

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И. Будкера СО РАН

С.А. Амосов, В.В. Балакин,
В.А. Журавлев, Э.Л. Неханевич

КОНТРОЛЛЕР Д60 ДЛЯ УЧПУ 2С42 И 2Р22

ИЯФ 2002-34

Новосибирск
2002

Контроллер Д60 для УЧПУ 2С42 и 2Р22

*С.А. Амосов, В.В. Балакин,
В.А. Журавлев*, Э.Л. Неханевич*

Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН
630090, Новосибирск, Россия
*Новосибирский государственный университет, студент

Аннотация

Описывается контроллер Д60 для станков с числовым программным управлением, заменяющий микропроцессорный комплект МС1201.02. Даются рекомендации по установке и эксплуатации. Приводится принципиальная схема и схема расположения элементов. Работа выполнена для модернизации систем ЧПУ в экспериментальном производстве ИЯФ СО РАН и полезна для любых производств, использующих токарные и фрезерные станки с ЧПУ типа 2С42 и 2Р22.

The controller Д60 for CNC 2С42 and 2Р22

*S.A. Amosov, V.V. Balakin,
V.A. Zhuravlev*, E.L. Nekchanevich*

Budker Institute of Nuclear Physics, SB RAS
630090 Novosibirsk, Russia
* Novosibirsk State University, student

Abstract

The controller Д60 for machine tools with computer numerical control replacing microprocessor complete set МС1201.02 is described. The recommendations for installation and operation are given. The basic circuit and circuit of an arrangement of elements are resulted. The work is executed for modernization of CNC systems in experimental manufacture BINP SB RAS and is useful to any manufactures using turning and milling machine tools with CNC such as 2С42 and 2Р22.

©Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН

Контроллер Д60.2 для УЧПУ 2С42 и 2Р22

Руководство по эксплуатации

Одноплатный контроллер Д60.2 предназначен для замены в УЧПУ фрезерных станков 2С42-65 и -61 и УЧПУ токарного станка 2Р22 комплекта микропрограммного управления, выполненного на базе одноплатной микроЭВМ Электроника МС1201.02. Контроллер выполнен на базе микропроцессора 1801ВМ2 с использованием программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) фирмы Altera. В качестве ОЗУ применены микросхемы статической CMOS-памяти типа 62256L, что позволяет обеспечить длительное хранение содержимого ОЗУ при выключении питания, для чего на плате установлена литиевая 3-вольтовая батарейка. Микросхемы ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием типа 27С512 установлены в панельках, чтобы обеспечить возможность быстрой замены программного обеспечения. На плате размещены тумблеры СБРОС и ОСТАНОВ, индикаторы работы программы (зеленый) и включения таймера (красный) и переключки Т, РС, М для выбора режима работы. В контроллере Д60.2 область адресов начального загрузчика (НЗ) 173000...173776 расположена в ОЗУ (а не в ПЗУ, как в контроллере Д60). Тем самым становится возможным более оперативная смена содержимого блока уставок. Естественно, что при первом включении (или после замены батарейки) эта информация должна быть записана с пульта, можно также сохранить эту информацию в свободном месте ПЗУ для последующей перезаписи или сравнения.

Кроме собственно платы микроЭВМ в УЧПУ 2С42-65 контроллер заменяет ЗУ с автономным питанием (1 плата SB-935 на 8 Кбайт), программное ПЗУ (3 платы SB-978 по 16 Кбайт), страничное ОЗУ (1 плата SB-067 на 32 Кбайта) и плату согласователя канала SB-473 из конструктива микроЭВМ, а также плату таймера SB-445, плату расширителя канала SB-075, плату уставок SB-454 и плату формирователей служебных сигналов со схемой аварийного останова SB-086 из конструктива УЧПУ. Таким образом, высвобождается 11 плат и корзина микроЭВМ вместе с источниками питания. Все это позволяет значительно повысить надежность работы УЧПУ, упростить обслуживание и ремонт.

