

Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана.

Ю. В. Иванов

Автоматизированная разработка управляющих технологических программ монтажа и пайки интегральных микросхем с планарными выводами на автомате с ЧПУ с оптимизацией очередности

*Рекомендовано методической комиссией факультета ИУ МГТУ им. Н.Э. Баумана
в качестве учебного пособия*

МГТУ им. Н.Э.Баумана
2002

УДК 658.52.01.56
ББК 32.965
И18

Рецензенты: проф. МГТУ, д.т.н. В. А. Шахнов.
проф. НИЭМИ, д.т.н. В. Г. Костиков

Иванов Ю. В.

И18 Автоматизированная разработка управляющих технологических программ монтажа и пайки интегральных микросхем с планарными выводами на автомате с ЧПУ с оптимизацией очередности: Учебное пособие,- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002,- 22 с.

ISBN 5-7038-2166-5

Рассмотрены вопросы построения операций монтажа и пайки микросхем с планарными выводами (ИС₄) на плате на автомате с ЧПУ АРПМ; методики наладки и программирования АРПМ. Материал пособия нацелен на повышение эффективности сборочного АТО с ЧПУ путем автоматизации разработки УТП и оптимизации последовательности монтажа ИС₄.

Для студентов, выполняющих лабораторные работы, семинары, домашние задания, курсовые и дипломные работы по Технологии производства ЭВА/РЭА, а также студентов других специальностей и специалистов промышленности, занимающихся автоматизацией сборочных работ.

Илл. 7. Табл. 3.

УДК 658.52.01.56
ББК 32.965

Юрий Викторович Иванов

Автоматизированная разработка управляющих технологических программ монтажа и пайки интегральных микросхем с планарными выводами на автомате с ЧПУ с оптимизацией очередности

Редактор О. М. Королева
Корректор Г.С. Беляева

Подписано в печать 06.11.02 Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Печ.л. 0.97. Усл.печ. 0.85. Уч.-изд.л 0.80. Тираж 300 экз. Заказ №13

Типография МГТУ им. Н. Э. Баумана
107005, Москва. 2-я Бауманская, 5.

ISBN 5-7038-2166-5

©МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2002

Введение

Работа №4 Автоматизированная разработка управляющих технологических программ (УТП) с оптимизацией последовательности монтажа и пайки интегральных микросхем с планарными выводами (ИС₄) на автомате с ЧПУ типа АРПМ выполняется студентами в 10 - ом семестре. Она завершает изучение сборочно-монтажного оборудования производства электронной аппаратуры (ЭА), в том числе автомата АРПМ установки и пайки на плате ИС с планарными выводами.

К моменту выполнения данной работы студенты изучили работу всех основных устройств АРПМ, кроме его системы числового программного управления (СЧПУ) и особенностей программирования АРПМ. Для разработки УТП необходимо знать также основные технические характеристики АРПМ, СЧПУ и методику его программирования.

Данная работа посвящена последовательности проектирования операций монтажа и пайки ИС₄, изучению системы ЧПУ АРПМ и разработке управляющих программ пользователя (УТП) для АРПМ.

Цель работы

1. Закрепление теоретических знаний, полученных в курсах Технология ЭВС/РЭС и ГАП РЭА.
2. Детальное изучение СЧПУ АРПМ, технологических возможностей АРПМ и его СЧПУ.
3. Изучение методики программирования АРПМ.
4. Получение практических навыков в разработке управляющей программы для АРПМ.
5. Получение навыков в конструировании изделий РЭА с учетом требований автоматизированной сборки на АРПМ.

Объект изучения

1. Сборочно-монтажный автомат АРПМ и его система ЧПУ.
2. Методика программирования.
3. Задание - изделие РЭА (электронный модуль первого уровня - ячейка).

Используемое оборудование и приборы:

Микро-ЭВМ, дисплей, перфоратор, принтер.

Краткое содержание и порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с описанием конструкции и принципа работы автомата АРПМ и его системы управления (СЧПУ).
2. Изучить методику программирования АРПМ.
3. Получить от преподавателя задание - чертеж сборки электронной ячейки.
4. Выполнить конструкторско-технологический анализ электронной ячейки (задание) и адаптировать ее к условиям автоматизированной сборки [6].
5. Спроектировать техпроцесс монтажа и пайки ИС на плате [7, 8, 9].
6. Разработать схему установки и закрепления платы на столе

АРПМ (выбрать схему базирования и закрепления, начало и направление осей расчетной системы координат), определить последовательность установки ИС и условия выполнения операции.

7. Рассчитать для каждой ИС приращения по координатам и подготовить другую необходимую информацию для разработки УТП; заполнить расчетную таблицу.

8. Определить оптимальную последовательность монтажа и пайки ИС₄ на плате [6, 7].

8. Произвести кодирование и контроль управляющей информации.

9. Привести размещение управляющей информации в кадрах программы на перфоносителе.

Содержание отчета

1. Монтажный чертеж электронной ячейки или схемы расположения ИС.
2. Схема установки платы на столе АРПМ с указанием расчетной системы координат и последовательности монтажа ИС на плате.
3. Расчетные формулы и примеры расчета необходимой управляющей информации.
4. Таблица с управляющей информацией для установки всех ИС на плату на АРПМ.
5. Примеры размещения управляющей информации в кадрах УТП на перфоленте.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Устройство и принцип работы автомата АРПМ

Устройство АРПМ применяется для автоматической раскладки (монтажа) и пайки ИС с планарными выводами в корпусах 401.14-1 и 401.14-2. Автомат осуществляет: накопление ИС в загрузочном устройстве (рис. 4.1); поиск кассеты с нужной ИС; перемещение кассеты на шаг; выталкивание ИС на подушку ориентирующего столика 2; поворот ИС (при необходимости изменения положения корпуса) на 180; захват и доставку ИС в зону сборки; программное перемещение платы в точку монтажа ИС; установку ИС на плату; совмещение выводов ИС с контактными площадками платы; прижим ИС, подачу дозы припоя в зону пайки, разогрев соединяемых элементов и их пайку; повторение цикла монтажа и пайки до завершения сборочной операции согласно программе; возвращение стола, головки и манипулятора в исходное положение.

Технические характеристики АРПМ:

Тип корпуса ИС	401.14 (ГОСТ 17467-72)
Максимальные размеры собираемого узла, мм	250x250
Производительность, шт/ч	до 400
Количество ИС в кассете, шт	50
Количество кассет в барабанном АЗУ, шт	30
Количество вариантов ориентации ИС	2
Дискретность перемещения стола по X и Y, имп/мм	0,625
Точность отработки координат (X и Y), мм	0,02
Температура нагрева паяльников (задается и регулируется), °С	100...400
Точность поддержания температуры, °С	10
Время пайки, регулируемое, с	0,5...2

Усилие прижима паяльника (регулир.) Н	0,6...2
Напряжение электропитания, В	220
3-фазный переменный ток с частотой, Гц	50
Потребляемая мощность, кВт	0,75
Система ЧПУ	
аппаратная	
Носитель УТП	8-дорожжковая
перфолента	
Применяемый код	двоично-десятичный
Размеры рабочей зоны, м ²	9
Масса, кг	500

Автомат АРПМ имеет следующие основные устройства: автоматическое загрузочное устройство АЗУ: сборочную головку (СГ), координатный стол (КС).

