

Трёхуровневая электронная система контроля доступа

Сергей Шишкин

В статье представлен вариант построения электронной трёхуровневой системы доступа на базе микроконтроллера семейства AVR. Подробно рассматривается работа отдельных составных частей системы.



Дополнительные материалы к статье вы можете скачать с нашего сайта по этой ссылке

Главная цель СКУД (систем контроля и управления доступом) – обеспечить безопасность и контроль доступа для персонала, работающего в организации, и посетителей.

СКУД могут выполнять следующие функции:

- предотвращение несанкционированного доступа персонала;
- интеграция новых комплексов оборудования в имеющиеся системы безопасности;
- управление реагированием на инциденты из единого диспетчерского центра;
- поиск и отслеживание сотрудника по биометрии, по лицу;
- контроль за соблюдением регламентов сотрудниками;
- ограничение доступа сотрудников на закрытые территории;
- предотвращение краж сотрудника и пр.

Конечно, на базе встраиваемых систем, программируемых логических контроллеров (ПЛК) или программируемых реле могут быть выполнены суперсовременные, сложные, многоуровневые СКУД. На рынке представлено много подобных систем «под ключ». Как правило, они очень дорогие, для их функционирования и поддержания работоспособного состояния требуется достаточно подготовленный и квалифицированный персонал, им

необходим текущий ремонт, сервисное обслуживание.

Рассмотрим локальную, недорогую 3-уровневую электронную систему доступа с несложным интерфейсом управления для небольших производственных линий, участков, научных лабораторий, складских помещений среднего размера (класса В) и пр., выполненную на базе микроконтроллера семейства AVR. Основные функции устройства:

- ограничение доступа сотрудников;
- доступ в заданные интервалы времени.

Структурная схема электронной 3-уровневой системы доступа (далее системы) приведена на рис. 1.

Основные составные части системы на структурной схеме: диспетчерский пункт А1, модуль электронного ключа А2, базовый блок А3, кодовый замок № 1 АВ1, кодовый замок № 2 АВ2. Всё вышеуказанное и есть элементы системы, которая ограничивает доступ персонала в помещение А4, где расположено производственное оборудование. Доступ может быть ограничен как к самому оборудованию, так и к её составным частям, машинам и механизмам. Модуль электронного ключа А2 выдаёт сигнал разрешения на работу базового блока А3. Сигнал разрешения на изменение эталонного кода в модуле электронного ключа

А2 поступает из диспетчерского пункта А1. Базовый блок – 4-канальный. Он задаёт временные ограничения в суточном режиме работы в формате: часы – минуты – секунды. Рабочий интервал определяется выданным нарядом на проведение работ и особенностями производственного процесса. Каналы № 1 и № 2 базового блока задают соответственно интервал работы кодовых замков № 1 и № 2. А каналы № 3 и № 4 непосредственно задают рабочий интервал, в котором разрешена работа производственного оборудования (машин и механизмов). Для нормального функционирования системы целесообразно наличие на каждом уровне портативной радиостанции для контроля и оперативной связи. Элементы из представленной системы могут быть «кубиками» для построения подобных систем с более разветвлённой архитектурой. Например, неограниченное количество базовых блоков может управляться с одного модуля электронного ключа.

Применительно к производству 3-й уровень доступа имеют рабочие, ремонтный персонал, инженеры-технологи, инженеры-конструкторы, осуществляющие техническое сопровождение изготовления изделия, и др. – все, кто задействован непосредственно в технологическом процессе на производственном участке.

