

## FM радиоприёмник на МК АТМega8 и модуле с RDA5807M.

(с часами на микросхеме DS1307 и термометром на DS18B20)

Радиоприёмник с управлением посредством микроконтроллера построен на базе модуля с тюнером RDA5807M. Возможно также применение отдельной микросхемы тюнера RDA5807FP совместно с часовым кварцем без изменения управляющей программы микроконтроллера. Принципиальные электрические схемы радиоприёмника приведены в конце настоящего описания. В состав схемы радиоприёмника входит модуль часов реального времени на микросхеме DS1307 с датчиком температуры DS18B20. Управляющая программа обеспечивает работу радиоприёмника в радиовещательном FM диапазоне 87...108 МГц и рассчитана на использование микроконтроллера АТmega8, который работает на частоте внутреннего генератора 8 МГц. Версия программы: **FM\_M8\_5110\_RTC\_DS18B20.asm**.

### 1. Основные функции приёмника:

- Настройка на радиостанции, частоты которых прописаны в пользовательском файле.
- Перебор станций, сохранённых в памяти программ вверх и вниз по списку, а также автопоиск станций вверх и вниз по диапазону кнопками CH+ или CH-.
- Плавная регулировка громкости кнопками V+ и V- с отключением звука при "0".
- Запись последней частоты настройки и громкости в энергонезависимую память при каждой настройке на станцию. При включении начинает работу на сохранённой частоте с предыдущим уровнем громкости.
- Индикация уровня сигнала на дисплее четырьмя столбиками.
- Индикация включенного режима усиления басов.
- Индикация уровня громкости цифрами от 0 до 16.
- Индикация уровня заряда батареи как пиктограммой, так и цифрами.
- Индикация "Моно-Стерео" как на дисплее, так и светодиодом.
- Вывод на дисплей частоты и названия станции.
- Индикация температуры, измеряемой датчиком DS18B20.
- Индикация часов и минут увеличенным шрифтом под частотой.
- Включение и выключение усиления басов через меню установок.
- Переключение режима воспроизведения «Моно –Stereo» через меню установок.
- Установка контрастности дисплея через меню установок.
- Установка текущего времени через меню.
- Управление схемой полного отключения питания.
- Опознавание названия станции по её частоте при автопоиске.
- Подсветка дисплея в течение 10 сек при включении и после нажатия на любую кнопку.

### 2. Информация на экране дисплея.



После включения радиоприёмника информация на дисплее приобретает вид, показанный на фото слева. В верхней строке дисплея выводится уровень принимаемого сигнала, в виде четырёх столбиков разной длины, буква «В» при включенном усилении басов, уровень громкости цифрами от 0 до 16, изображение батарейки с условным уровнем заряда и вид передачи – «моно» или «стерео», буквами "М" и "S".

Ниже над разделительной линией выводится частота принимаемой станции, а под линией – температура и время в формате часы и минуты. Значение температуры измеряется и выводится на дисплей каждые 10 секунд. Если установлена перемычка J1, то вместо температуры отображается напряжение батареи питания.

Уровень заряда батареи отображается пиктограммой в виде элемента питания. Пороги переключения от одного уровня заряда к другому для разных типов элементов прописаны в таблице, которая находится в начале файла пользовательских настроек **User\_set.asm**. Изначально установлены значения для литий-ионной батареи напряжением 7,4 В, поэтому если в радиоприёмнике будет установлена такая батарея, то ничего менять не надо. Если предполагается питание от батареи из других типов элементов, то значения этих констант нужно взять из соответствующего столбика в комментариях справа и вписать вместо существующих. Возможно после пробной эксплуатации вам захочется подкорректировать эти значения.

#### Фрагмент файла **User\_set.asm**

```

;-----
;  ВНИМАНИЕ! Ввести здесь число местных станций в Вашем регионе
.equ Nst = 15 ;Число местных станций
; Установить значения порогов переключения индикации уровня заряда батареи,
; равные числу десятков милливольт. Пример: для U=7,40 В -> 740
;
; Тип батареи: | Li-Ion | Ni-MH | Alkaline |
.equ Ubat_3 = 740 ;| 740 | 770 | 840 |
.equ Ubat_2 = 720 ;| 720 | 750 | 720 |
.equ Ubat_1 = 680 ;| 680 | 660 | 660 |
.equ Ubat_0 = 640 ;| 640 | 640 | 640 |
;-----

```

### 3. Меню выбора установок и настроек.



Меню настроек позволяет выбрать режим установки текущего времени, режим настройки воспроизведения, а также настройку контрастности дисплея. Чтобы войти в меню, нужно нажать и удерживать не менее 3 сек. в нажатом состоянии кнопку CH+. При этом на экране дисплея появится меню выбора режима работы (см. фото слева). Для выхода из меню в рабочий режим нужно нажать на кнопку CH-.