Контроллер устанавливается в конструктив УЧПУ. На плате, как правило, устанавливается ПЗУ на 128 Кбайт, что позволяет иметь

набор тестовых программ. Можно также записать два варианта программного обеспечения или резервный дубль и выбирать необходимую половину ПЗУ подключением (перемычкой JP3) 1-х контактов ПЗУ на шину "0", или на +5V. Подключение этих контактов к выводу А16 ПЛИС обеспечивает программный доступ ко всем банкам ПЗУ.

Подключение перемычками (JP4) А12 и А14 контактов 23 и 26 колодки ПЗУ на +5V позволяет применить для наладки платы ПЗУ типа 573РФ2 или 573РФ4. При снятой перемычке М (М=1) распределение банков определяется перемычкой РС (тип 2С42 - перемычка снята, тип 2Р22 - установлена).

<u>Тип 2С42</u> М=1, РС=1		<u>Тип 2Р22</u> М=1, РС=0	
ОЗУ		ОЗУ	
СЗУ В7.1---->В7.1		СЗУ В7.1---->В7.1	
НЗ В7.1---->В7.1		НЗ В7.1---->В7.1	
ПЗУ Т/В7.0---->В7.0		ПЗУ Т/В7.0---->В7.0	
*В17<-----В6С17		*В17<-----В6С17	
*.....		*.....	
*В04<-----В6С4		*В04<-----В6С4	
*В07<-----В6С3		*В07<-----В6С3	
В06<-----В6С2		*В06<-----В6С2	
В05<-----В6С1 *В6		*В05<-----В6С1	
В6С0---->В5		В01<-----В6С0	
В04<-----В5		В04<-----В5	
В03<-----В4		В03<-----В4	
В02<-----В3		В02<-----В3 *В6	
В01<-----В2		**В05<-----В2 *В5	
В1с3---->В4		В1с3---->В4	
В1с2---->В3		В1с2---->В3	
В1с1---->В2		В1с1---->В2	
В1с0---->В1		В1с0---->В1	
В0----->В0		В0----->В0	
В0.0<----В0.0 ТЗУ		В0.0<----В0.0 ТЗУ	

- НЗ - начальный загр. 173000...173776
- СЗУ - системное ЗУ 177600...177676
- Т/В7.0 - теневое ЗУ 160000...167776
- ТЗУ - теневое ПЗУ
- Вп - номер банка
- Сп - номер страницы ПЗУ в регистре 177770
- сп - номер страницы ОЗУ в регистре 177772
- * - программой УЧПУ банк не используется

** - в УЧПУ 2Р22 версии 036 не используется
=0 - переключатель установлена, =1 - переключатель снята

Установка переключки М (М=0) приводит к такой организации ЗУ, при которой доступны 7 банков ЗУ и все 16 банков ПЗУ (при записи номера страницы с 01 до 17₈ в регистр адреса ПЗУ 177770₈ и записью "1" в регистр адреса страничного ЗУ 177772₈ для чтения банка 00), при этом переключка РС определяет расположение области адресов НЗ: РС снята – в ОЗУ (или ПЗУ для Д60), установлена – в области внешних устройств.

```

M=0, PC=0/1
                                ОЗУ
СЗУ В7.1----->В7.1
НЗ В7.1----->В7.1/ВУ (PC=1/0)
ПЗУ Т/В7.0----->В7.0
В17<-----В6С17
.....
В03<-----В6С03
В02<-----В6С02
В01<-----В6С01
В00<-----В6С00с1
        В6С00с0--->В6
        В5----->В5
        В4----->В4
        В3----->В3
        В2----->В2
        В1с3----->В1
        В1с2----->В1
        В1с1----->В1
        В1с0----->В1
        В0----->В0
В0.0<-----В0.0 ТЗУ

```

В7.1/ВУ - обращение к ОЗУ/ВУ (PC=1/0)

Два ключа на плате предназначены для выдачи сигналов магистрали СБРОС(S1) и ОСТАНОВ(S2). Рабочее состояние ключей на плате установленной в магистраль ЧПУ – нижнее, а соответствующие сигналы выдаются при переводе их в верхнее положение. Контакты выключателя СБРОС дублируются двухштырьковым разъемом для подключения кнопки "СБРОС" на пульте станка. По этой же цепи подается сигнал АВАРИЙНЫЙ СБРОС, если при включенном таймере происходит случайный останов процессора.