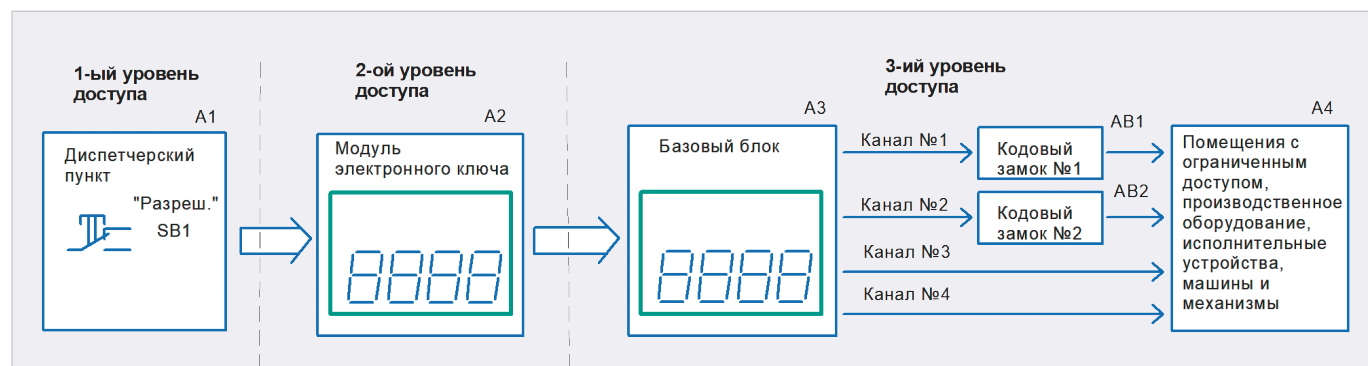


Рис. 1. Структурная схема электронной трёхуровневой системы доступа

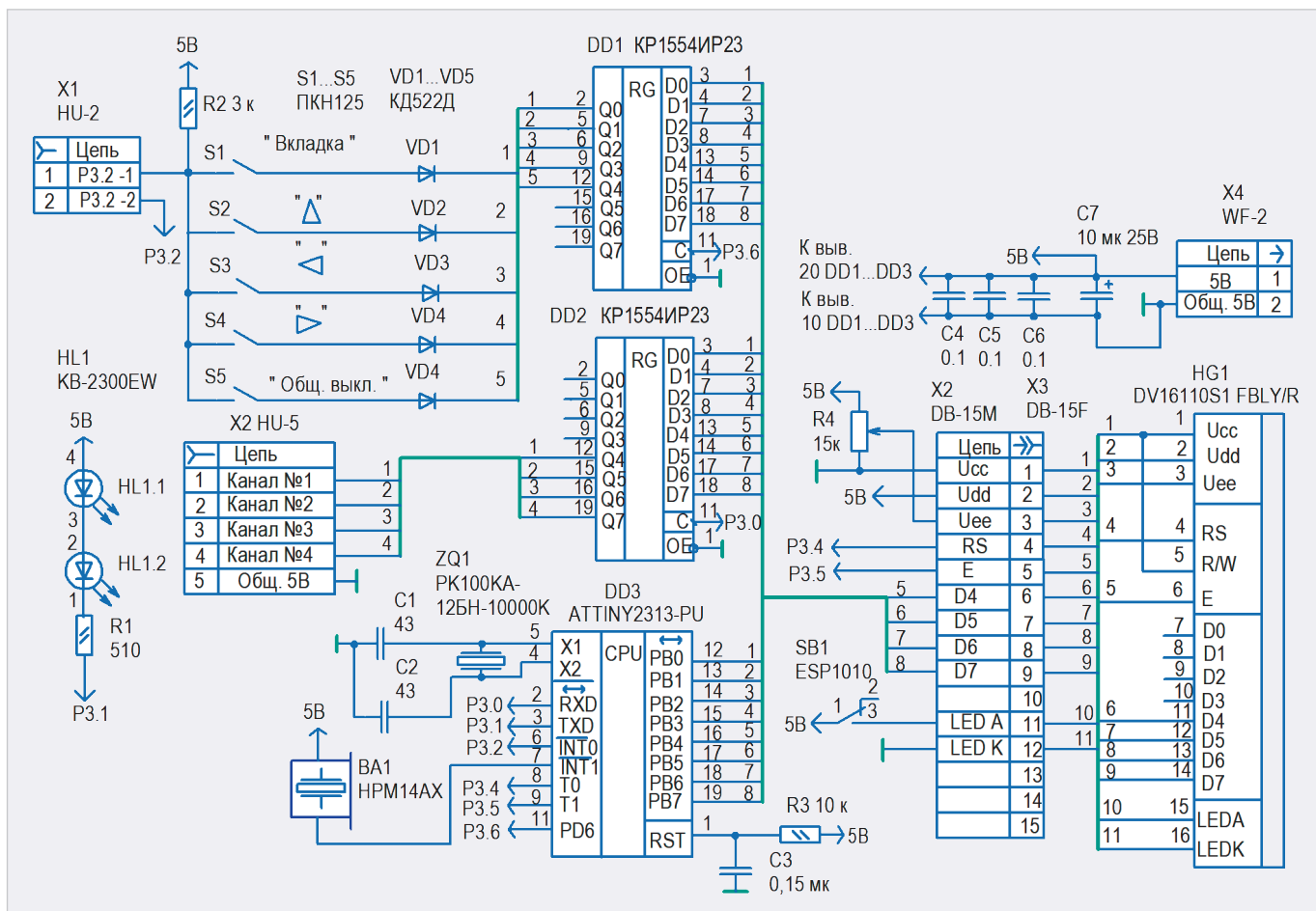


Рис. 2. Принципиальная схема базового блока

2-й уровень доступа имеют представители оперативного персонала, мастер, начальник смены, ответственные за проведение работ и пр. 1-й уровень доступа имеют сотрудники из числа административного или административно-технического персонала. Уровень доступа определяется руководством предприятия и прописывается в должностных инструкциях и других соответствующих документах, регламентирующих работу предприятия или лаборатории. Принципиальная схема базового блока (далее – блока) представлена на рис. 2.