Автоматическое загрузочное устройство 1 (рис. 4.1) выполнено в виде барабана, где этажерочные кассеты с ИС расположены вертикально по его периферии. Оно обеспечивает накопление, поиск, выгрузку и ориентацию ИС. Ориентация ИС осуществляется (при необходимости) на столе разворота 2 (рис. 4.1).

Захват ИС, ее транспортировку в зону монтажа и установку на плату выполняет манипулятор 3 (рис. 4.1) с вакуумным захватом.

Печатная плата 7 (рис. 4.1) установлена в приспособлении 5 (рис.4.1), которое закреплено на координатном столе (на его верхней каретке 6, рис. 4.1).

Пайку ИС выполняет паяльное устройство 4 (рис. 4.1), имеющее два групповых паяльника 10 (рис. 4.1). Паяльная головка обеспечивает прижим корпуса ИС и их выводов к контактным площадкам платы, нагрев паяемых элементов, выдержку паяльников в зоне пайки и небольшое смещение паяльников вдоль выводов для равномерного нанесения припоя в месте пайки.

Координатный стол обеспечивает перемещение платы для установки ИС в точку, заданную управляющей программой. Его направляющие защищены от попадания припоя, пыли, грязи специальными телескопическими кожухами.

Устройство и принцип работы ЧПУ АРПМ

СЧПУ АРПМ (рис. 4.2) служит для обеспечения управления работой всех исполнительных механизмов и устройств автомата, осуществляет контроль над их работой и блокировку, предупреждая аварийные ситуации.

СЧПУ АРПМ является аппаратной системой, где каждая функция заложена в соответствующем блоке или схеме с неизменяемым алгоритмом управления. Здесь реализованы два закона управления: логико-программного и координатного управления. Координатное управление реализуется блоком БУКС (управление движением кареток координатного стола), а логико-программное - блоком управления пайкой БУП (управление приводами манипулятора, паяльной головки и механизма подачи припоя).

Укрупненно СЧПУ АРПМ можно представить в виде двух частей: устройства ЧПУ с исполнительными механизмами и устройств автомата АРПМ.

В АРПМ используются следующие исполнительные механизмы:

1) в сборочной головке - кулачковый командоаппарат (муфта включения), который воздействует на механизм захвата; механизмы вертикального и поворотного обеспечивают движения манипулятора; механизм нагрева; механизм движения паяльной головки; электромагнитный механизм подачи припоя;

