Внимание!!! В наборе могут быть элементы, отличающиеся по маркировке либо номиналам от указанных в списке, на плате или в схеме в допустимых пределах, не влияющих на работоспособность изделия.

Список компонентов:

1.	ATMEGA328P / TQFP-32	1 шт.
2.	LCD NOKIA5110	1 шт.
3.	Micro SD card 512Mb	1 шт.
4.	Держатель microSD	1 шт.
5.	Движковый переключатель	1 шт.
6.	Штырь на плату 1x2	1 шт.
7.	Штырь на плату 2x3	1 шт.
8.	Кнопка	4 шт.
9.	Резистор 1206 1К	1упак.
10.	Резистор 1206 22 Ом	1упак.
11.	Резистор 1206 330 Ом	1упак.
12.	Конденсатор 0805 100nF	1упак.
13.	Конденсатор 22uF 10V	1 шт.
14.	Стабилитрон 3.3В	1 шт.
15.	PCB	1 шт.

K-144 (44138)

Автономный программатор AVR микроконтроллеров с micro SD картой памяти и экраном

Набор для сборки программатора AVR микроконтроллеров uProg, который является простым в использовании, миниатюрным, очень быстрым и автономным программатором, использующим microSD карту памяти. Такой вид программатора пригодится, если целевое устройство на микроконтроллере находится в труднодоступном месте, и вы не можете (или не хотите) подключать ноутбук для программирования или обновления ПО) целевого устройства.

Отличительные особенности и основные характеристики программатора:

- компактные размеры
- высокая скорость программирования:
  - запись - до 12.5 Кбит/с;
  - чтение - до 14.5 Кбит/с;
- поддержка файловой системы FAT16 и FAT32;
- поддержка чтения, записи, верификации Flash-памяти и EEPROM;
- поддержка чтения, записи, верификации Fuse-битов и Lock-битов;
- поддержка чтения/записи файлов BIN, HEX и TXT;
- возможность установки заводских установок Fuse-битов для целевого микроконтроллера
- организация пользовательского интерфейса на базе графического дисплея Nokia 5110
- анимация работы и при выполнении операции;
- стандартный разъем программирования - 6-выводный Atmel ISP;
- возможность обновления собственного ПО с SD карты памяти;
- простой в использовании, 4 кнопки управления;
- авто выбор скорости программирования (до 4 МГц);
- рабочее напряжение 3 В

Микроконтроллер Atmega328 прошит, на карту microSD записаны все необходимые файлы для запуска устройства. Правильно собранное устройство включается сразу.

Поддерживаемые микроконтроллеры.

Зеленым цветом выделены протестированные микроконтроллеры.

Заметьте, что не все микроконтроллеры полностью поддерживаются программатором – для некоторых поддерживаются только операции с Fuse- и Lock-битами. Системная информация о поддерживаемых микроконтроллерах содержится в системном файле chip.db (храниться на SD карте).

Микроконтроллеры с Flash-памятью 1 КБайт:
AT90s1200, ATtiny11, ATtiny12, ATtiny13/A, ATtiny15

Микроконтроллеры с Flash-памятью 2 КБайт:
ATtiny2313/A, ATtiny24/A, ATtiny26, ATtiny261/A, ATtiny28, AT90s2333, ATtiny22, ATtiny25, AT90s2313, AT90s2323, AT90s2343

Микроконтроллеры с Flash-памятью 4 КБайт:
ATmega48/A, ATmega48P/PA, ATtiny461/A, ATtiny43U, ATtiny4313, ATtiny44/A, ATtiny48, AT90s4433, AT90s4414, AT90s4434, ATtiny45

Микроконтроллеры с Flash-памятью 8 КБайт:
ATmega8515, ATmega8535, ATmega8/A, ATmega88/A, ATmega88P/PA, AT90pwm1, AT90pwm2, AT90pwm2B, AT90pwm3, AT90pwm3B, AT90pwm81, AT90usb82, ATtiny84, ATtiny85, ATtiny861/A, ATtiny87, ATtiny88, AT90s8515, AT90s8535