Принципиальная схема модуля электронного ключа и диспетчерского пункта представлена на рис. 3.

Кодовые замки № 1 и № 2 – совершенно одинаковые. Принципиальная схема кодового замка № 1 приведена на рис. 4.

Рассмотрим принципиальную схему блока. Его основные элементы: микроконтроллер AVR ATtiny2313-20PU DD3 и двухстрочный жидкокристаллический индикатор DV-16232 FBLy-H/R HG1. Рабочая частота микроконтроллера DD3 задаётся генератором с внеш-

ним резонатором ZQ1 на 10 МГц. Пьезоэлектрический излучатель BA1 включается с вывода 7 микроконтроллера DD3. Сигнал с выхода 3 микроконтроллера DD3 через резистор R1 периодически, с периодом 1 с, включает световую полосу HL1. С порта PB микроконтроллер DD3 управляет ЖК-индикатором HG1 и клавиатурой (кнопки S1...S5) через регистр DD1. Для функционирования клавиатуры также задействован вывод 6 микроконтроллера DD3. Сигнал с любой нажатой кнопки S1–S5 поступит на вывод 6 микроконтроллера DD при условии, что цепь в соединителе X1 между контактами 1 и 2 замкнута. Резистор R1 – токоограничительный, для световой полосы HL1. Состояние выходных сигналов блока определяет регистр DD2. Питательное напряжение поступает на блок с соединителя X4. Конденсаторы C4...C6 фильтруют пульсации в цепи питания 5 В.

В блоке предусмотрены следующие функции:

- счёт реального времени, индикация текущего времени в 24-часовом формате в режиме часы–минуты–секунды;

- установка текущего времени и его корректировка;
- управление нагрузками по 4 независимым каналам (каналы № 1–4);
- установка трёх интервалов времени (интервалы № 1–3), в которых нагрузки, подключённые к каналам № 1–4, управляются в соответствии с заранее запрограммированным алгоритмом.

В интерфейс блока входит клавиатура (кнопки S1...S5), световая полоса HL1 и ЖК-индикатор HG1. Имеются два режима работы: рабочий и конфигурирования. Сразу после подачи питания блок переходит в режим конфигурирования. В обоих режимах на дисплее HG1 можно поочерёдно открыть три вкладки: «интервал 1», «интервал 2», «интервал 3».

Выходные сигналы каналов № 1–4 – это соответственно выходы 12, 15, 16, 19 регистра DD2.

При инициализации в них загружается лог. 1. Далее пользователь сам устанавливает нужную конфигурацию. Данные сигналы могут быть задействованы для управления кодовыми замками, составными частями электроустановок, машин и т.д.,