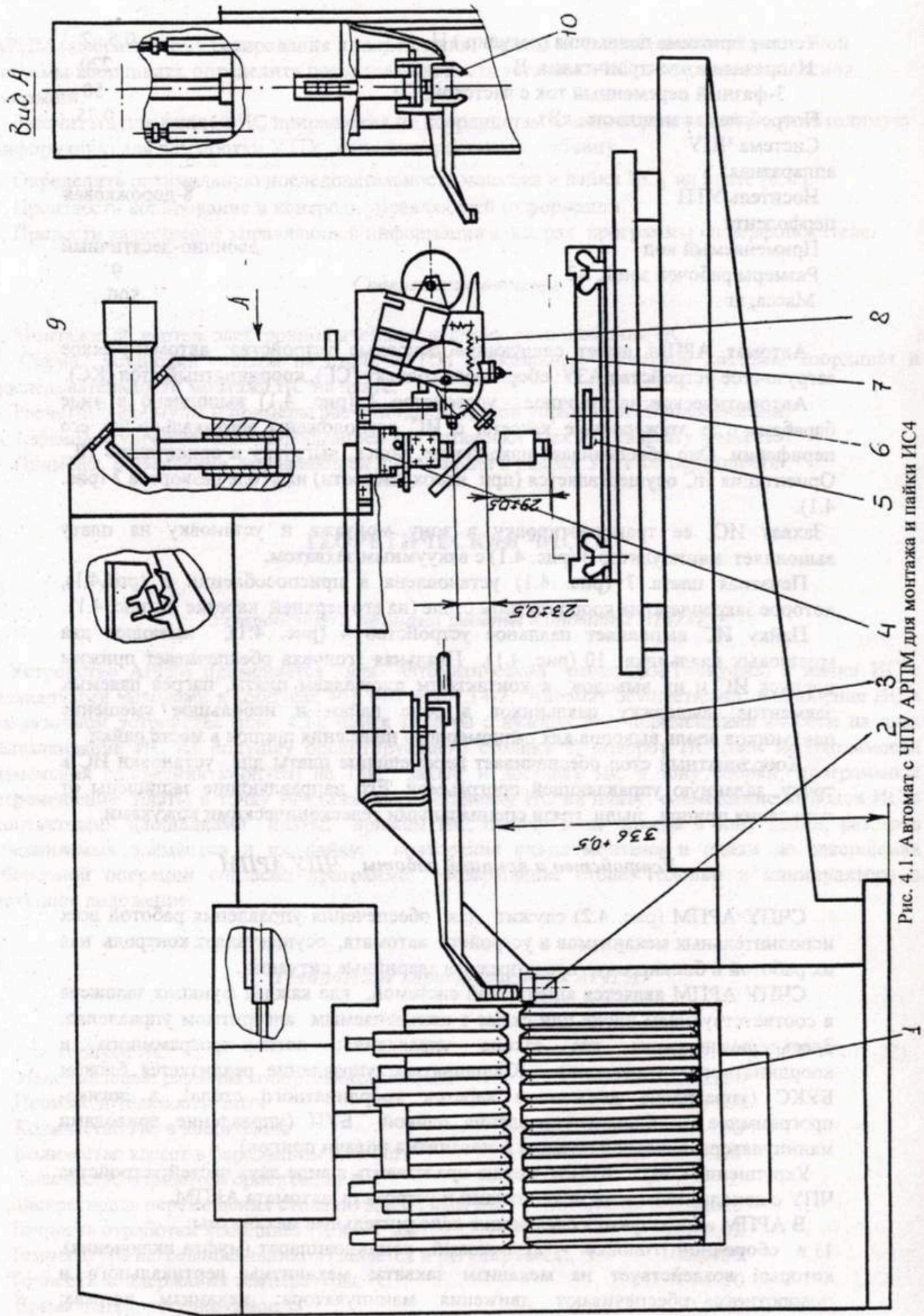


Рис. 4.1. Автомат с ЧПУ АРПМ для монтажа и пайки ИС4

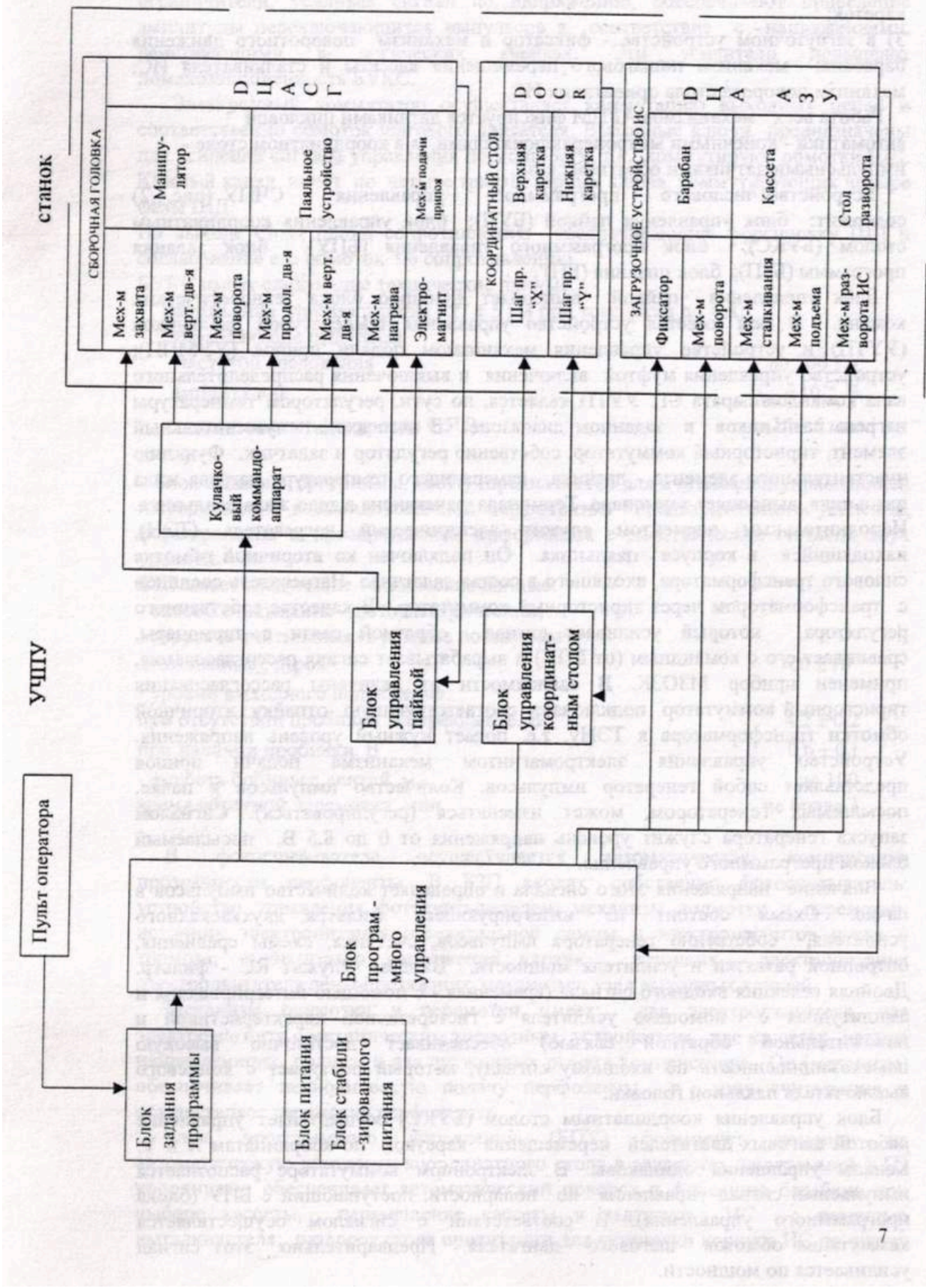


Рис.4.2. Блок-схема СТПУ АРПМ

- 2) в координатном столе - шаговый привод перемещения верхней и нижней кареток;
- 3) в загрузочном устройстве - фиксатор и механизм поворотного движения барабана; механизм пошагового перемещения кассеты и сталкивателя ИС; механизм поворота стола ориентации ИС.

Работа всех механизмов АРПМ фиксируется датчиками цикловой автоматики - конечными микропереключателями, а в координатном столе - импульсными датчиками обратной связи.

Устройство числового программного управления СЧПУ (рис.4.2) содержит: блок управления пайкой (БУП); блок управления координатным столом (БУКС); блок программного управления (БПУ), блок задания программы (БЗП); блок питания (БП).

Блок управления пайкой выполняет функцию блока технологических команд. В нем имеется устройство управления температурой паяльников (УУТП) и устройство управления механизмом подачи припоя (УУМПП); устройство управления муфтой включения и выключения распределительного вала командоаппарата СГ. УУТП является, по сути, регулятором температуры нагрева паяльников в заданном диапазоне. В него входят: чувствительный элемент, тиристорный коммутатор, собственно регулятор и задатчик. Функцию чувствительного элемента - датчика, измеряющего температуру нагрева жала паяльника, выполняет термопара. Термопара зачехлена в тело жала паяльника. Исполнительным элементом служит электрический нагреватель (ТЭН), находящийся в корпусе паяльника. Он подключен ко вторичной обмотке силового трансформатора, входящего в состав задатчика. Нагреватель соединен с трансформатором через тиристорный коммутатор. В качестве собственного регулятора, который усиливает сигнал обратной связи с термопары, сравнивает его с командным (от БПУ) и вырабатывает сигнал рассогласования, применен прибор МЗОЗК. В зависимости от величины рассогласования тиристорный коммутатор подключает соответствующую отпайку вторичной обмотки трансформатора к ТЭНу, т.е. подает нужный уровень напряжения. Устройство управления электромагнитом механизма подачи припоя представляет собой генератор импульсов. Количество импульсов в пачке, посылаемых генератором, может изменяться (регулироваться). Сигналом запуска генератора служит уровень напряжения от 0 до 8,5 В, посылаемый блоком программного управления.

Значение напряжения этого сигнала и определяет количество импульсов в пачке. Схема состоит из интегрирующего фильтра, двухкаскадного усилителя, собственно генератора импульсов, счетчика, схемы сравнения, оптронной развязки и усилителя мощности. Входом служит RC - фильтр. Двойная селекция входного сигнала (временная - с помощью интегрирования и амплитудная с помощью усилителя с гистерезисной характеристикой и положительной обратной связью) обеспечивает достаточно высокую помехозащищенность по входному сигналу, который поступает с концевого выключателя паяльной головки.

Блок управления координатным столом (БУКС) осуществляет управление работой шаговых двигателей перемещения кареткой по координатам X и Y. Каналы управления одинаковы. В электронном коммутаторе распознается импульсный сигнал управления по полярности, поступающий с БПУ (блока программного управления). В соответствии с сигналом осуществляется коммутация обмоток шагового двигателя. Предварительно этот сигнал усиливается по мощности.

Каждый канал управления содержит: импульсные усилители-ограничители, электронный коммутатор, выходные ключи. Импульсные усилители-ограничители, усиливая сигнал по напряжению, обеспечивают приведение амплитуды переключающихся импульсов в соответствие с напряжениями, действующими в логических ячейках. Эти усилители повышают помехозащищенность БУКС.

Электронный коммутатор осуществляет коммутацию выходных цепей и соответственно обмоток шагового двигателя. Выходные ключи предназначены для усиления сигнала управления по мощности, т.к. коммутируют обмотки ШД. Каждый канал имеет по четыре транзисторных ключа, коммутирующих четыре фазы ШД.

На выходе стоят блоки сопротивления, обеспечивающие форсировку ШД и согласование его обмоток по сопротивлению.

БУКС имеет следующие технические данные:

- напряжение электропитания (27 ± 5) В при токе фазы до 4 А;
- управляющие импульсы

частотой следования	до 300 Гц,
амплитудой	$U_m = 10_{-3}^{+2}$ В,
длительностью (на уровне 0,5U)	$\tau_0 = 10 \pm 5$ мкс.

Блок задания программы (БЗП) предназначен для считывания управляющей информации с восьмидорожечной перфоленты; предварительного усиления, формирования и преобразования информации в электрические сигналы двух уровней.

БЗП имеет следующие технические данные:

- способ считывания - фотоэлектрический;
- скорость считывания (в режиме покадрового считывания), строк/с 700 \pm 10
- уровни выходного напряжения:

при отсутствии пробивки в перфоленте, В	4,2 \pm 0,2
при наличии пробивки, В	0,6 \pm 0,1
- емкость бобины с лентой, м до 100
- время обратной перемотки, мин не более 3

В фотосчитывателе осуществляется автоматическая компенсация прозрачности перфоленты. В БЗП входят: собственно фотосчитыватель; устройство управления фотосчитывателем; механизм подмотки и перемотки; источник электропитания осветительной лампы и электромагнитов пуска и тормоза; стабилизатор напряжения канала; источник электропитания электродвигателя лентопотяжного механизма; узел выходных ключей.