Микроконтроллеры с Flash-памятью 16 КБайт:
ATmega16/A, ATmega16U2, ATmega16U4, ATmega16M1, ATmega161, ATmega162, ATmega163, ATmega164A, ATmega164P/PA, ATmega165A/P/PA, ATmega168/A, ATmega168P/PA, ATmega169A/PA, ATtiny167, AT90pwm216, AT90pwm316, AT90usb162

Микроконтроллеры с Flash-памятью 32 КБайт:
ATmega32/A, ATmega32C1, ATmega323/A, ATmega32U2, ATmega32U4, ATmega32U6, ATmega32M1, ATmega324A, ATmega324P, ATmega324PA, ATmega325, ATmega3250, ATmega325A/PA, ATmega3250A/PA, ATmega328, ATmega328P, ATmega329, ATmega3290, ATmega329A/PA, ATmega3290A/PA, AT90can32

Микроконтроллеры с Flash-памятью 64 КБайт:
ATmega64/A, ATmega64C1, ATmega64M1, ATmega649, ATmega6490, ATmega649A/P, ATmega6490A/P, ATmega640, ATmega644/A, ATmega644P/PA, ATmega645, ATmega645A/P, ATmega6450, ATmega6450A/P, AT90usb646, AT90usb647, AT90can64

Микроконтроллеры с Flash-памятью 128 КБайт:
ATmega103, ATmega128/A, ATmega1280, ATmega1281, ATmega1284, ATmega1284P, AT90usb1286, AT90usb1287, AT90can128

Микроконтроллеры с Flash-памятью 256 КБайт:
ATmega2560, ATmega2561

Основные параметры питания программатора:

- номинальное напряжение питания: 3.3 В;
- максимальное напряжение питания: 3.6 В;
- минимальное напряжение питания: 2.7 В;
- потребление тока при инициализации: до 100 мА*;
- потребление тока при программировании: до 10 мА*;
- потребление тока при навигации по меню: 5 мА;
- потребление тока в отключенном состоянии (режим Power Down): 0.1 мкА.

* - *потребляемый ток зависит от применяемой SD карты памяти.*

Карта памяти, в зависимости какой тип используется, может потреблять ток при инициализации до 100 мА и это большой ток для батареи питания. Конденсатор C2 помогает удерживать напряжение в процессе инициализации, и необходимо, чтобы он имел большую емкость, но не слишком большую, т.к. заряжается он через 3 линии ввода/вывода микроконтроллера. Опытным путем было установлено, что конденсатора емкостью 22 мкФ достаточно для многих SD карт памяти.

Программатор работает только от напряжения, получаемого от батареек, не установлено никаких регуляторов напряжения. Процесс программирования целевого микроконтроллера может проходить при питании его от 3 В до 5 В, в то время как программатор имеет напряжение питания 3 В. С одной стороны (со стороны программатора) с целью защиты входной линии микроконтроллера программатора от напряжения выше напряжения питания, вход MISO подключен через стабилитрон 3.3 В (D1) и резистор (R3). Со стороны целевого микроконтроллера, который имеет напряжение питания 5 В, уровень напряжения 3 В распознается по линии SCK и MOSI как высокий уровень (согласно технического описания $\mathbf{V_{IH}=0.6V_{CC}=0.6\times5\ В = 3\ В}$ – гарантированное значение).

Как вы заметили, программатор не имеет механического выключателя питания, включение и выключение производится удерживанием кнопки LEFT. После выключения питания, микроконтроллер отключает питание дисплея и SD карты и переходит в режим Deep Sleep, в котором потребляет от батареи ток 0.1 мкА (типовое значение).

На плате присутствует выключатель подсветки экрана.

Следует обратить внимание на один важный момент в аппаратной части программатора - по сигнальным линиям MOSI и SCK включены защитные резисторы номиналом от 22 до 330 Ом. Это позволит защитить чип программатора при программировании микроконтроллеров с питанием 5 В.