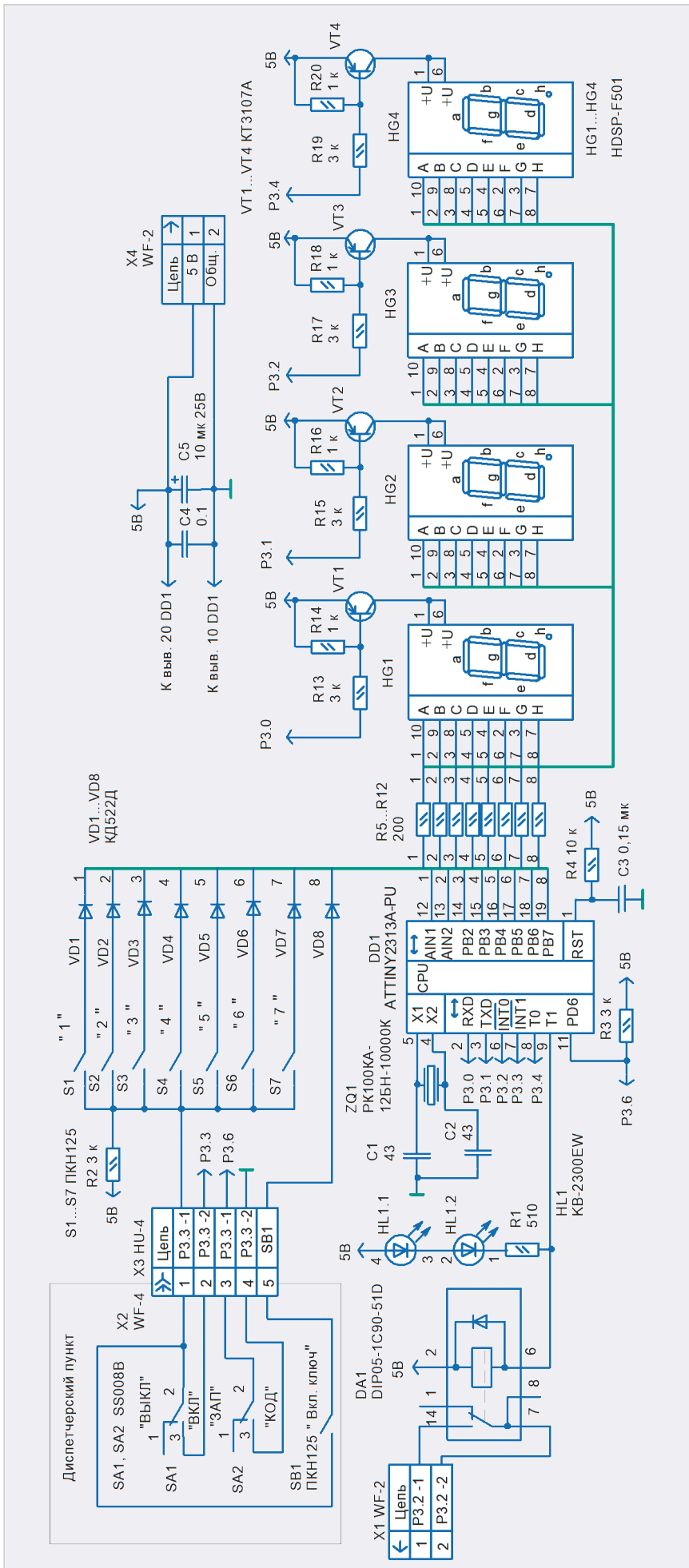


Рис. 3. Принципиальная схема модуля электронного ключа и диспетчерского пункта

в которых ограничение доступа может быть осуществлено как по цепям питания, так и по цепям управления.

Границы интервалов № 1–3 программируются в рамках 24-часового формата. Окончание предыдущего интервала является началом следующего. Проще говоря, в блоке в течение суток можно запрограммировать 3 будильника, в момент срабатывания которых включаются (или выключаются) четыре нагрузки, подключённые к нему. Тем самым осуществляется ограничение доступа во времени.

Время включения каждого будильника может быть установлено любым, в 24-часовом формате в режиме часы-минуты. То есть можно в данном формате установить любое время каждого будильника или границы трёх интервалов. Например, интервал № 1 – 00:00–06:00; интервал № 2 – 06:00–12:00; интервал № 3 – 12:00–24:00. На дисплее ЖК-индикатора **HG1** можно одновременно наблюдать текущее время и границы одного из трёх интервалов (начало интервала и его окончание), а также состояние четырёх нагрузок (лог. 1 или лог. 0) в данном интервале. Если текущее время совпало с началом какого-либо интервала – на 60 с включается звуковая сигнализация с частотой повторения 2 Гц, и в регистр **DD2** загружается байт управления нагрузками для данного интервала времени. Сразу после подачи питания на блок на выводе 1 микроконтроллера **DD3** через RC-цепь (резистор **R3**, конденсатор **C3**) формируется сигнал его аппаратного сброса. Далее идёт инициализация программы, в которой настраивается индикатор **HG1**. При этом происходит очистка его буфера, разрешается отображение курсора. В регистр **DD2** записываются сигналы уровня лог. 1 (нагрузки выкл.). Интерфейс управления блока после инициализации индикатора **HG1** приведён на рис. 5.

Управление осуществляется с помощью клавиатуры, кнопки которой (по схеме **S1...S5**) имеют следующее назначение:

- **S1 (B)** – выбор вкладки устройства в замкнутом цикле («интервал 1», «интервал 2», «интервал 3»), после подачи питания устройство сразу переходит на вкладку «интервал 1», каждое нажатие данной кнопки переводит устройство на следующую вкладку, за вкладкой «интервал 3» следует «интервал 1»;

- S2 (▲) – увеличение на единицу (инкремент) значения каждого разряда при установке текущего времени часов и границ временных интервалов, а также принудительное выключение звукового и светового сигнала в начале каждого интервала. Инкремент происходит в разрядах временных значений. В разрядах отображения состояния нагрузок при нажатии данной кнопки происходит инвертирование состояния (было «1», стало «0», и наоборот);
- S3 (◀) – выбор разряда – при установке значений во всех вышеуказанных режимах у выбранного разряда устанавливается курсор, при каждом нажатии на данную кнопку курсор сдвигается справа налево на один разряд;
- S4 (▶) – выбор разряда – при установке значений во всех вышеуказанных режимах у выбранного разряда устанавливается курсор, при каждом нажатии на данную кнопку курсор сдвигается слева направо на один разряд;
- S (Общ. выкл) – экстренное выключение всех нагрузок, подключённых к устройству, установка выходных сигналов уровня лог. 1 во всех каналах.

В каждой строке ЖК-индикатора HG1 отображается 16 символов. Разряды дисплея индикатора HG1 имеют следующее назначение (слева направо по рис. 5). Номера разрядов на рис. 5 сверху условно отмечены цифрами с 1 по 16, которые не отображаются в ЖК-индикаторе.