Процедуры включения, пуска, останова, система команд, системный канал соответствуют прототипу (микроЭВМ МС1201.02) и в этом документе не описываются. В отличие от прототипа в контроллере Д60 реализован единственный режим начального пуска при включении питания, который используется также в УЧПУ: выход на ячейку с адресом 173000. Пультровой режим включается тумблером ОСТАНОВ или командой HALT. Команды пультсового режима также, в основном, соответствуют командам прототипа, однако, есть дополнения. Команда пультсового терминала выводит на экран список начальных загрузчиков, реализованных в области теневого ПЗУ. В частности, набрав **PR<CR>**, можно выполнить загрузку с адреса фотоввода – 177550 (аналогично действует команда пультсового терминала **177550L**). Команда **LX<CR>** выполняет аналогичную процедуру для интерфейса линии связи с адресом 177000. Как правило, эти возможности пультсового режима в составе УЧПУ не используются, но полезны при стендовой отладке.

Программное обеспечение УЧПУ обычно выполняет тестирование содержимого памяти и некоторых внешних устройств при старте программы. Применение элементов с большой степенью интеграции только от надежных производителей; программирование ПЗУ на промышленном программаторе, обеспечивающем алгоритм тестирования/верификации, рекомендованный производителем ПЗУ; одноплатная конструкция контроллера - все это обеспечивает надежность, многократно превышающую надежность прототипа. Никакой дополнительной диагностики не требуется, критерий работоспособности – исполнение программы УЧПУ. Тестирование специального оборудования может выполняться с использованием штатного (из комплекта УЧПУ) тестового программного обеспечения, загружаемого по каналу фотоввода, или доработанного таким образом, чтобы его можно было записать в свободные банки ПЗУ и загружать непосредственно из ПЗУ. При производстве микроконтроллеров на стенде выполняется проверка памяти и команд расширенной арифметики штатными тестами из комплекта микроЭВМ Электроники-60 под управлением операционной системы RT-11 (при установленной перемычке M).

При первом включении Д60 или после замены батарейки следует переписать из ПЗУ в область адресов НЗ, коды уставок, программу запуска тестов и программу очистки памяти, записав и запустив (при установленной перемычке М) командой **0G** следующую программу:

```
000000/ 000403      ;переход на адрес 000010
000002/ 000000
000004/ 173770      ;адрес программы очистки памяти
000006/ 000240
000010/ 012706      ;запись адреса 600 в R6
000012/ 000600
000014/ 005237      ;запись «1» в регистр 177772
000016/ 177772
000020/ 012700      ;запись адреса 154000 в R0
000022/ 154000
000024/ 012701      ;запись адреса 174000 в R1
000026/ 174000
000030/ 014041      ;передача кода из ПЗУ в ОЗУ
000032/ 000776      ;возврат
```

По окончании переписи области НЗ выполняется очистка оперативной памяти (за исключением страничной). В области НЗ доступны все адреса. В первые 8 слов обычно записывается информация блока уставок, по адресам 173140...173214 хранится программа запуска внутренних тестов, а по адресам 173770...173776 – программа очистки ЗУ. Эти коды хранятся в ПЗУ по адресам 153000...153776.

Чтобы обнулить не всю память, надо предварительно записать по адресу 173772 конечный адрес, увеличенный на 2.

Набор некоторых тестов хранится в ПЗУ в банках 10_8 и 11_8 :

1. Тест памяти банк 10_8
2. Тест блока умножения банк 11_8
3. Тест БОСИ банк 11_8
4. Тест блока связи с датчиками банк 11_8
5. Тест логики клавиатуры банк 11_8
6. Тест преобразователя кодов банк 11_8
7. Тест пульта коррекции банк 11_8
8. Тест таймера банк 11_8

Для запуска теста в пультовом режиме набрать **173140G**. Если есть внешний таймер, то его следует отключить. На запрос **N ТЕС-ТА**: ввести цифру от 1 до 8. Вне УЧПУ выполняются тесты 1, 5 и 8.

Внимание! Для работы теста памяти необходимо установить перемычку М(JP2).