#### 3.1. Установка текущего времени.



Чтобы настроить показания часов, нужно сначала войти в меню выбора настроек и нажать на кнопку V+. При этом на экране дисплея появится информация, показанная на фото слева. В верхней строке выводится сообщение о том, что в данный момент выбрана установка часов. Для перехода к установке минут нужно нажать на кнопку CH+. При повторном нажатии на эту кнопку снова будет вызван режим установки часов. Значение часов или минут в большую или в меньшую сторону устанавливается при помощи кнопок V+ и V-. После установки нужного значения времени нужно нажать на кнопку CH-, после чего это значение будет записано в память

микросхемы DS1307 и приёмник перейдёт в рабочий режим.

### 3.2. Установка режима воспроизведения.



Для настройки режима воспроизведения нужно сначала войти в меню выбора настроек и нажать на кнопку V-. При этом на экране дисплея появится информация, показанная на фото слева. Далее, нажимая на кнопку V+, можно включить или отключить усиление басов. Результат будет слышен сразу же после переключения, кроме того в верхней строке дисплея буквой «В» отображается включенное усиление баса. Аналогично производится переключение режима воспроизведения «Моно» или «Сtereo» при нажатии на кнопку V-. Выбранный режим воспроизведения отображается в конце верхней строки дисплея буквами «М» и

«S».

Для выхода из меню настроек нужно нажать на кнопку CH-, при этом установленный режим воспроизведения записывается в энергонезависимую память микроконтроллера и будет применяться при каждом последующем включении радиоприёмника.

### 3.3. Установка контрастности дисплея.



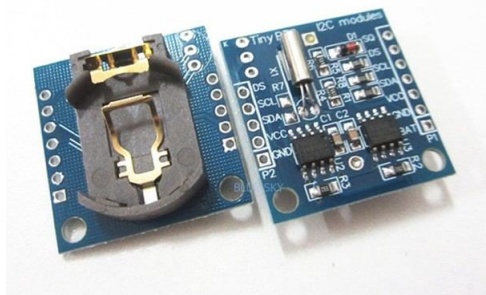
Параметры дисплеев имеют некоторый разброс значений, поэтому устанавливаемая в программе по умолчанию контрастность не всегда оптимальна для конкретного дисплея. Из-за этого возникает необходимость в настройке контрастности данного дисплея. Для настройки контрастности дисплея необходимо войти в соответствующее меню, для чего нужно сначала войти в меню выбора настроек, как описано выше, затем нажать кнопку CH+. На экране дисплея появится информация, показанная на фото слева. Теперь, нажимая на кнопки V+ или V-, можно изменить контрастность дисплея, при этом результат изменения сразу

виден на дисплее. В нижней строке выводится значение контрастности, записываемое в дисплей. После получения желаемого результата, нужно нажать кнопку CH-. В результате новое значение контрастности будет записано в энергонезависимую память микроконтроллера и при последующих включениях радиоприёмника оно будет использоваться для настройки дисплея.

## 4. Регулировка громкости.

Кнопки V+ и V- в рабочем режиме служат для регулировки громкости. На дисплей при этом выводится условное значение громкости цифрами от 0 до 16. При каждом кратковременном нажатии на кнопку значение громкости изменяется на одну единицу. При удержании кнопки в нажатом состоянии производится плавное увеличение или уменьшение громкости звучания. При нулевом значении громкости звук полностью отключается. Значение громкости запоминается при каждой новой настройке на станцию. При включении радиоприёмника уровень громкости устанавливается таким, каким он был при последней настройке на станцию. Если при нулевом значении громкости произвести настройку на другую частоту, то включается минимальная громкость.

## 5. Описание схемы радиоприёмника.



Выбор микросхемы RTC DS1307 был обусловлен её популярностью и доступностью. Но так как она требует питание в диапазоне 4,5...5,5 В, это обстоятельство ограничивает её применение в приёмниках с низковольтным питанием от аккумуляторов напряжением 3,7 В и поэтому приёмник питается от двух литий-ионных элементов.