- Первая строка:
- 1 разряд отображает «десятки часов» текущего времени;
 - 2 разряд отображает «единицы часов» текущего времени;
 - 3 и 6 разряды отображают символ «:» с периодом включения 1 с во всех режимах, во время корректировки или установки текущего времени символ «:» включён постоянно;
 - 4 разряд отображает «десятки минут» текущего времени;
 - 5 разряд отображает «единицы минут» текущего времени;
 - 7 разряд отображает «десятки секунд» текущего времени;
 - 8 разряд отображает «единицы секунд» текущего времени;
 - 9, 10, 11, 12 разряды отображают пробел (space);
 - 13...16 разряды отображают состояние нагрузок в каналах № 1–4 в текущем выбранном режиме работы;

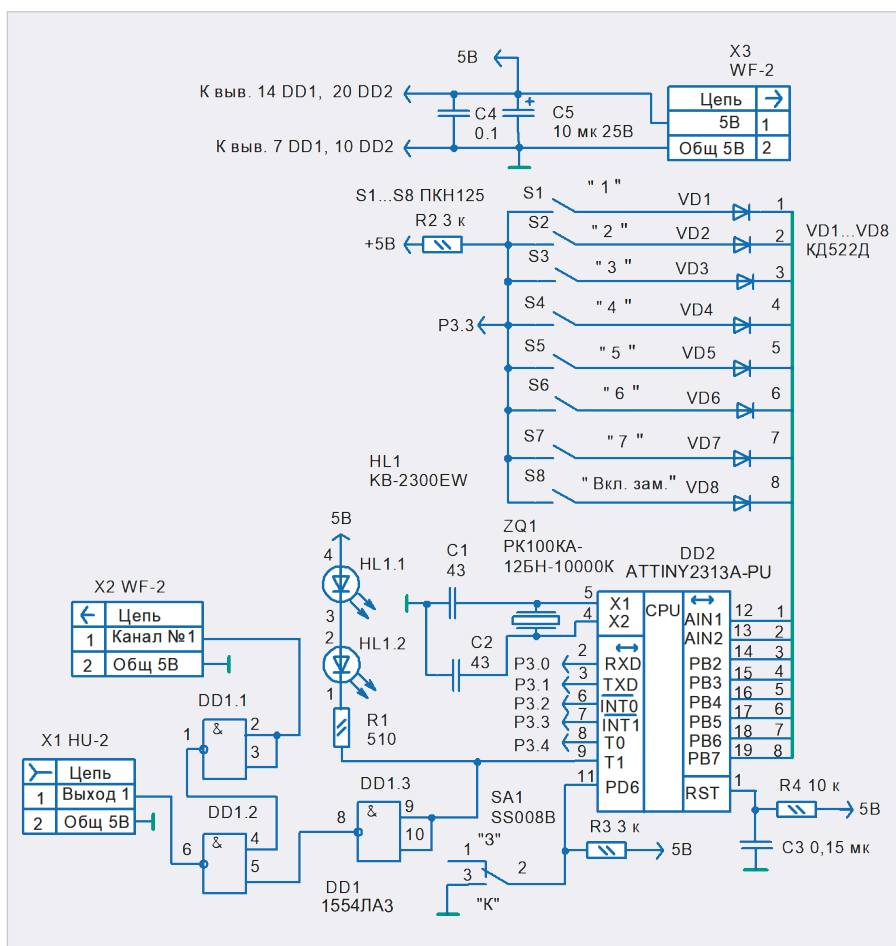


Рис. 4. Принципиальная схема кодового замка № 1

13 разряд – состояние нагрузки, подключённой к каналу № 1, и т.д.

- Вторая строка:
- 1 разряд отображает открытую вкладку, если открыта вкладка «интервал 1», в данном разряде индицируется «1», открыта вкладка «интервал 2» – «2»; открыта вкладка «интервал 3» – «3»;
 - 2 разряд отображает пробел (space);
 - 3...7 разряды отображают в часах-минутах (через символ «:») начало интервала в отображаемом режиме работы устройства;
 - 8 разряд отображает пробел (space);
 - 9...13 разряды отображают в часах-минутах (через символ «:») конец интервала в отображаемом режиме работы устройства;
 - 14 разряд отображает пробел (space);
 - 15 разряд отображает флаг RAZ, (1 – режим конфигурирования, 0 – рабочий режим).
 - 16 разряд отображает курсор (во всех вкладках сразу после подачи напряжения питания).
- После подачи питания на индикаторе HG1 отображается вкладка «интервал 1» (в первом разряде второй строки дисплея индицируется

«1»). Только в данной вкладке устанавливается или корректируется текущее время. Для этого необходимо кнопками S3 или S4 подвести курсор к изменяемым разрядам текущего времени и кнопкой S2 изменить значение разряда. Для установки начального и конечного значений интервалов необходимо проделать аналогичные операции. Текущее время и флаг RAZ отображается во всех вкладках. Для программирования подключаемых нагрузок необходимо подвести курсор к нужному разряду и кнопкой S2 изменить его значение. Каждое нажатие кнопки S2 в данном случае инвертирует предыдущее состояние разряда было «0» – будет «1», и наоборот. Для перехода в рабочий режим флаг RAZ (отображаемый в 15 разряде второй строки на дисплее индикатора) необходимо установить в ноль. При этом установленные сигналы (лог. 0 или лог. 1) в разрядах 13–16 будут выведены в регистр DD2. В каждой вкладке в разрядах 13–16 можно установить любую комбинацию.