Замечания. Контроллер поставляется с тактовой частотой 5 МГц, стабилизированной кварцевым резонатором. При этом гарантируется дискретность работы встроенного таймера 100 кГц. Скорость исполнения основного набора команд несколько меньше, чем у МС1201.02. Зато скорость исполнения команд расширенной арифметики, исполняемых в теновом режиме, существенно выше – в полтора-два раза. Можно увеличить скорость работы контроллера вдвое, установив кварц на 10 мГц и заменив конденсатор генератора на конденсатор емкостью 560 пФ, однако не все микропроцессоры 1801ВМ2А стабильно работают на этой частоте. Чтобы скорость отработки таймера не изменилась, тактовый вход ПЛИС следует переключить переключкой С на выход микропроцессора CLCO.

Выпущенные контроллеры поставлялись ПЛИС трех модификаций: d2 – с областью НЗ, расположенной в ПЗУ, d3 - с областью НЗ в ОЗУ, а с декабря 2001г. d4 – с адресацией 2-го банка в ПЗУ для реализации 2Р22 вер.046 (2-й банк в УЧПУ 2Р22 вер.036 не использовался).

Программируемый таймер – аналог SB-445. Код записывается в регистр интервала (РИН) по адресу 177546, а биты управления - в регистр управления (РУТ) по адресу 177544. При записи "1" в 0-й бит РУТ (загорается красный светодиод) частота 100 кГц поступает на инкрементный счетчик (РСТ), исходное состояние которого не определено. При переполнении счетчика код из РИН переписывается в РСТ и таймер обрабатывает заданные интервалы. Если 6-й бит РУТ установлен в "1", при каждом переполнении РСТ возникает прерывание по вектору 100. Состояние РУТ контролируется чтением как по адресу 177544, так и по адресу 177546. При начальной установке и по сигналу СБРОС оба бита РУТ сбрасываются, но состояние РИН и РСТ не меняется. Установка переключки Т отключает программный таймер – адреса 177544 и 177546 свободны для использования внешним устройством. Схема таймера дополнена схемой АВАРИЙНОГО СБРОСА. При запущенном таймере отсутствие обращений со стороны процессора к оперативной памяти трактуется как зависание, при очередном срабатывании таймера выполняется аппаратный СБРОС, и контроллер вновь стартует с адреса 173000. При необходимости схему АВАРИЙНОГО СБРОСА можно отключить, сняв переключку S на выходе ИС DD3.4 (JP5).

Установка микроконтроллера Д60 в УЧПУ

При установке в УЧПУ 2С42-65-09 вначале отключить разъемы блока микроЭВМ (кроме разъема питания). Из конструктива УЧПУ вынуть плату таймера SB-445, плату уставок SB-454, формирователь служебных сигналов SB-086 и расширитель магистрали SB-075.

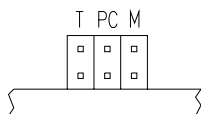
Микроконтроллер устанавливается на место расширителя магистрали. Необходимо в разъеме магистрали на месте таймера установить перемычку между контактами 33-34 или поставить на это место плату, использующую прерывания, или плату с перемычкой на этих контактах. Следует обнулить содержимое ОЗУ и записать служебную информацию. После проверки работоспособности можно удалить конструктив микроЭВМ вместе с источником питания, причем в разъеме питания следует закортить контакты блокировки по питанию. При установке в УЧПУ 2P22 действовать аналогично, причем в УЧПУ на базе микроЭВМ Электроника-60 возможно придется выполнить доработку блока SB-451, смонтировав в нем времязадающую цепочку, для чего в разрыв соединения между ИС В1 и С4 впаять диод КД521 (В1.6-катод-анод-С4.4), а между анодом диода и шиной Общ. – конденсатор емкостью 1500 пФ. В УЧПУ, выполненном на базе микроЭВМ МС1201.02 возможно придется удалить конденсатор С38 в блоке SB-059. Контроллер устанавливается в самую правую позицию магистрали, остальные блоки смещаются или перемещаются, причем в случае необходимости устанавливается или, наоборот, разрывается перемычка цепи предоставления прерываний между контактами 33 и 34.