Для работы программатора требуется наличие карты памяти microSD с системными файлами и директориями. Карта, кроме того, содержит файлы с расширением hex и bin для прошивки целевого микроконтроллера и файлы txt, в которых содержится конфигурационный байт для программирования Fuse- и Lock-битов, конструкция которых будет рассмотрена в третьей части описания. Важным системным файлом является файл config.ini, в котором содержатся конфигурационные данные программатора.

Для включения программатора нужно удерживать кнопку LEFT. О включении сигнализирует появление заставки на дисплее с отображением текущей версии ПО, которая через некоторое время исчезает, после этого мы можем использовать меню управления программатора. С помощью кнопок UP и DOWN мы выбираем опции меню, с помощью кнопки RIGHT – входим в выбранный пункт меню или подтверждаем выполнение той или иной операции, LEFT – выходим из пункта меню или отменяем выполнение операции.

Разъем внутрисхемного программирования целевого микроконтроллера – это стандартный 6-выводный Atmel ISP коннектор. Однако, из-за того, что программатор питается от батареи, вывод коннектора Vcc был переназначен для доставки тактового сигнала 8 МГц к целевому микроконтроллеру (в случае необходимости внешнего тактирования). Сигнал подается через резистор 10 кОм, и поэтому нет необходимости переделывать стандартный кабель для программирования.

Программатор имеет режим автоматического определения скорости программирования по внутрисхемному интерфейсу. Поддерживаются 7 режимов со скоростью работы 4 МГц, 2 МГц, 1 МГц, 500 кГц, 250 кГц, 125 кГц и 62.500 кГц. Теоретически, выбирается скорость равная ¼ рабочей частоты целевого микроконтроллера, но это не всегда. При каждой инициализации режима программирования программатор стартует на максимальной частоте и выполняет тест скорости, считывая сигнатурные байты 10 раз. В случае ошибки скорость работы (частота SCK) понижается, и операция инициализации повторяется. Если же на самой низкой частоте не удается прочитать сигнатурные байты, то программатор выдает сообщение об ошибке «no answer». Самой вероятной причиной этого может быть слишком большая длина кабеля для программирования.

Функции программатора (меню управления):

- **Flash (операции с Flash-памятью):**
  - запись;
  - чтение;
  - верификация;
- **EEPROM (операции с EEPROM):**
  - запись;
  - чтение;
  - верификация;
- **Fusebits (операции с Fuse-битами):**
  - запись;
  - чтение;
  - верификация;
  - установка заводских значений;
- **Lockbits (операции с Lock-битами):**
  - запись;
  - чтение;
  - верификация;
  - стирание кристалла;

- **Settings (Установки):**
    - автоматическая верификация;
    - автоматическое стирание;
    - показывать анимацию;
    - показывать ход процесса программирования;
    - типы файлов.

Описание функций

Write (Запись) – запись данных в выбранную память целевого микроконтроллера. Необходимо выбрать файл из списка. При операции с Fuse- и Lock-битами, конфигурационные байты находятся в файле с расширением *txt*.

Read (Чтение) – чтение данных из выбранного типа памяти целевого микроконтроллера в файл. Файл создается автоматически, в соответствующей директории на карте памяти. Формат имени файла *x.yyy*, где *x*-последовательный номер файла и *yyy* – расширение (bin или hex). Имя файла будет отображено после сохранения. Осуществляется чтение всего объема памяти микроконтроллера, независимо от того сколько реально значимых данных. В случае чтения Fuse- и Lock-битов, данные (конфигурационные байты) сохраняются в файл с расширением *txt*.

Verify (верификация, проверка) – сравнение данных в памяти целевого микроконтроллера с данными, хранящимися в выбранном файле. Результатом данной операции является сообщение «*Pass*» (данные идентичны) или «*Fail at x*» (ошибка по адресу *x*), где *x* – адрес первого байта, в котором обнаружено расхождение в данных. В случае с Fuse- и Lock-битами, сравнение происходит с конфигурационными байтами в файле с расширением *txt*.

Default (Заводские установки) – сброс Fuse-битов к заводским установкам.

Chip Erase (Стереть кристалл) – внутренняя команда стирания всей памяти микроконтроллера и сброса Lock-битов.