Изменить флаг RAZ можно только на вкладке «интервал 1». Границы

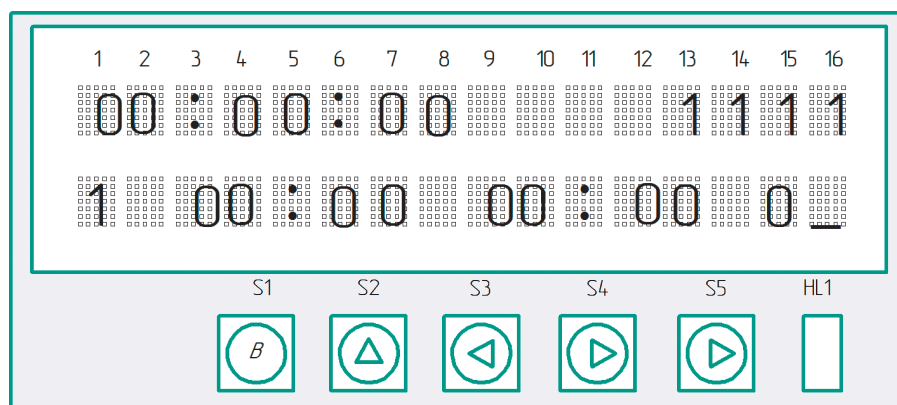


Рис. 5. Интерфейс управления блока после инициализации индикатора HG1

интервалов на других вкладках можно перепрограммировать.

В памяти данных микроконтроллера DD3 с адреса \$2 по \$F организован буфер отображения для вывода информации на индикатор HG1. Адресное пространство памяти данных контроллера разбито на следующие функциональные группы:

- \$2...\$7 – адреса, где хранится текущее время в минутах и в секундах (регистры R2...R7). Эти адреса выводятся на индикатор во всех режимах;
- \$80...\$83 – адреса, где хранится в часах и в минутах начало первого интервала (или окончание третьего интервала). Эти адреса выводятся на индикатор на вкладках «интервал 1», «интервал 3»;
- \$84...\$87 – адреса, где хранится в часах и в минутах начало второго интервала. Эти адреса выводятся на индикатор на вкладках «интервал 1», «интервал 2»;
- \$88...\$8B – адреса, где хранится в часах и в минутах начало третьего интервала. Эти адреса выводятся на индикатор на вкладках «интервал 2», «интервал 3». На рисунке 6 приведена фотография макета блока базового.

На рис. 6 на индикаторе HG1 отображается следующая информация. Блок находится в режиме конфигурирования (RAZ установлен в 1). Открыта вкладка «интервал 1». Установлено следующее текущее время: десять часов, пятьдесят одна минута, тридцать четыре секунды. Границы интервала № 1 выставлены от нуля часов нуля минут до восьми часов нуля минут. В данном интервале будут включены нагрузки № 2 и № 4.

В базовом блоке применены резисторы C2-33H-0.125, подойдут любые другие с такой же мощностью рас-

сеивания и погрешностью 5%. Резистор R4 типа СП5-2ВА. Конденсаторы C7 типа К50-35. Остальные конденсаторы типа К10-17. Базовый блок не требует никаких настроек и регулировок, кроме регулировки контрастности индикатора HG1 переменным резистором R4. Движком переменного резистора R4 выставляется приемлемый контраст изображения индикатора HG1.

Клавиатура блока не сможет функционировать, если не замкнуты контакты 1 и 2 соединителя X1. Данный соединитель подключается к соединителю X1 модуля электронного ключа (далее – ключа).

Вышеуказанные контакты замыкаются при включении ключа. Рассмотрим его работу (рис. 3).

Интерфейс ключа включает в себя: индикацию (дисплей) из цифровых семисегментных индикаторов HG1–HG4, клавиатуру – кнопки S1–S7. Кнопки S1–S7 обозначены цифрами от «1» до «7». Данные кнопки задают код ввода. На 4-разрядном дисплее отображается вводимый код. Ключ включён, если вводимый код совпал с эталонным. При этом включается реле DA1 и замыкаются контакты 1 и 2 в соединителе X1. Работа ключа задаётся с диспетчерского пункта тумблерами SA1, SA2 и кнопкой SB1. Они имеют следующее назначение:

- SA1 – подключает клавиатуру (кнопки S1–S8) к микроконтроллеру DD1 ключа;
- SA2 – задаёт режимы работы ключа. Их два: рабочий и записи эталонного кода;
- SB1 – однократное нажатие на данную кнопку включает/выключает ключ.