Чтобы не тратить время на поиск компонентов, можно приобрести на Aliexpress готовый модуль по цене около 40 центов. В состав модуля кроме держателя батарейки, цепей её подзарядки, кварца и т.п., входит

микросхема памяти, к тому же есть возможность запааять датчик температуры DS18B20.

Так как я не счёл нужным подзаряжать батарейку, я удалил из платы элементы D1, R4, R5 и R6, после чего поставил на место R6 перемычку (см. схему модуля в конце описания на рис.1).

Нельзя забывать, что этот модуль, как и любое другое цифровое устройство, является потенциальным источником радиопомех. Поэтому при разработке печатной платы радиоприёмника нужно строго придерживаться правил обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС), в том числе: располагать блокировочный конденсатор максимально близко к модулю, а сам модуль в максимальном отдалении от антенны радиоприёмника. В отдельных случаях, возможно придётся экранировать весь модуль.

Так как на плате модуля часов предусмотрено место для подключения датчика температуры, то было решено добавить в радиоприёмник ещё и измерение окружающей температуры. Для этого нужно обеспечить контактирование датчика DS18B20 с окружающим воздухом. В случае применения такого модуля, не нужно устанавливать резисторы R3...R5, т. к. эти резисторы уже присутствуют на плате модуля. Нет никаких проблем при использовании такого датчика и в случае, если часы будут собраны из отдельных элементов

На последней странице представлена полная принципиальная схема радиоприёмника. Радиоприёмник питается от двух литий-ионных элементов с общим напряжением 7,4 В. В схему радиоприёмника введён узел управления питанием, состоящий из ключа на полевом транзисторе VT3 и промежуточного инвертора на биполярном транзисторе VT4. Включение и выключение питания производится кратковременным нажатием на кнопку SB5 «Power». При этом управляющее напряжение для ключа VT3 поступает через кнопку SB5, диод VD2 и резистор R22, после чего ключ VT3 открывается и микроконтроллер получает питание. Микроконтроллер после получения питания своим сигналом логической единицы на выходе порта PB6 открывает транзистор VT4 и, тем самым, поддерживает ключ VT3 в открытом состоянии. Для выключения питания нужно снова кратковременно нажать на кнопку SB5, при этом напряжение на входе порта PB7 через диод VD3 будет близким к логическому нулю. На это микроконтроллер отреагирует тем, что снимет управляющее напряжение на базе VT4 и, следовательно, ключ VT3 закроется и питание приёмника будет отключено.

Диоды Шоттки VD2 и VD3 служат для развязки цепей включения и выключения питания. При данном напряжении питания (7,4 В) можно применить обычные маломощные диоды, например, 1N4148 и др.

Конденсатор C20 служит для предотвращения самопроизвольного включения питания в результате действия помех.

Непосредственно к напряжению батареи подключен усилитель низкой частоты, и стабилизатор питания +5 В. Из-за разности в напряжениях питания микроконтроллера и радиомодуля пришлось установить стабилизатор на 3,3 В и преобразователи уровня сигнала на транзисторах VT1 и VT2.

Вывод 7 подсветки индикатора соединяется с выводом порта D микроконтроллера напрямую, без промежуточного транзисторного ключа, т. к. ток подсветки по моим измерениям составляет всего 5,2 мА. Для индикатора Nokia5110 на плате синего цвета вывод подсветки нужно соединить с выводом порта PD7, для индикаторов на плате красного цвета этот вывод нужно соединить с выводом порта PD6. На схеме условно показано это соединение через джампер J2.

В целях продления срока службы батареи питания индикатор стереосигнала VD1 и резистор R2 можно не устанавливать.

Чтобы индикатор заряда работал правильно, необходимо как можно более точно измерить напряжение батареи.

Для облегчения настройки измерения в программе предусмотрен вывод на дисплей напряжения батареи в вольтах. Активировать этот вывод можно, если замкнуть вывод порта PD5 на землю, для чего установить переключку J1. При этом на дисплее вместо температуры будет отображаться напряжение батареи. Для удобства настройки параллельно резистору R12 подключается добавочный резистор R14 большего номинала. При настройке нужно подключить цифровой вольтметр к батарее питания и подбором резистора R14 добиться одинаковых показаний на приборе и на дисплее радиоприёмника.

Напряжение питания батареи измеряется 1 раз в 10 секунд. При снижении напряжения батареи ниже значения, указанного в константе *Ubat\_0* (см. файл *User\_set.asm*) на дисплее появляется сообщение «Батарея разряжена», после чего питание радиоприёмника отключается.