Описание установок (меню Settings)

Auto Verify (автоматическая верификация) – включение данной опции позволяет автоматически проводить проверку данных после записи в память целевого микроконтроллера. Значение может быть On (включено) или Off (выключено). Данная опция касается только операций с Flash и EEPROM памятью микроконтроллера, Fuse- и Lock-биты считываются всегда после операции записи.

Auto Erase (автоматическое стирание) – опция, позволяющая применить команду стирания памяти целевого микроконтроллера, всегда перед операцией записи в память. Операция применима только для Flash-памяти целевого микроконтроллера. Исключение составляет случай, когда мы точно знаем, что область памяти, в которую мы будем писать, уже очищена и мы имеем некоторые данные в конце этой памяти (загрузчик, bootloader). Отключение этой функции вызовет перезапись данных без операции стирания, и, если файл подготовлен правильно, область загрузчика не будет затронута.

Show Anims (показывать анимацию) – опция включает отображение анимации после каждой операции, в зависимости от результата выполнения. Анимация может быть отменена нажатием кнопки LEFT. Реализуется последовательным воспроизведением BMP файлов с SD карты памяти из соответствующей директории, поэтому пользователи могут самостоятельно изменить анимационные картинки. Формат фалов анимации BMP, разрешение 84×48 точки, монохромные изображения (2 бита).

Prog bar – ход процесса программирования / чтения / верификации. Данную функцию можно включить или выключить. Следует заметить, что включение функции замедляет скорость работы программатора в некоторых режимах.

File types (типы файлов) – позволяет выбрать тип файла, с которым будет работать программатор. Применима при операциях с Flash- и EEPROM памятью, и, в зависимости от выбора, только HEX или BIN файлы будут отображаться при открытии списка файлов.

Как было замечено ранее, для работы программатора требуется наличие системных файлов на SD карте памяти. Файлы должны быть помещены в соответствующие директории:

- файлы для программирования Flash-памяти в папку «*flash*»,
- файлы EEPROM – в папку «*eeprom*»,
- конфигурационные txt файлы для программирования Fuse-битов – в папку «*fuseb*»,
- Lock-биты – в папку «*lockb*».

Папка «*System*» содержит другие файлы, необходимые для работы программатора, включая базу данных по микроконтроллерам (файл chip.db), настройки (файл config.ini), изображения формата BMP.

Файлы для программирования памяти целевого микроконтроллера, как известно, генерируются компилятором, в них нет сомнений, и мы помещаем их в соответствующую папку на карте памяти. Нам остается лишь создать конфигурационные txt файлы для программирования Fuse- и Lock-битов, значения в этих файлах должны быть в шестнадцатеричном формате.

Файл с Fuse-битами содержит последовательные данные: LF, HF, EF в HEX. К примеру, содержимое файла для микроконтроллера Atmel ATtiny45 будет: 62DFFF. В конфигурационном файле могут содержаться комментарии и пользовательская информация, но только первые три байта используются программатором.