Общие принципы замены микропроцессорного комплекта

Необходимо выполнить следующие действия:

1. С помощью технического описания УЧПУ, или специальным тестом, используя сервисное оборудование, или, пользуясь командами пультового терминала, установить распределение памяти, т.е. номера банков и страниц ОЗУ и программного ПЗУ.
2. Идентифицировать это распределение с одним из типов УЧПУ (2С42 или 2Р22), если распределение памяти отличается от указанных типов, то необходимо перепрограммировать ПЛИС.
3. Каким-либо доступным способом получить двоичный файл (или несколько файлов) содержимого ПЗУ с распределением по банкам и страницам.
4. Добавить в файл системную часть (нижняя половина 0-го банка, адреса ПЗУ 0000...07FF), содержимое блока уставок, программу запуска тестов и программу очистки ЗУ записать по адресам ПЗУ 0В00...0ВFF.
5. Добавить в свободное пространство ПЗУ тесты.
6. Разделить файл на два (младшие и старшие байты) и проинвертировать данные. Запрограммировать комплект ПЗУ.
7. Укомплектовать контроллер Д60 полученными ПЗУ, проверить его работу в составе устройства.

Приложение 1: Размещение перемычек



T=0 – таймер отключен

T=1 – таймер разрешен

M=0 – вся память доступна

PC=0 – обращение к НЗ в области ВУ

PC=1 – обращение к НЗ в ОЗУ

M=1 – распределение памяти УЧПУ

PC=0 – 2P22

PC=1 – 2C42

Примечание: =0 - перемычка установлена,
=1 - перемычка снята.

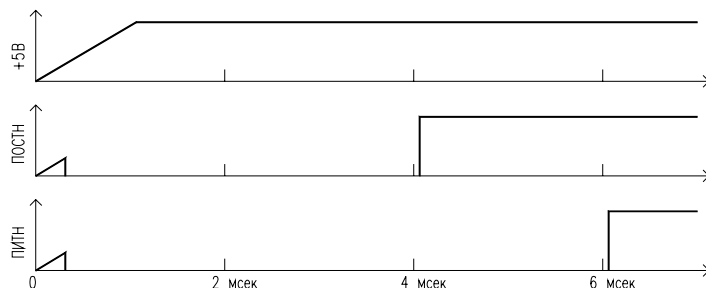
Приложение 2: Включение питания контроллера Д60

1. Проверить напряжение питания контроллера на контактах 27 и 27а. Должно быть $+5\pm 0,2В$.
2. Проверить осциллографом переходной процесс включения источника питания по номиналу +5В. Не должно быть выбросов больше +5,5В, провалов менее +4,5В. Длительность переходного процесса не должна превышать 2 мсек (лучше меньше).
3. Убедиться, что на магистрали Q-bus УЧПУ не осталось блоков, способных вырабатывать служебные сигналы магистрали, которые могут помешать корректному запуску (сигналы СБРОС, ОСТАНОВ, ПИТН, ПОСТН).
4. При отсутствии причин пп.1-2, способных привести к некорректному запуску, попробовать увеличить емкость электролитического конденсатора С2, размещенного между тумблерами ОСТАНОВ и СБРОС до 33-68 мкФ (обязательно с

соблюдением полярности). Можно для эксперимента просто вставить дополнительный конденсатор в соответствующие отверстия со стороны пайки.

5. В крайнем случае, можно вывести на пульт (как это сделано на некоторых УЧПУ) кнопку, замыкающую 2 контакта, расположенные на плате рядом с тумблером СБРОС.