Механизм подмотки и перемотки имеет: два электродвигателя, два электромагнита с механическим тормозным устройством, две кассеты; четыре направляющих ролика и два пружинных рычага компенсатора. Он (механизм) обеспечивает периодическую подачу перфоленты в зону считывания и осуществляет перемотку перфоленты.

Блок программного управления (БПУ) формирует команду на автоматическую установку координатного стола в заданную программой УТП координату; обеспечивает автоматический поворот и фиксацию барабана при выборе кассеты, перемещение кассеты и выгрузку ИС с помощью выталкивателя; разворот стола ориентации для установки корпуса ИС по ключу

в соответствии со схемой установки (требованием программы УТП), формирует командный сигнал на блок управления пайкой; управляет старт-стопным режимом считывания управляющей информации с перфоленты (блока задания программы).

БПУ содержит: дешифратор; логические ячейки; память и схему формирования сигналов управления перемещением (на БУКС), фиксатором барабана, вращением барабана, выгрузкой ИС, ориентацией ИС, считыванием с перфоленты, блоком пайки (БУП).

Так, дешифратор фиксирует нулевое состояние вычитающего счетчика и снимает команду на перемещение по соответствующей координате, а при обнулении обоих счетчиков, формирует разрешение на выполнение следующих операций.

В логической ячейке формируются команды на поиск, выгрузку, ориентацию ИС и пайку ее выводов. Эти команды проходят через ячейку ключей, усиливаются в усилителях мощности и поступают на соответствующие исполнительные механизмы автомата (механизм поворота и фиксации барабана, перемещение кассеты и выталкивателя ИС; стола ориентации и др.).

Блок питания (БП) предназначен для формирования питающих напряжений для работы СЧПУ. БП имеет следующие характеристики:

- источник питания - трехфазная сеть переменного тока с нулевой линией напряжения 380 В и частотой 50 Гц;
- выходное напряжение постоянного тока $27_{-4}^{+2,7}$ В с пульсацией 6%; ток нагрузки - 8 А;
- выходное напряжение постоянного тока 27 ± 3 В с пульсацией 6%, ток нагрузки 2,6 А;
- выходное напряжение постоянного тока $7,8 \pm 0,2$ В, ток нагрузки 7 А.

Блок питания состоит из трех выпрямительных схем для получения питающих напряжений 27В.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

В исследовательской части для предложенных преподавателем компоновок ячеек ЭЯ выполнить аналитические исследования влияния степени регулярности расположения ИС4 на ПП на суммарное время холостого хода стола с платой по аналогии с работой 2.

РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

В расчетной части необходимо выполнить:

1. Анализ изделия на технологичность.
2. Разработку структуры операции монтажа и пайки ИС4.
3. Разработку операции монтажа и пайки ИС4.

Основные требования технологичности, предъявляемые к ЭЯ и ИС4 приведены в литературе [1,2,3], работе 2 и технических характеристиках на АРПМ (см. выше) и в лекциях.

Разработка структуры операции монтажа и пайки ИС4 подразумевает оптимизацию последовательности установки и пайки ИС4 на плату, причем в качестве критерия оптимизации используется минимальный суммарный путь стола с платой. В качестве метода оптимизации использовать алгоритм Флада, описанный в работе №3.

Операция монтажа и пайки на плате ИС4, выполняемая на автомате АРПМ, включает: ручную установку и закрепление платы в приспособлении стола

станка; определение последовательности монтажа ИС; автоматический, по программе, цикл монтажа и пайки ИС4 на ПП – (выход КС с платой в точку монтажа ИС4, выбор нужной ИС4 (комплектование), ее ориентацию по ключу, захват ИС4 манипулятором и доставку ее в зону действия паяльной головки; установку выводов ИС4 на соответствующие контактные площадки ПП, прижим; выдачу припоя нужной длины в зону перемещения паяльной головки; движение головки вниз на плату, захват припоя и пайка выводов; возврат манипулятора в зону загрузки ИС4 и возвращение в исходное положение паяльной головки); повторение цикла монтажа и пайки ИС4 n раз (где n – число устанавливаемых на данной операции ИС4); выход КС в нулевую точку; снятие вручную собранного узла из приспособления станка и кассетирование ЭЯ.

Подготовка таблицы с исходными данными для расчета УТП

Исходные данные для расчета УТП

Таблица 4.1. 4.8

Координаты ИС	0	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	12	12	12	27	27	27	42	42
Y	0	13	53	93	93	53	13	13	53
Ориентация		0	180	0	0	180	0	0	180

Таблица 4.1(окончание)

Координаты ИС	9	10	11	12	13	14	15	16	17
X	42	57	57	72	72	72	107	107	--
Y	93	53	13	13	53	93	93	53	--
Ориентация	0	180	0	0	180	0	0	0	--

Примечание 0 – ключ вверх; 180 – ключ вниз

При разработке УТП вручную рассчитывают для каждой ИС4 величины перемещений стола: $A_i; B_i; C_i; D_i$.

$$A_i = \frac{X_i - X_{i-1}}{D_X} ; B_i = \frac{Y_i - Y_{i-1}}{D_Y}$$

$$\frac{A_i}{7} = C_{Xi} + C_i ; \frac{B_i}{7} = C_{Yi} + C_i$$

Затем одним из методов оптимизации, например с помощью алгоритма Флада определяют последовательность монтажа и пайки на ПП ИС4. Потом полученную информацию записывают в форме структуры УТП.

Управляющая программа для установки ИС с планарными выводами на плату с помощью АРПМ состоит из вспомогательных кадров или слов (первого и последнего) и нескольких рабочих. В первом кадре записывается информация о выводе координатного стола с платой так, чтобы место установки на плате для первой ИС оказалось под калибром головки пайки (без команды на установку ИС). В последнем кадре записывается информация для вывода координатного стола с платой в исходное положение.

Каждый рабочий кадр содержит информацию об установке на плату конкретной ИС (сколько ИС, столько и рабочих кадров в программе).

Управляющая информация записывается на восьмидорожковой перфоленте кадрами постоянной длины, т.е. в каждом кадре содержится определенное количество строк и команды расположены в определенном порядке. Первый и последний кадры содержат по 16 строк, а рабочие - 19 (см. табл. 2). Структура первого кадра имеет вид:

$$(X)_{(7+0)}(A_0)(C)(Y)_{(7+0)}(B_0)(D)...(CY2)(PC)(ПУС),$$

где X и Y - символы перемещения координатного стола КС с платой по осям X и Y; - знак направления перемещения КС по соответствующей координате ("-" - отверстие в первой дорожке; "+" -

отверстие в восьмой дорожке); A_0 и B_0 (рис.4.3) - расстояния соответственно по X и Y центра калибра головки пайки (ГП) до начала расчетной системы координат платы (центра базового отверстия платы или до центра линии симметрии корпуса первой ИС) записываются в виде трехразрядных чисел

(сотни, десятки, единицы). При расчете A_0 и B_0 следует иметь ввиду, что в исходном положении центр симметрии КС смещен относительно шкалы микроскопа ГП на 125 мм по обеим осям; C и D - остаток от деления на число 7 значения абсолютной координаты центра симметрии ИС, выраженной в шагах, соответственно по координатам X и Y (C=D=0, если приспособление для платы и установка в нем печатной платы отвечают следующим условиям: 1) начало расчетной системы координат платы, относительно которого заданы положения всех ИС, совпадает (совмещено) в плоскости X и Y с перекрестием шкалы микроскопа, установленного на корпусе головки ГП; 2) расчетная система координат платы параллельна абсолютной системе координат стола КС; 3) расстояние (по высоте) от поверхности платы до нижней плоскости настроенного калибра для ГП составляет (12 \pm 0,2) мм; CY2 - символ запрета выбора из магазина, доставки и установки на плату ИС; PC - символ конца кадра; ПУС - пустая строка (без пробивки отверстия в перфоленте).