При включённом ключе в первом разряде (индикатор HG4) загорается точка h. То есть ключ можно вклю-

чить либо набрав правильный код, либо нажав кнопку SB1 в диспетчерском пункте.

Пусть тумблер SA1 находится в положении «ВКЛ», а тумблер SA2 в положении «КОД». Сразу после подачи питания на дисплее индицируется число 0000. Микроконтроллер DD1 ждёт ввода четырёхразрядного кода. Вводимый с клавиатуры код микроконтроллер индицирует на дисплее и записывает в ОЗУ. После ввода пятого разряда кода (после ввода четвёртого разряда нужно нажать любую кнопку из S1–S7) микроконтроллер побайтно сравнивает его с четырёхразрядным кодом, записанным в EEPROM-памяти (эталонным кодом). Если в рабочем режиме вводимый код совпал с эталонным кодом, то микроконтроллер на тридцать секунд подаёт сигнал на включение реле DA1. Данное реле замыкает контакты 1 и 2 в соединителе X1. Через тридцать секунд микроконтроллер DD1 выключает реле DA1 и обнуляет дисплей. Если вводимый код не совпал с эталонным кодом, то микроконтроллер не включит реле DA1 и после ввода четвёртого разряда четырёхразрядного кода сразу обнуляет дисплей (на дисплее индицируется число 0000).

В режиме записи эталонного кода тумблер SA2 в диспетчерском пункте находится в положении «ЗАП». При этом во втором разряде (индикатор HG3) загорается точка h. Вводимый с клавиатуры код микроконтроллер индицирует на дисплее и записывает в ОЗУ. После ввода четырёхразрядного кода необходимо нажать любую кнопку из S1–S7. При этом код, индицируемый на дисплее, запишется в EEPROM-память микроконтроллера. После записи на дисплее индицируются нули.

Рассмотрим основные функциональные узлы ключа. Рабочая частота микроконтроллера DD1 задаётся генератором с внешним резонатором ZQ1 на 10 000 МГц. Порт PD микроконтроллера DD1 управляет динамической индикацией. Динамическая индикация собрана на транзисторах VT1–VT4, цифровых, семисегментных индикаторах HG1–HG4. Резисторы R4–R11 – токоограничительные для сегментов индикаторов HG1–HG4. Коды для включения вышеуказанных индикаторов при функционировании динамической индикации поступают в порт PB микроконтрол-

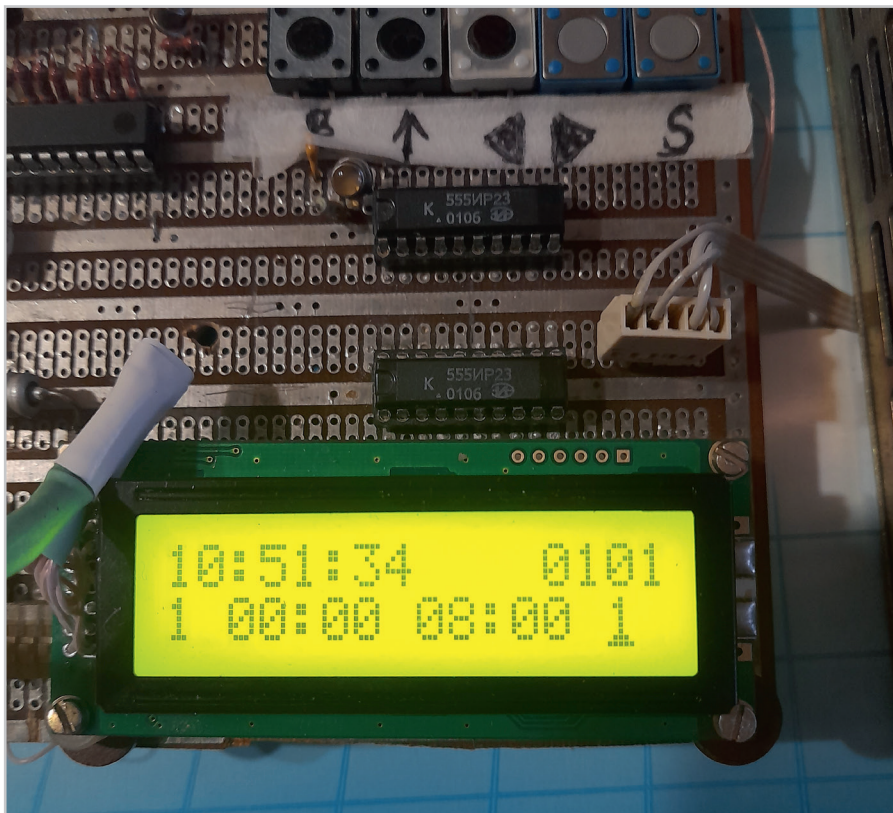


Рис. 6. Фотография макета блока базового

лера DD1. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 7 (PD3) микроконтроллера DD1. Сразу после подачи питания на выводе 1 микроконтроллера DD1 через RC-цепь (резистор R4, конденсатор C3) формируется сигнал системного аппаратного сброса для микроконтроллера DD1. На дисплее индицируется код 0000. Питающее напряжение 5 В поступает на устройство с соединителя X4.

