

## FM радиоприёмник с часами на DS3231 и с дисплеем Nokia5110.

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. Принципиальная электрическая схема радиоприёмника приведена в конце настоящего описания. В схему радиоприёмника включена микросхема часов реального времени DS3231, которая при выключенном радиоприёмнике питается от миниатюрной трёхвольтовой батарейки BAT1. Управляющая программа обеспечивает работу



радиоприёмника в радиовещательном FM диапазоне

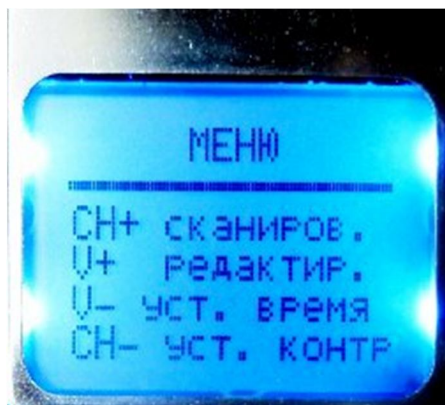
87...108 МГц и рассчитана на использование

микроконтроллера ATmega8, который работает на частоте внутреннего генератора 8 МГц. Версия программы:

***FM\_M8\_N5110\_scan\_DS3231\_1.***

### Основные функции приёмника:

- Сканирование и запоминание станций в энергонезависимой памяти микроконтроллера.
- Возможность редактирования записанных в память частот, в том числе: изменение, добавление и удаление частот каналов приёма.
- Переход в режим сканирования, редактирования или установки времени производится при помощи меню при длительном нажатии (более 3 сек.) на кнопку CH+.
- Перебор станций, сохранённых в памяти вверх и вниз по списку, а также автопоиск станций вверх и вниз по диапазону кнопками CH+ или CH-.
- Переход из режима перебора радиостанций в режим автопоиска и обратно производится длительным нажатием на кнопку CH-.
- Плавная регулировка громкости кнопками V+ и V- с отключением звука при "0".
- Запись последней частоты настройки и громкости в энергонезависимую память.
- При включении начинает работу на сохранённой частоте с предыдущим уровнем громкости.
- Возможность настройки контрастности дисплея.
- Индикация номера станции и опознавание его по частоте при автопоиске.
- Индикация текущего времени через 8 сек. после нажатия на любую кнопку.
- Частота настройки и текущее время отображается крупным шрифтом.
- Индикация уровня принимаемого сигнала на дисплее четырьмя столбиками.
- Индикация уровня громкости цифрами от 0 до 16.
- Индикация "Моно-Сtereo" как на дисплее, так и светодиодом.
- Подсветка дисплея в течение 16 сек при включении и после нажатия на любую кнопку.
- Введена кнопка управления подсветкой.
- Работа в режиме часов с отключением питания УНЧ и тюнера. Для перехода в режим часов и обратно нужно удерживать в нажатом состоянии кнопку управления подсветкой не менее 3 сек.



После включения приёмника, по умолчанию, устанавливается рабочий режим перебора сохранённых в памяти радиоканалов (см. фото выше). После настройки на выбранный радиоканал на экран дисплея выводится частота настройки. Через 8 секунд значение частоты замещается показаниями текущего времени, о чём свидетельствуют две мигающие точки между значениями часов и минут. Переход в другие режимы работы производится из этого рабочего режима. Чтобы выбрать режим сканирования или редактирования частот радиостанций, нужно нажать и удерживать

не менее 3 сек. в нажатом состоянии кнопку СН+. При этом на экране дисплея (см. фото слева) появится меню выбора режима работы.

### **Сканирование.**

Для записи частот радиоканалов, работающих в данной местности, необходимо перевести радиоприёмник в режим сканирования частот, для чего нужно сначала по длительному нажатию кнопки СН+ войти в меню выбора режима работы, затем снова нажать кнопку СН+.

В результате радиотюнер начнёт сканирование и при обнаружении радиостанции на дисплее появляется изображение, показанное на фото. Здесь в верхней строке отображается уровень принимаемого сигнала, установленная пользователем громкость и режим воспроизведения моно или стерео (буквами М или S). На второй строке отображается порядковый номер радиоканала, на который в дальнейшем будет ссылаться программа. На третьей строке выводится шрифтом частота найденного канала. В трёх нижних строках выводится подсказка, облегчающая управление. Далее, если данная частота является действительно радиостанцией, а не помехой или гармоникой,

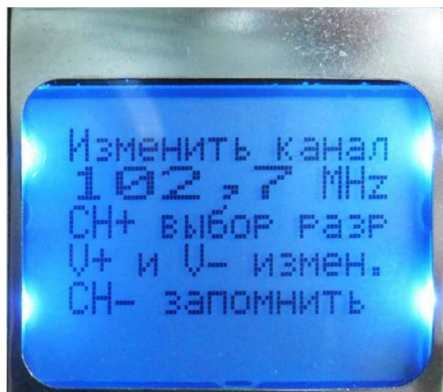
пользователь нажимает на кнопку V+ для записи частоты в память. После этого сканирование продолжается до обнаружения следующего радиоканала или до конца диапазона. Если это помеха, то найденную частоту можно пропустить без записи в память, нажав кнопку V-. По окончании сканирования приёмник перейдёт в рабочий режим. Процесс сканирования можно в любой момент прервать, если нажать на кнопку СН-. В этом случае приёмник также переходит в рабочий режим, в котором можно настраиваться на сохранённые каналы нажимая кнопки СН+ или СН-. При этом происходит перебор каналов в том порядке, в котором они были записаны в память при сканировании.