Структура последнего кадра - команды на вывод стола КС в исходное положение записывается в следующем виде:

$$(X)_{(7+0)}(C)(Y)_{(7+0)}(B)(D)(S)(CY2)(PC)(КН)(ПУС),$$

где A и B - трехзначные числа, выражающие в шагах приращение координат по осям X и Y (перемещение КС до точки, в которую выводится стол после установки последней ИС); C и D - остаток от деления на число 7 значений A и B; КН - символ конца программы.

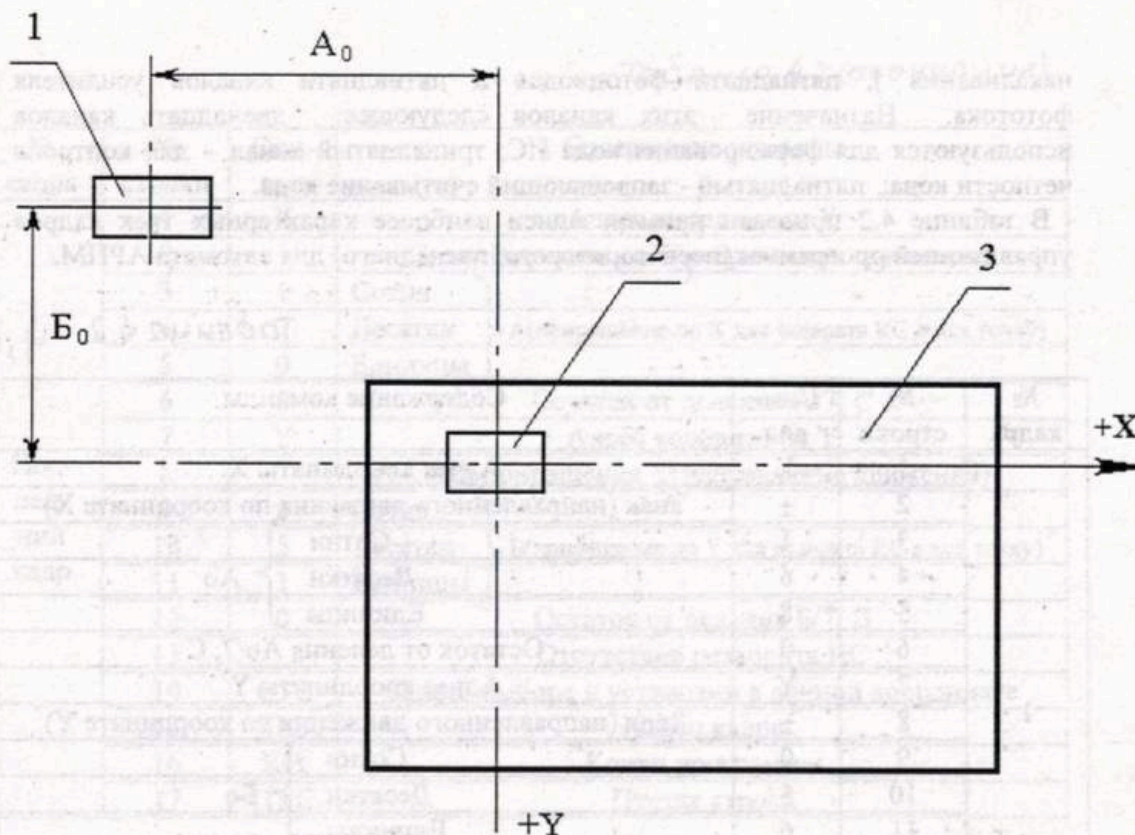


Рис.4.3. Схема привязки платы к настроечному калибру

Рабочий кадр программ. Каждый рабочий кадр (начиная со второго и по последний) содержит информацию о перемещении стола КС с платой в место установки ИС; тип ИС (трехзначное число с кодом указывает номер кассеты в барабанном накопителе, где расположена требуемая ИС) и команду на ориентацию ИС (в случае необходимости).

Структура рабочего кадра программы следующая:

$(X)(7+0)(A)(C)(Y)(7+0)(B)(D)(V)(B)(S/R)(ПС)(ПУС)$,

где А, В, С, D, (7+0), (ПС), (ПУС) - см. выше; V - адрес типа ИС (адрес кассеты с нужной ИС); В - числовое выражение типа ИС, записываемое трехзначным числом (сотни, десятки, единицы); S - команда на отсутствие поворота ИС; R - команда на поворот ИС на 180град. При повторении требуемой ориентации ИС в последующем кадре должны быть символы S или R. При повторении типа ИС в последующем кадре должен быть символ V, и сопутствующая цифровая информация повторяется. Выбор ИС из загрузочного устройства осуществляется при помощи нанесенного на планке кассеты кода типа ИС. Кодирование типа ИС осуществляется присвоением каждому типоразмеру ИС условного порядкового номера (трехзначного числа в интервале от 001 до 999), записанного в двоично-десятичном коде на кодовой планке кассеты. Код наносится на планку (рис. 4.4) сверлением сквозных отверстий диаметром 2,5 мм (наличие отверстия означает "1", его отсутствие - "0"). Если число единиц (отверстий) в коде - нечетное, то для контроля - (на четность) в планке сверлится еще одно отверстие. На планке (рис. 4.4) нанесен код 842. Считывание кода, записанного на планке кассеты, осуществляет фотоэлектрический считыватель, состоящий из источника света (лампы

накаливания), пятнадцати фотодиодов и пятнадцати каналов усилителя фототока. Назначение этих каналов следующее: двенадцать каналов используются для формирования кода ИС; тринадцатый канал – для контроля четности кода; пятнадцатый - запрещающий считывание кода.

В таблице 4.2 приведен пример записи наиболее характерных трех кадров управляющей программы (первого, второго, последнего) для автомата АРПМ.