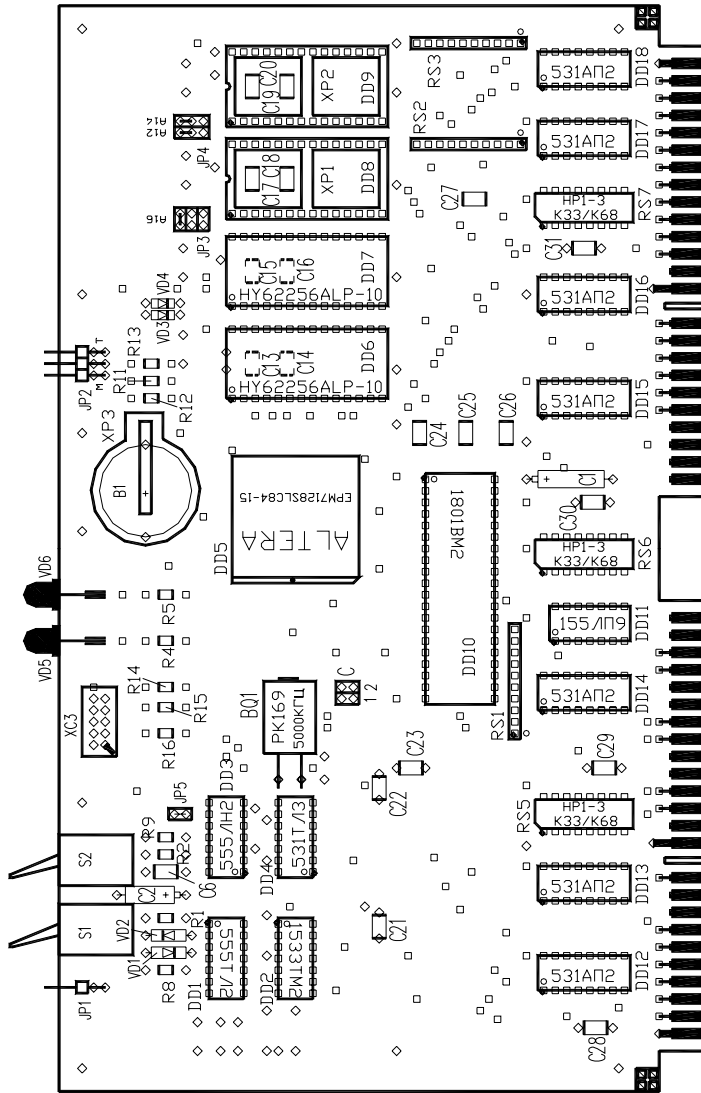
Временная диаграмма включения (с конденсатором 6,8 мкФ) выглядит примерно так:



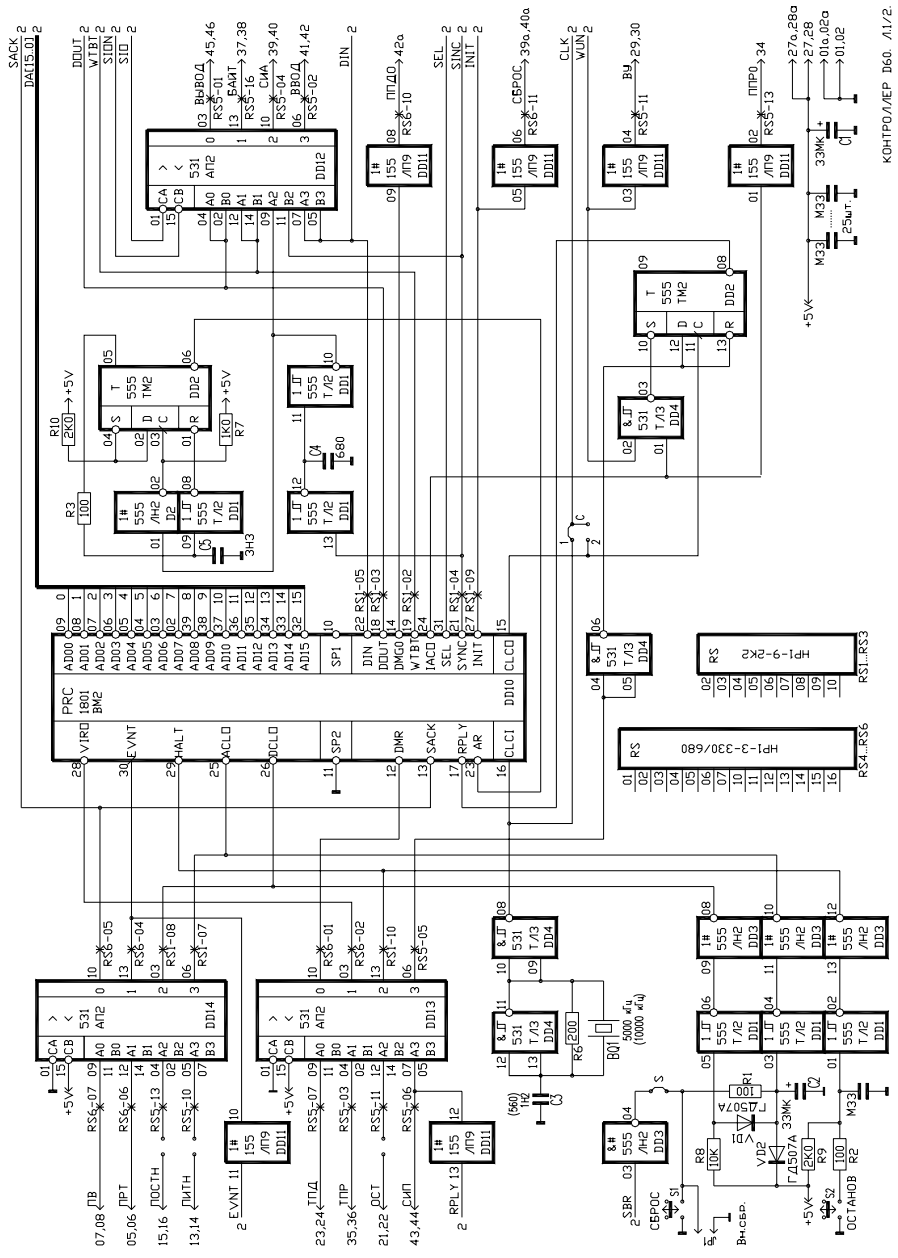
Возможны отдельные случаи первоначального некорректного включения. При повторном включении эффекты, как правило, не наблюдаются. Объяснение этому можно дать исходя из особенностей импульсных источников питания, которые требуют "разогрева" для беспроблемной работы.

