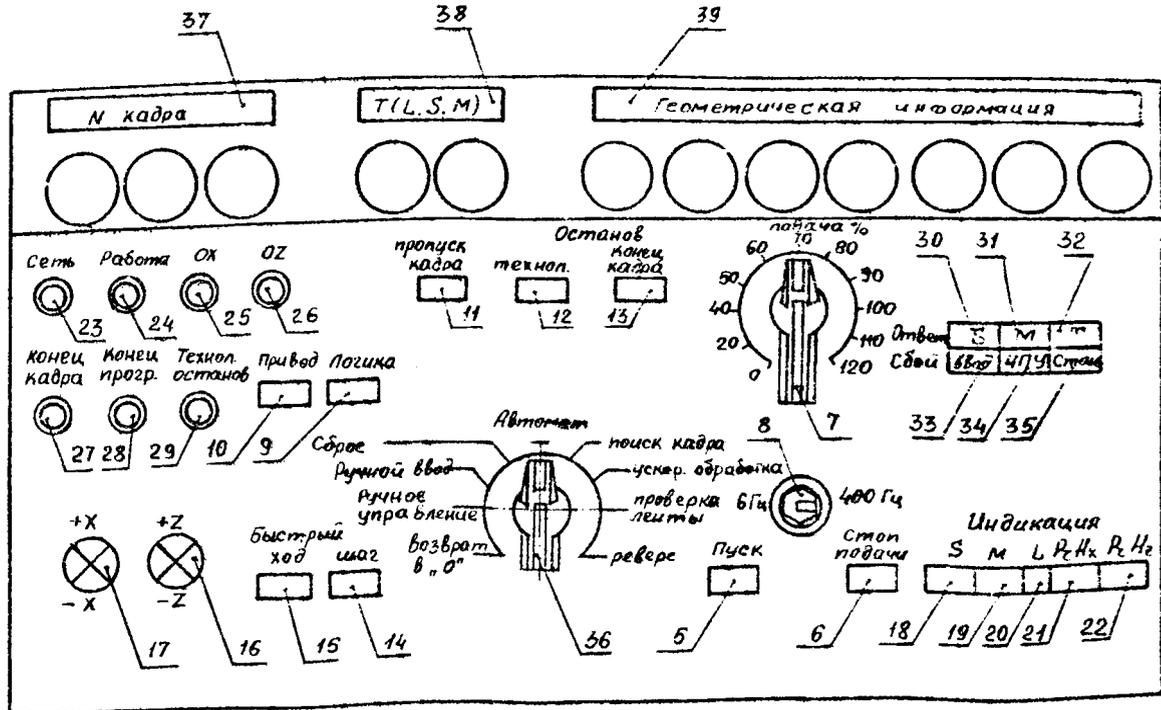


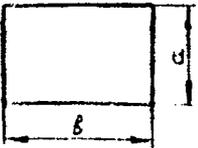
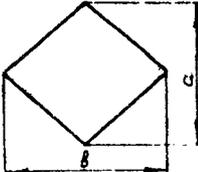
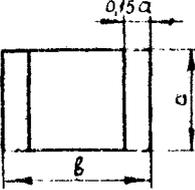
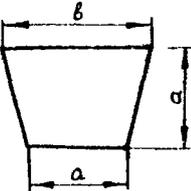
Рис. 2. Окончание

## Перечень органов управления СЧПУ и их назначение

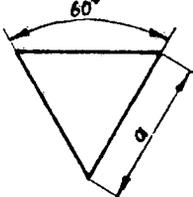
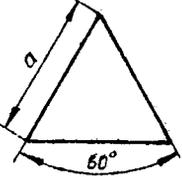
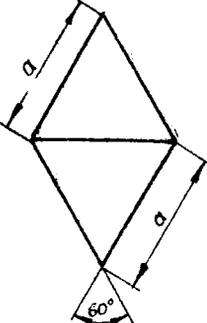
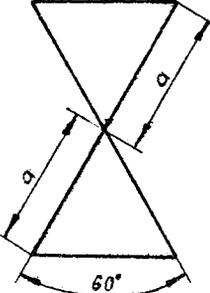
№ поз. (рис. 2)	Наименование	Назначение
1	2	3
1	Кнопка аварийного отключения станка	
2	Лампочка "СЕТЬ"	Индикация включения питающего напряжения
3	"ВКЛ"	Включение питающего напряжения
4	"ВЫКЛ"	Выключение питающего напряжения
5	"ПУСК"	Пуск устройства в любом режиме
6	"СТОП ПОДАЧИ"	Прекращение выдачи шагов в любом режиме
7	"ПОДАЧА %" (II положение)	Регулирование величины подачи дискретно от 0 до 120% от запрограммированной
8	"400 Гц - 6 Гц"	Задание скорости перемещений
9	"ЛОГИКА"	Установка СЧПУ в исходное положение (в режиме "СВРС")
10	"ПРИВОД"	Установка устройства управления шаровым приводом в исходное состояние (в режиме "СВРС")
11	"ПРОПУСК КАДРА"	Пропуск кадров программы, перед которыми набита метка "/" в коде ISO
12	"ОСТАНОВ" : "ТЕХНОЛ."	Остановка программы по команде MOOI
13	"ОСТАНОВ" : "КОНЕЦ КАДРА"	Остановка программы после строботки очередного кадра
14	"БИГ"	Задание режима работы привода (при включении "СТОП ПОДАЧИ")
15	"БЫСТРЫЙ ХОД"	Задание режима работы привода
16	"(+Z) - (-Z)"	Задание безразмерных перемещений в режиме ручного управления
17	"(+x) - (-x)"	
18	"ИНДИКАЦИЯ"	Подключение к платам цифровой индикации технологических команд
19	"S", "M", "L"	
20		
21	"ИНДИКАЦИЯ"	Подключение к платам цифровой индикации геометрической информации
22	"P <sub>r</sub> H X", "P <sub>r</sub> H Z"	