В ОЗУ микроконтроллера с адреса \$60 по адрес \$64 организован буфер отображения для динамической индикации. (RAM = \$60 – начальный адрес буфера отображения.) Флаги, задействованные в программе, находятся в регистрах R19 (f0) и R25 (f01). Эталонный код хранится в EEPROM-памяти программ микроконтроллера. Она организована как отдельное адресное пространство для хранения данных, в котором каждый байт может быть отдельно прочитан или записан. Память EEPROM допускает не менее 100 000 циклов записи/стирания. Регистры, используемые для работы с EEPROM: регистр адреса – EEAR; регистр данных – EEDR; регистр управления – EECR. Разработанная программа на ассемблере занимает порядка 0,8 Кбайт памяти программ микроконтроллера. Применены резисторы типа С2-33Н, подойдут любые другие

с такой же мощностью рассеивания и погрешностью 5%. Конденсаторы C1...C4 типа K10-17, C5 – типа K50-35.

Для ограничения доступа в системе реализовано последовательное блокирование клавиатуры в его составных частях. Тумблер SA1 в диспетчерском пункте блокирует клавиатуру в модуле электронного ключа. А модуль электронного ключа – это фактически кодовый замок, который блокирует клавиатуру в базовом блоке.

Рассмотрим алгоритм работы кодового замка № 1 (рис. 4). Его интерфейс включает в себя: клавиатуру – кнопки S1–S8 и переключатель SA1. Кнопки S1–S7 обозначены цифрами от «1» до «7». Данные кнопки определяют код ввода. Алгоритм работы кодового замка совершенно идентичен алгоритму работы ключа. Только выходной сигнал кодового замка (лог. «0» на выходе 8 DD2) активируется на 5 с. В аппаратной части кодового замка отсутствуют семисегментные индикаторы.

Так же, как и в модуле электронного ключа, предусмотрено два режима работы: рабочий и записи кода. Режим работы задаётся переключателем SA1. В рабочем режиме (SA1 в положении «К») сразу после подачи питания микроконтроллер DD2 «ждёт» ввода четырёхразрядного кода (младшие четыре раз-

ряда) микроконтроллер записывает в ОЗУ и сравнивает его с эталонным кодом, записанным в EEPROM-памяти микроконтроллера. Если в рабочем режиме вводимый код совпал с эталонным кодом, то микроконтроллер на пять секунд подаёт сигнал на включение механизма открывания замка. Через пять секунд микроконтроллер DD2 выключает механизм открывания замка. Если необходимо подать постоянный сигнал на включение механизма открывания замка (отпирается), то необходимо нажать на кнопку S8. Если необходимо закрыть замок, то снова нужно нажать на S8.

В режиме записи переключатель SA1 должен быть в положении «3». После перевода переключателя SA1 в данное положение вводимый с клавиатуры код микроконтроллер записывает в своё ОЗУ. После ввода четырёхразрядного кода необходимо нажать любую кнопку из S1...S7. При этом код запишется в EEPROM-память микроконтроллера. Понятно, что доступ к переключателю SA1 и кнопке S8 должен быть ограничен. Время работы кодового замка № 1 определяется каналом № 1 базового блока. Сигнал «Канал № 1» поступает на схему кодового замка через соединитель X2 (рис. 4). Выходной сигнал кодового замка № 1 поступает на соединитель X1.

В алгоритме работы всей системы в целом можно выделить следующие режимы работ.

- Режим конфигурирования. В данном режиме происходит запись эталонных кодов в модуль электронного ключа и кодовых замков № 1 и № 2. А также задание необходимых параметров в базовом блоке.
- Рабочий режим. Работа по заданному алгоритму. Допускается перепрограммирование параметров базового блока, минуя модуль электронного ключа (минуя 2-й уровень). Для этого необходимо нажать на кнопку SB1 в диспетчерском пункте. Проконтролировать после этого включение световой полосы HL1 в модуле электронного ключа (контроль деблокировки клавиатуры базового блока) и задать новые параметры в базовом блоке.

Представленные устройства не требуют никакой настройки и наладки. При правильном монтаже они начинают работать сразу после подачи на них напряжения питания.