Если в процессе эксплуатации возникли проблемы с начальным запуском, проверьте исправность диодов VD1, VD2, конденсатора C2 и номинал резистора R8 (см. ниже).

При совпадении "неблагоприятных факторов" (повышенное напряжение питания, низкая температура, увеличенное прямое падение напряжения на диоде VD1, отклонения номиналов резисторов R1 в плюс, а R8 в минус, повышенное выходное напряжение ключа микросхемы 555ЛН2, пониженный нулевой порог срабатывания триггера Шмитта в микросхеме 555ТЛ2, а также неудачное расположение планет) возможны задержки срабатывания аварийного сброса. Следует проверить величину резистора R8 и, если на Вашей плате стоит резистор 2 кОма, то заменить его на резистор 10 кОм, что увеличит также и задержки при включении.



Расположение элементов на плате контроллера Д60.2.



Доработка шаблона ПЗУ для УЧПУ 2P22 и 2C42

Добавление программы переписи содержимого ПЗУ в область начального загрузчика (НЗ).

Редактором **st010r.exe** программатора Sterh добавить в файлы-шаблоны (например, 2p22i0.512 и 2p22ih1.512 – инверсные) по адресам 0C00...0C0D следующие коды:

Адр.	2p22ih1 Ст. байт	2p22i10 Мл. байт	16-р. код (неинверт.)	Операция
0C00	EA	20	012737	173770 -> 4
0C01	08	07	173770	
0C02	FF	FB	000004	
0C03	EA	20	012737	240 -> 6
0C04	FF	5F	000240	
0C05	FF	F9	000006	
0C06	EA	39	012706	600 -> R6
0C07	FE	7F	000600	
0C08	EA	3F	012700	154000 -> R0
0C09	27	FF	154000	
0C0A	EA	3E	012701	174000 -> R1
0C0B	07	FF	174000	
0C0C	E7	DE	014041	-(R0) -> -(R1)
0C0D	FE	01	000776	

Доработанным загрузочным (инверсным) файлам присвоены имена:

r22036i0.512 (мл.байты), r22036i1.512 (ст.байты) – версия ПО 036.01
r22046i0.512 (мл.байты), r22046i1.512 (ст.байты) – версия ПО 046.01
и т.д.

Для загрузки области НЗ достаточно записать в пультовом режиме коды:

153774/ 005237
153776/ 177772

и запустить программу с адреса 153774.