1	2	3
23 24 25 26 27 28 29	Лампы "СЕТЬ", "РАБОТА", "ОХ", "ОЗ", "КОНЕЦ КАДРА" "КОНЕЦ ПРОГРАММЫ", "ТЕХНОЛ.ОСТАНОВ."	Индикация нормальной работы
30 31 32	Лампы "S", "M", "T"	Индикация ответов от станка
33 34 35	Лампы "ВВОД", "ЧПУ", "СТАНОК"	Индикация сбоев
36	Переключатель режимов работы (9 положений)	
I "АВТОМАТ"		Автоматическое выполнение про- граммы с перфоленты
II "ПОИСК КАДРА"		Автоматический поиск кадра по номеру, заданному на переключате- ле "РУЧНОЙ ВВОД" пульта кор- рекций
III "УСКОР.ОТРАБОТКА"		Отработка программы на макси- мальной рабочей скорости подачи
IV "ПРОВЕРКА ЛЕНТЫ"		Контроль правильности перфорации ленты
У "РЕВЕРС"		
VI "СБРОС"		Установка системы в исходное со- стояние по сигналам от кнопки "ЛОБКА" или "ПРОВОД"
VII "РУЧНОЙ ВВОД"		Ручной ввод данных с переключате- ля "РУЧНОЙ ВВОД" пульта ШР по выбранному адресу от кнопки "ВВОД" пульта ШР (отработка ад- реса - по сигналу от кнопки "ПУСК")
VIII "РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ"		Ввод безразмерных перемещений по направленным (+X), (-X), (+Z), (-Z) с пульта оператора для ин- дивидуального пульта станка
IX "ИНСЕРТ В "Q" "		
37 "# КАДРА"		Выборка индикация номера кадра, который обрабатывается
38 "I (L, S, M)"		Индикация индикация тактовых и ну- левых команд
39 "ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ"		Индикация индикация геометричес- кой информации

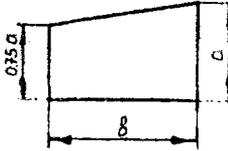
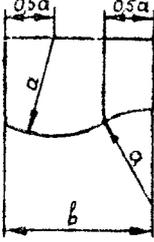
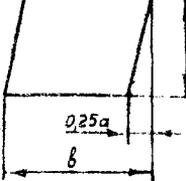
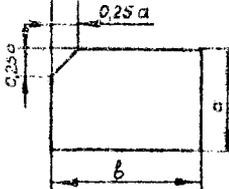
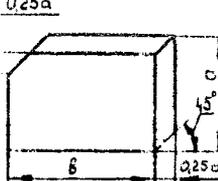
Таблица 3  
Графическое изображение наиболее употребительных  
блочных символов (ГОСТ 19.003-80)

Процесс	Обозначение и размеры, мм	Функция
1	2	3
1. Процесс		Выполнение операции или группы операций, в результате которых изменяется значение, форма представления или расположение данных
2. Решение		Выбор направления выполнения алгоритма или программы от некоторых переменных условий
3. Предельный процесс		Использование ранее созданных и отдельно описанных алгоритмов или программ
4. Ручная операция		Автономный процесс, выполняемый вручную или при помощи некоторых неавтоматически действующих средств

Продолжение табл. 3

I	2	3
5. Слияние		Объединение двух или более множеств в одно
6. Выделение		Удаление одного или нескольких множеств из единого множества
7. Группировка		Объединение двух или нескольких множеств с выделением нескольких других
8. Сортировка		Упорядочение множества по заданным признакам