## 6. Подготовка пользовательского файла.

В памяти МК записаны частоты и названия радиостанций, вещающих в моём городе. Их легко можно изменить на действующие в вашей местности, не вдаваясь в детали работы программы и затем перекомпилировать программу.

Для того, чтобы прописать частоту и название станций в вашем городе, нужно открыть ассемблерный файл программы ***User\_set.asm*** в любом текстовом редакторе, можно даже в блокноте, но удобнее это будет сделать в привычной вам среде программирования. Здесь вы увидите строку вида:

***.equ Nst = 15 ;Число местных станций***

Вместо числа 15 поставьте своё число радиостанций, вещающих в вашей местности. Далее идут строки данных с перечнем радиостанций и их частот, например такая строка:

***.DB 140,'','R','a','d','i','o',' ','S','h','a','n','s','o','n',0 ;Радио Шансон 1010***

После директивы "DB" нужно ввести число шагов настройки частоты (один шаг равен 100 КГц). Это число определяется как разность между частотой радиостанции представленной в виде числа шагов и нижней границей диапазона равной 870 шагов (87 МГц). Например, для частоты 101,2 МГц получаем:

$$1012 - 870 = 142$$

Далее через запятую в одинарных кавычках идут 14 символов названия станции, в том числе пробелы, при помощи которых вы можете отцентрировать название на экране. Заканчивается строка нулём, который является признаком окончания вывода сообщения на дисплей. После точки с запятой идёт ваш комментарий, который при компиляции игнорируется, поэтому можно писать там, что угодно.

Чтобы получить HEX-файл из ассемблерной программы, нужно создать проект в удобной для вас среде программирования, например, в программе *AVRStudio*, загрузить в него все исходники и скомпилировать проект, нажав на кнопку *Build*. Существуют и другие программы, например, *Proteus*. Для этой программы я уже создал соответствующий проект и Вам

остаётся только отредактировать файл **User\_set.asm**, в котором прописать свои радиостанции, запустить *Proteus* и выполнить команду *Build All*. После этого вы можете, нажимая виртуальные кнопки, понаблюдать на экране как будет выглядеть название станции на дисплее. Если что-то вас не устроит, вы можете оперативно, не прибегая к программированию микроконтроллера, исправить программу.

Если вы работаете в *Proteus*, то в том же в ZIP-архиве, где находятся файлы программы, Вы найдёте файл проекта *Proteus* с расширением *.DSN*. В этом проекте *Proteus* вам ничего менять не нужно. Нужно только в папке на жёстком диске, где у вас лежат все файлы приёмника, отредактировать или подменить мой файл **User\_set.asm** своим, со своими названиями станций. Затем запустить *Proteus* и подать команду *Build All* из меню *Source*.

Если вы работаете в *AVRStudio*, то компиляцию выполняем в следующем порядке:

1. Создаём отдельную папку, куда копируем все ассемблерные файлы программы. Название папки не должно содержать кириллицы. Итак, в папке лежат файлы:

Driver\_DS18B20.asm  
Driver\_DS1307.asm  
Driver\_N5110\_v6.asm  
FM\_M8\_5110\_RTC\_DS18B20.asm  
Font\_6x8a.asm  
I2C\_hard\_driver.asm  
User\_set.asm  
m8def.inc2.

2. Запускаем *AVRStudio*, открываем новый проект, в окошко с названием проекта вводим **Radio\_Clock\_Temp**, ставим птичку в чекбоксе "*Create initial file*". Указываем путь к нашей папке и жмём кнопку "*Next*". Попадаем в следующее окно, где выбираем платформу *AVR Simulator* и контроллер *ATMega8*, после чего нажимаем кнопку "*Finish*" и попадаем в открытый проект.

3. Подаём команду "Build" и получаем в нашей папке готовый HEX-файл.

4. При программировании МК необходимо запрограммировать следующие фьюзы: CKSEL0, CKSEL1 и CKSEL3.