Таблица 4.2 ч. 9

№ кадра	№ строки	Символ	Содержание команды
1	1	X	Адрес координаты X
	2	±	Знак (направленного движения по координате X)
	3	1	Сотни
	4	6	Десятки
	5	8	Единицы
	6	0	Остаток от деления $A_0/7, C$
	7	Y	Адрес координаты Y
	8	±	Знак (направленного движения по координате Y)
	9	0	Сотни
	10	5	Десятки
	11	6	Единицы
	12	0	Остаток от деления $B_0/7, D$
	13	S/R	Отсутствие разворота (разворот)
	14	СУ2	Запрет выбора и установки ИС в данной координате
	15	ПС	Конец кадра
	16	ПУС	Пустая строка

2	1	X	Адрес координаты X
	2	±	Знак приращения X (направление движения)
	3	0	Сотни
	4	0	Десятки
	5	0	Единицы
	6	0	Остаток от деления $A/7, C$
	7	Y	Адрес координаты Y
	8	+	Знак приращения Y (направленного движения)
	9	0	Сотни
	10	0	Десятки
	11	0	Единицы
	12	0	Остаток от деления $B/7, D$
	13	Y	Адрес типа ИС
	14	1	Сотни
	15	4	Десятки
	16	4	Единицы
	17		Отсутствие разворота ИС
	18	ПС	Конец кадра
	19	ПУС	Пустая строка

Таблица 4.2 (окончание)

№ кадра	№ строки	Символ	Содержание команды	
Последний кадр	1	X	Адрес координаты X	
	2		Знак приращения X(направление движения)	
	3	1	Сотни	
	4	2	Десятки	} A(приращение по X для возврата КС в исх точку)
	5	0	Единицы	
	6	0		Остаток от деления A/7, C
	7	Y		Адрес координаты Y
	8			Знак приращения Y(направление движения)
	9	0	Сотни	} B(приращение по Y для возврата КС в исх точку)
	10	5	Десятки	
	11	1	Единицы	
	12	0		Остаток от деления B/7, D
	13			Отсутствие разворота ИС
	14	СУ2		Запрет выбора и установки в данной координате
	15	ПС		Конец кадра
	16	КН		Конец программы
	17	ПУС		Пустая строка

Программа САП СБЗ (1)

Программа САП СБЗ (1) предназначена для автоматизированной подготовки исходных данных, разработки и контроля УТП для автомата АРПМ установки и пайки на плате ИС с планарными выводами. Программа САП УТП СБЗ (1) позволяет оператору в интерактивном режиме осуществлять: ввод геометрической и технологической информации, необходимой для разработки УТП; контроль входной информации, сортирование ее; арифметические и логические действия над ней; кодирование и формирование структуры кадров УТП в соответствии с требованиями системы ЧПУ автомата АРПМ; вывод на экран монитора и принтера текста программы, рисунка с расположением ИС на плате и указанием ключа ориентации ИС; редакцию УТП.

Программа САП УТП СБЗ (1) написана в алгоритмической среде Turbo Pascal. Она содержит несколько файлов, среди которых выделим: \$\$\$EXE, ARPM.BAT, \$\$\$PRN, KP 1671.PAS, LITT.CHR, DPIYER.SYS, \$\$\$EXE. Основным среди них является файл \$\$\$EXE. Он может работать самостоятельно, используя поддержку файлов CGA.BGI, EGAYEGA.BGI, GOTH.CHR, GRAPH.TPU и LITT.CHR, \$\$\$PRN.

Программа САП УТП СБЗ (1) запускается файлом ARPM.BAT. Файл \$\$\$EXE является исполняемым, а файл \$\$\$PAS - текстовым. Один из вариантов программы САП УТП СБЗ (1) снабжен музыкальным сопровождением, с которого начинается работа программы и которое появляется также при неправильном вводе исходных данных.

На рис. 4.5 представлен алгоритм программы САП УТП СБЗ (1).