Продолжение табл. 3

I	2	3
9. Ручной ввод		<p>Ввод данных вручную при помощи неавтоматических устройств с клавиатурой, переключателями, кнопками</p>
10. Документ		<p>Ввод-вывод данных, носителем которых является бумага</p>
11. Ввод-вывод		<p>Преобразование данных в форму, пригодную для обработки (ввод) или отображения результатов обработки (вывод)</p>
12. Перфокарта		<p>Ввод-вывод данных, носителем которых служит перфокарта</p>
13. Колода перфокарт		<p>Отображение набора перфокарт</p>

Продолжение табл. 3

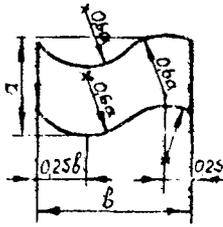
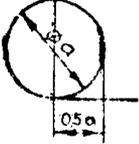
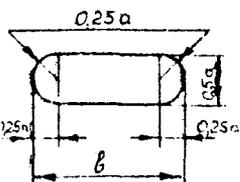
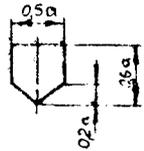
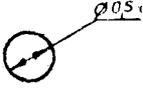
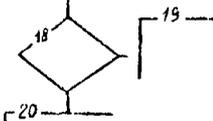
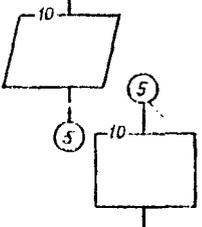
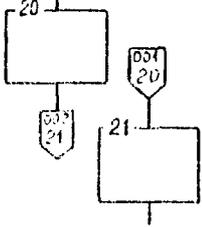
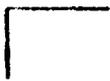
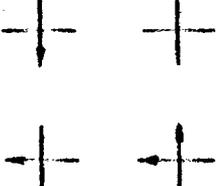
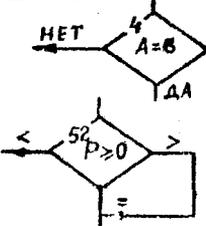
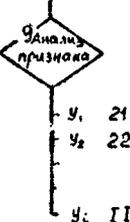
I	2	3
14. Перфо-лента		Ввод-вывод данных, носителем которых является перфо-лента
15. Магнит-ная лента		Ввод-вывод данных, носителем ко-торых служит магнитная лента
16. Пуск-останов		Начало, конец, прерывание про-цесса обработки данных или вы-полнения программы
17. Меж-строч-ный соеди-нитель		Указание связи между разъеди-ненными частями схем алгоритмов и программ, расположенных на разных листах
18. Соеди-нитель		Указание связи между прерванны-ми линиями связи

Таблица 4

## Правила применения символов (ГОСТ 19.002-80)

Фрагмент схемы	Содержание	Правила применения
1	2	3
	18, 19, 20 - порядковые номера символов на схеме	Порядковый номер проставляют слева в верхней части символа в разрыве его контура
	Соединитель 5 - идентификатор соединителя	При большой насыщенности схемы символами отдельные линии потока между удаленными друг от друга символами допускается обрывать. При этом в конце (начале) обрыва должен быть помещен символ-соединитель.
	Межстрочный соединитель. Первая строка внутри межстрочного соединителя определяет номер листа схемы, вторая - номер символа	Связываемые линии потока находятся на разных листах
	Линии потока	Применяют для указания направления потока: без стрелки, если линия потока направлена слева направо или сверху вниз; со стрелкой - в остальных случаях

Продолжение табл. 4

1	2	3
	<p>Излом линии потока под углом <math>90^\circ</math></p>	<p>Обозначает изменение направлений линии потока</p>
	<p>Пересечение линий потока</p>	<p>Применяется в случае пересечения двух не связанных линий потока</p>
	<p>Слияние линий потока. Место слияния обозначают точкой</p>	<p>Применяется в случае слияния линий потока, каждая из которых направлена к одному и тому же символу схемы</p>
	<p>Возможные варианты отображения решения условия решения <math>A, B, P</math> - параметры</p>	<p>При числе исходов не более трех признак условия решения (ДА, НЕТ, =) проставляется над каждой выходящей линией потока или справа от линии потока</p>
	<p>условие <math>n</math>-го исхода <math>2I, 22, \dots, 11</math> - адреса исходов</p>	<p>Применяется при числе исходов более трех. Адрес исхода проставляется в продолжении условия исхода и отделяется от него пробелом</p>

Примечание. Значение  $y$  выбирается из ряда:  $y = 10, 15, 20 \dots$  и может быть кратно 5;  $= 1, 5$ .