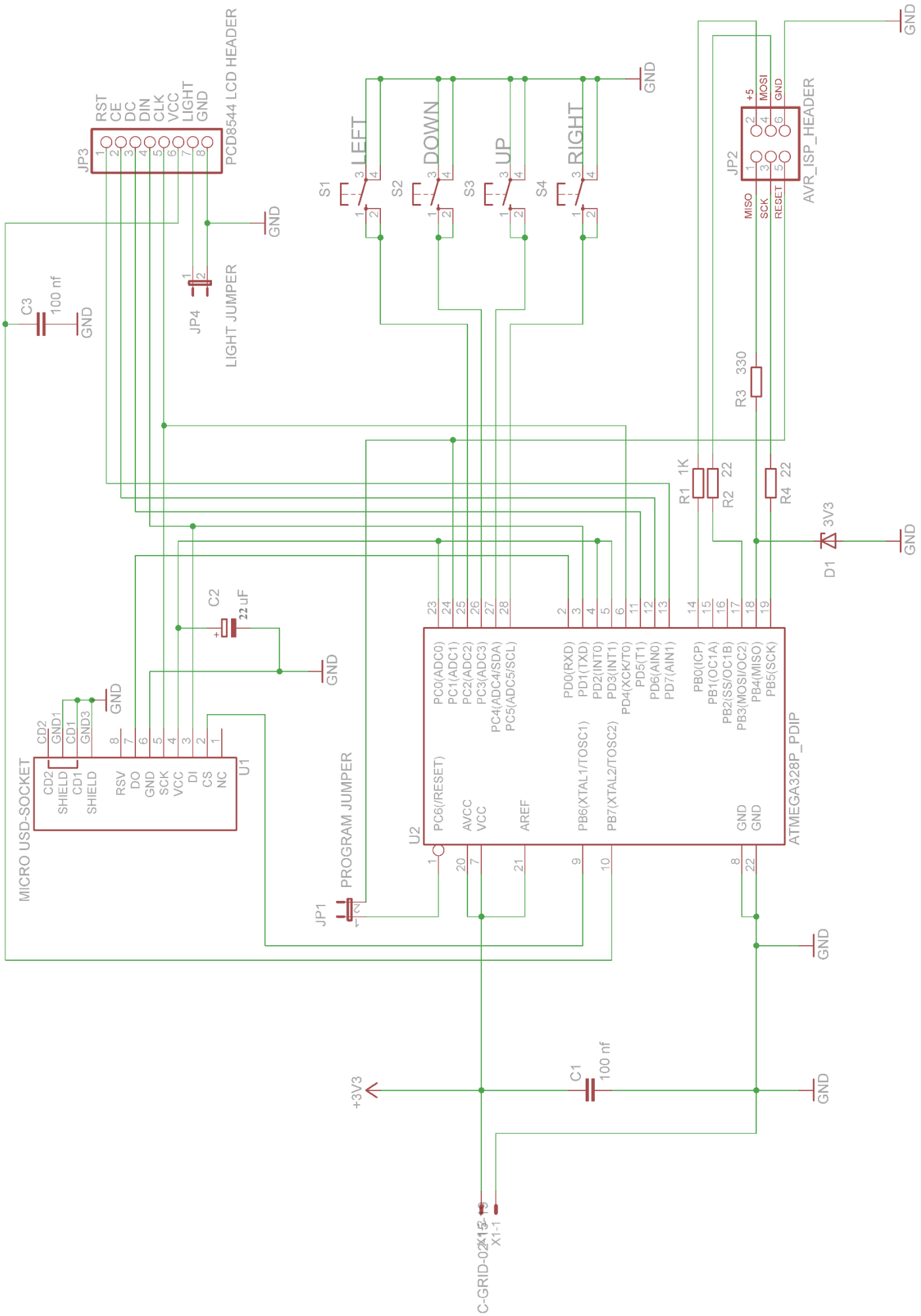
Структура конфигурационного файла Lock-битов аналогична, за исключением того, что используется лишь один байт из последовательности. Например, если нужно запрограммировать биты LB0 и LB1, то в файле должно содержаться значение FC (11111100). Это правило применимо и к Fuse-битам, если мы попытаемся запрограммировать несуществующий бит (записать в него 0), ничего страшного не случиться, мы получим лишь ошибку верификации, т.к. этот несуществующий бит всегда будет читаться как 1.

При чтении Fuse- и Lock-битов программатором, создаются соответствующие файлы с такой же структурой.

Список файлов (при работе с программатором) отображается не в алфавитном порядке, а в порядке их записи на карту памяти. Выделение файлов осуществляется кнопками UP и DOWN, выбор кнопкой RIGHT, отмена – кнопкой LEFT.

Программатор поддерживает работу с картами объемом 128 МБайт, 512 МБайт, 1 ГБайт, 2 ГБайт (работа с этими картами тестировалась). Имена файлов на SD карте в формате DOS 8.3.

Внимание! После сборки обязательно отмойте флюс.

Производитель оставляет за собой право на замену компонентов на аналогичные по характеристикам без изменения шелкографии на плате.

Принципиальная схема