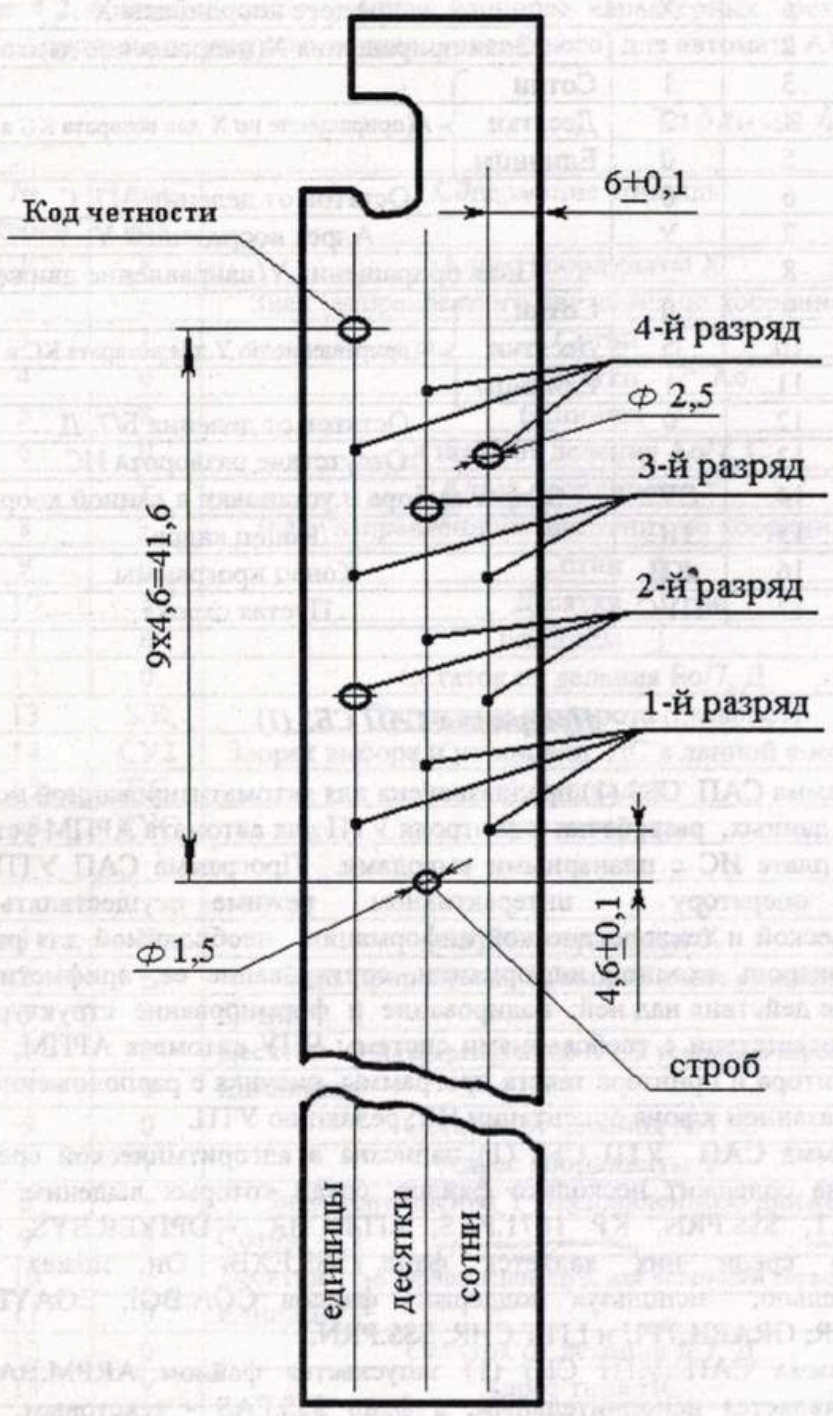


Рис.4.4. Схема кодирования типа микросхемы ИС4

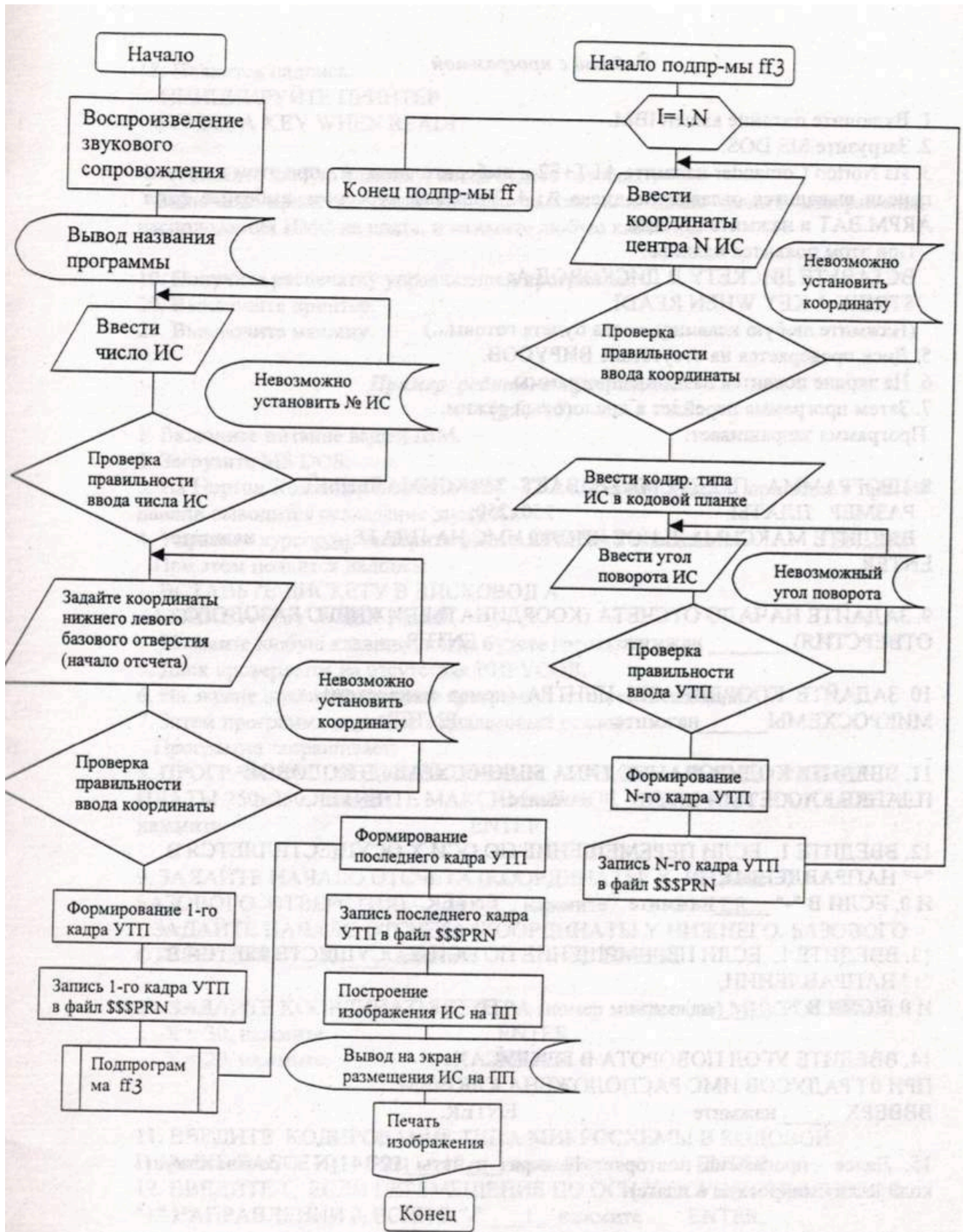


Рис.4.5. Алгоритм САП СБЗ (1)

1. Включите питание вашей IBM.
2. Загрузите MS DOS.
3. Из Norton Comander нажмите ALT+F2 и выберите диск A, при этом в правой панели выводится оглавление диска A: 4. Управляя курсором, выберите файл ARPM.BAT и нажмите ENTER.

При этом появится надпись:

ВСТАВЬТЕ ДИСКЕТУ В ДИСКОВОД A:

STRIKE A KEY WHEN READI

(Нажмите любую клавишу, когда будете готовы...)

5. Диск проверяется на отсутствие ВИРУСОВ.
6. На экране появится название программы.
7. Затем программа перейдет в диалоговый режим.

Программа запрашивает:

8. ПРОГРАММА ПРЕДУСМАТРИВАЕТ МАКСИМАЛЬНЫЙ
РАЗМЕР ПЛАТЫ 250x250;
ВВЕДИТЕ МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИМС НА ПЛАТЕ _____ нажмите
ENTER.

9. ЗАДАЙТЕ НАЧАЛО ОТСЧЕТА (КООРДИНАТЫ НИЖНЕГО БАЗОВОГО
ОТВЕРСТИЯ) _____ нажмите ENTER.

10. ЗАДАЙТЕ КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА (номер микросхем)
МИКРОСХЕМЫ _____ нажмите ENTER.

11. ВВЕДИТЕ КОДИРОВАНИЕ ТИПА МИКРОСХЕМЫ В КОДОВОЙ
ПЛАНКЕ КАССЕТ (1 - 999) _____ нажмите ENTER.

12. ВВЕДИТЕ 1, ЕСЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ОСИ X ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В
"+" НАПРАВЛЕНИИ,
И 0, ЕСЛИ В "-" _____ нажмите ENTER.

13. ВВЕДИТЕ 1, ЕСЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ОСИ Y ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В
"+" НАПРАВЛЕНИИ,
И 0, ЕСЛИ В "-" _____ нажмите ENTER.

14. ВВЕДИТЕ УГОЛ ПОВОРОТА В ГРАДУСАХ.
ПРИ 0 ГРАДУСОВ ИМС РАСПОЛОЖЕНА КЛЮЧЕМ
ВВЕРХ _____ нажмите ENTER.

15. Далее программа повторяет N - раз пункты 10-14 (N - соответствует количеству микросхем в плате).

16. Программа рисует расположение микросхем. Изображение приводится в зеркальном изображении (продиктовано особенностями алгоритмического языка).

17. Нажмите [Pr Scr] (/Печ/ для ЕС1840 и др.), если хотите распечатать изображение, или любую клавишу, если печать ненужна.

18. Появится надпись:
ИНИЦИИРУЙТЕ ПРИНТЕР
STRIKE A KEY WHEN READI

(нажмите любую клавишу, когда будете готовы...)

Включите принтер, если Вы его выключили после печати изображения расположения ИМС на плате, и нажмите любую клавишу.

19. Получите распечатку управляющей программы.

20. Выключите принтер.

21. Выключите машину.

Пример работы с программой

(рис.4.6)

1. Включите питание вашей IBM.

2. Загрузите MS DOS.

3. Из Нортон Командер нажмите ALT+F2 и выберите диск A, при этом в правой панели выводится оглавление диска A:

4. Управляя курсором, выберите файл ARPM.BAT и нажмите ENTER.

При этом появится надпись:

ВСТАВЬТЕ ДИСКЕТУ В ДИСКОВОД A:

STRIKE A KEY WHEN READI

(Нажмите любую клавишу, когда будете готовы...)

5. Диск проверяется на отсутствие ВИРУСОВ.

6. На экране появится название программы и год ее написания.

7. Затем программа перейдет в диалоговый режим.

Программа запрашивает:

8. ПРОГРАММА ПРЕДУСМАТРИВАЕТ МАКСИМАЛЬНЫЙ РАЗМЕР ПЛАТЫ 250x250; ВВЕДИТЕ МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИМС НА ПЛАТЕ 21, нажмите ENTER.

9. ЗАДАЙТЕ НАЧАЛО ОТСЧЕТА (КООРДИНАТЫ X НИЖНЕГО БАЗОВОГО ОТВЕРСТИЯ) 10 , нажмите ENTER.