## 7. Распределение портов микропроцессора:

PB0 - Св. диод индикатор стерео-сигнала  
PB1 - D/C Выбор режима передачи данных (1) или команды (0) LCD  
PB2 - CE Выбор чипа (0) LCD  
PB3 - DIN Входные данные LCD  
PB4 - RES Линия сброса LCD (0)  
PB5 - CLK Линия тактирования LCD  
PB6 - Выходной сигнал включения питания  
PB7 - Входной сигнал отключения питания

PC0 - Вход АЦП для измерения напряжения батареи  
PC1 - Линия ввода-вывода данных температурного датчика DS18B20  
PC4 - (SDA) - Двухнаправленная шина данных I2C

PC5 - (SCL) - Двухнаправленная шина тактирования I2C

PD0 - Кнопка V+

PD1 - Кнопка V-

PD2 - Вход внешнего прерывания 1 Гц от микросхемы часов

PD3 - Кнопка CH+

PD4 - Кнопка CH-

PD5 - Джампер для отображения напряжения батареи на дисплее

PD6 - Выходной инверсный сигнал подсветки дисплея

PD7 - Выходной прямой сигнал подсветки дисплея

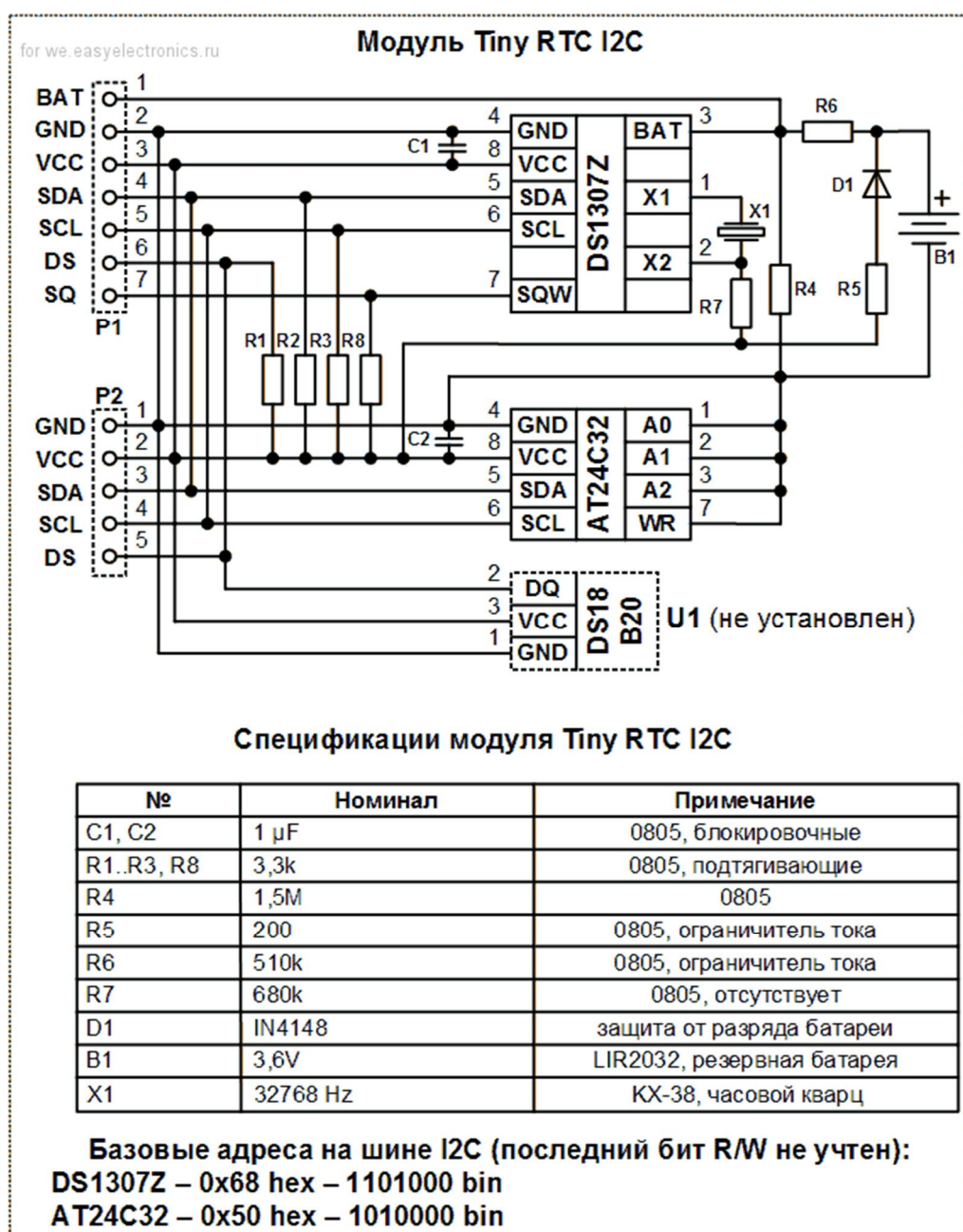


Рис. 1. Схема модуля часов реального времени.