ЗАДАЙТЕ НАЧАЛО ОТСЧЕТА (КООРДИНАТЫ Y НИЖНЕГО БАЗОВОГО ОТВЕРСТИЯ) 10 , нажмите ENTER.

10. ЗАДАЙТЕ КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА (номер микросхем) МИКРОСХЕМЫ

X = 30, нажмите ENTER.

Y = 20, нажмите ENTER.

11. ВВЕДИТЕ КОДИРОВАНИЕ ТИПА МИКРОСХЕМЫ В КОДОВОЙ ПЛАНКЕ КАССЕТ (1 - 999) 12 , нажмите ENTER.

12. ВВЕДИТЕ 1, ЕСЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ОСИ X ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В "+" НАПРАВЛЕНИИ 0, ЕСЛИ В "-" 1 нажмите ENTER.

13. ВВЕДИТЕ 1, ЕСЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ОСИ Y ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В "+" НАПРАВЛЕНИИ,

И 0, ЕСЛИ В "-" 1 , нажмите ENTER.

Вид монтажа ИС
- тангарный

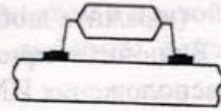
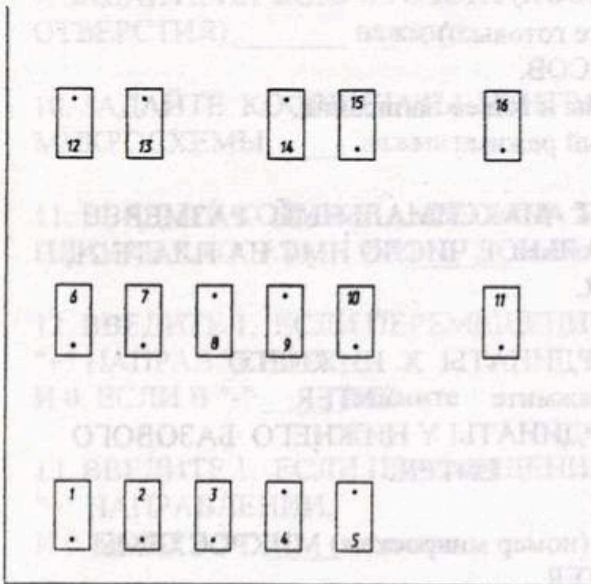


Таблица координат центра корпуса ИС

Номер ИС, по схеме	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Координаты центра корпуса ИС, мм	X	12	27	42	57	72	12	27	42	57	72	108	12	27	57	72	108
	Y	13	13	13	13	13	53	53	53	53	53	93	93	93	93	93	93
Позиция угла паборота, град.	180	180	180	0	0	180	180	0	0	180	180	0	0	0	180	180	0

Пример автоматизированного проектирования УТП монтажа и пайки ИС, на плате



Текст УТП монтажа и пайки ИС, на плате

```

X003010Y003010SCY2PCNПЧ
X+002008Y+002010V001SПC
X+005010Y+002010V001SПC
X+010000Y+002010V001SПC
X+013002Y+002010V001RПC
X-016003Y+002010V001RПC
X+016003Y+011006V001SПC
X-013002Y+011006V001RПC
X+010000Y+011006V001RПC
X+005010Y+011006V001SПC
X+002008Y+011006V001SПC
X+002008Y+021003V001RПC
X+005010Y+021003V001RПC
X+013002Y+021003V001RПC
X+016003Y+021003V001SПC
X-024005Y-021003V001SПC
X-024005Y+011006V001SПC
X003010Y003010SCY2PCNПЧ
  
```

Оптимально пройденный путь: 353,6918 мм
Без оптимизации путь: 688,7707 мм

Рис. 4.6. Пример расчета управляющей программы УТП для АРПМ

14. ВВЕДИТЕ УГОЛ ПОВОРОТА В ГРАД
ПРИ О ГРАДУСОВ ИМС РАСПОЛОЖЕНА КЛЮЧЕЙ ВВЕРХ _____0___ нажмите
ENTER.

15. Далее программа повторяет N - раз пункты 10-14 (N - соответствует количеству микросхем на плате).

16. Программа рисует расположение микросхем. Изображение приводится в зеркально изображении (продиктовано особенностями языка).

17. Нажмите [Pr Scr] (/Печ/ для ЕС1840 и др.), если Вы хотите распечатать изображение, или любую клавишу, если печать не нужна.

18. Появится надпись:

ИНИЦИИРУЙТЕ ПРИНТЕР
STRIKE A KEY WHEN READY

(нажмите любую клавишу, когда будете готовы...)

Включите принтер, если Вы его выключили после печати изображения
расположения ИМС на плате, и нажмите любую клавишу.

19. Получите распечатку управляющей программы.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет программа САП УТП СБЗ (1).
2. Назовите, какие команды входят в структуру кадра УТП автомата АРПМ.
3. Технологическое назначение автомата АРПМ.
4. Какие основные устройства входят в состав автомата АРПМ.
5. К какому типу систем ЧПУ относится ЧПУ автомата АРПМ.
6. Какие задачи решает блок управления пайкой.
7. Какие задачи возложены на блок программного управления.
8. Что входит в состав управления координатным столом автомата АРПМ.
9. Какие требования технологичности предъявляет автоматизированная сборка на АРПМ к расположению ИС на плате.

Литература

1. Иванов Ю.В., Дакота Н.А. Гибкая автоматизация производства РЭА с применением микропроцессоров и роботов: Учебное пособие. - М.: Радио и связь, 1987,- 464 с.
2. Иванов Ю.В. Проектирование операции сборки, выполняемых на оборудовании с ЧПУ Учебное пособие. - М.: МГТУ, 1984.- 32 с.
3. Иванов Ю.В. Автоматизация сборки в условиях гибкого производства. - М.: ВНИИТЭМР. Серия 6.- 1988. - Выпуск 2. - 42 с.
4. Паспорт и инструкция по эксплуатации автомата АРПМ.
5. Фигурнов В.Э. Руководство для использования IBM PC. - М.: Финансы и статистика, 1990.
6. Иванов Ю.В. Автоматизированная разработка управляющих технологических программ монтажа ЭРЭ с оптимизацией последовательности на автомате с СЧПУ.- М.: МГТУ, 2002,- 33 с.
7. Иванов Ю.В. Автоматизированная разработка управляющих технологических программ монтажа интегральных микросхем со штырьковыми выводами ИС: на автомате с СЧПУ с оптимизацией их очередности.- М.: МГТУ, 2002,- 33 с.
8. Ханке Х.И., Фабиан Х. Технология производства радиоэлектронной аппаратуры:Пер. с нем /Под ред. В.Н. Черняева.- М.: Энергия, 1980 - 464 с.
9. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах /А.В. Ягунов, Б.Л. Жоржоллиани, В.Г. Журавский; Под редакцией В.Г. Журавского.- М.: Радио и связь, 1988 - 280 с.

Содержание

	стр.
Введение, цель работы, объект исследования.....	3
1. Используемое оборудование и приборы.....	3
2. Краткое содержание и порядок выполнения работы	3
3. Содержание отчета.....	4
4. Теоретическая часть.....	4
Устройство и принцип работы АРПМ.....	4
Устройство и принцип работы ЧПУ АРПМ.....	5
5. Расчетная часть.....	10
Методика программирования АРПМ.....	12
6. Программа САП УТП СБЗ (1)	15
7. Работа с программой САП УТП СБЗ (1)	18
Контрольные вопросы.....	21
Литература.....	21