### **Редактирование списка частот, занесённых в память.**



Для редактирования частот радиоканалов, занесённых в память при сканировании, необходимо перевести радиоприёмник в режим редактирования частот, для чего нужно сначала по длительному нажатию кнопки СН+ войти в меню выбора режима работы, затем нажать кнопку V+. В результате на экране дисплея появится меню выбора режима редактирования (см. фото слева), из которого можно перейти к нужному действию или выйти из режима редактирования в рабочий режим, если нажать на кнопку СН-.

### **Изменение частоты настройки радиоканала.**



Если пользователь желает изменить порядок следования радиоканалов при настройке на радиостанции, он может сделать это путём изменения значений частот каналов, которые были записаны при сканировании. Т. е. пользователю должны быть известны частоты каналов радиовещания. Для изменения частоты выбранного в данный момент канала, нужно войти в меню редактирования и нажать на кнопку V+. При этом на экране дисплея появится информация, показанная на фото слева. Далее, нажимая на кнопку СН+, нужно выбрать

редактируемый разряд числа, который при этом принимает инверсный вид. Затем, нажимая на кнопку V+ или V-, можно установить значение данного разряда и перейти к другому разряду, вновь нажимая на кнопку CH+. После установки всех разрядов числа, данную частоту можно записать в память, нажав на кнопку CH-. Если установленная частота находится вне диапазона 87...108 МГц, то при попытке её записать, будет выведено сообщение об ошибке ввода а частота записана не будет.

#### ***Добавление новой частоты радиоканала.***



Если при сканировании какая-либо радиостанция была пропущена, её частоту можно добавить в память. Для добавления новой частоты радиоканала, нужно войти в меню редактирования и нажать на кнопку CH+. При этом на экране дисплея появится информация, показанная на фото слева. На второй строке дисплея выводится принимаемая в данный момент частота. На нижних трёх строках выводится подсказка, облегчающая управление. Пользователь может записать любую частоту в пределах диапазона 87...108 МГц. Для этого нажимая на кнопку CH+, выбрать редактируемый разряд числа, который при этом принимает инверсный вид.

Затем, нажимая на кнопку V+ или V-, можно установить значение данного разряда и перейти к другому, вновь нажимая на кнопку CH+. После установки всех разрядов числа данную частоту можно записать в память, нажав на кнопку CH-, после чего данная частота записывается в конец списка и радиоприёмник переходит в рабочий режим. Если установленная частота находится вне диапазона 87...108 МГц, то при попытке её записать будет выведено сообщение об ошибке ввода и частота записана не будет.

#### ***Удаление частоты радиоканала.***



Если при сканировании ошибочно была сохранена в памяти частота помехи, или на каком-либо канале плохие условия приёма, то такую частоту (как и любую другую) можно удалить из памяти частот радиоканалов. Для этого нужно настроиться на данный канал и затем войти в меню редактирования и нажать на кнопку V-. При этом на экране дисплея появится информация, показанная на фото слева. Если теперь снова нажать на кнопку V-, то частота выбранного канала будет удалена из памяти. Чтобы выйти из этого режима без удаления частоты, нужно нажать кнопку CH-.

#### ***Установка показания текущего времени.***



Для установки показания текущего времени необходимо перевести радиоприёмник в режим установки времени, для чего нужно сначала по длительному нажатию кнопки CH+ войти в меню выбора режима работы, затем нажать кнопку V-. В результате на экране дисплея появится информация, показанная на фото слева. Установка времени производится при помощи кнопок V+ и V-. Выбор установки часов или минут производится нажатием на кнопку CH+. При этом в верхней строке дисплея отображается выбранный режим



установки. После установки времени нужно нажать на кнопку СН-, при этом установленное на экране дисплея значение времени будет занесено в память микросхемы DS3231 и радиоприёмник перейдёт в свой рабочий режим.

### **Режим автопоиска.**

Кроме режима перебора сохранённых настроек станций, в программе предусмотрен режим автопоиска. Для перехода в режим автопоиска из режима перебора и обратно нужно длительно (3 сек.) удерживать в нажатом состоянии кнопку СН-. Если найденная в режиме автопоиска частота радиостанции уже записана в памяти, то в нижней строке отображается её порядковый номер, иначе выводится сообщение о том, что эта частота неизвестна. В таком случае, при желании, пользователь может, не выходя из режима автопоиска, перейти в режим редактирования (при длительном нажатии на кнопку СН+) и сохранить частоту в памяти.

### **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.

### **Регулировка 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 перевести радиоприёмник в этот режим настройки, для чего нужно сначала по длительному нажатию кнопки СН+ войти в меню выбора режима работы, затем нажать кнопку V-. 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 память. После получения желаемого результата, нужно нажать кнопку СН-. В результате новое значение контрастности будет записано в энергонезависимую память микроконтроллера и при последующих включениях радиоприёмника оно будет использоваться для настройки дисплея.

### **Подсветка дисплея.**

В программе радиоприёмника предусмотрено управление подсветкой дисплея. Подсветка включается при включении радиоприёмника и при нажатии на любую кнопку и гаснет, через 16 сек. после нажатия на кнопки управления. В программе предусмотрена кнопка SB5 для принудительного управления подсветкой. Состояние подсветки изменяется при каждом нажатии на эту кнопку.

Вывод 7 подсветки индикатора соединяется с выводом порта PD микроконтроллера без промежуточного транзисторного ключа, т. к. ток подсветки 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 J1.

В целях продления срока службы батареи питания светодиодный индикатор стереосигнала VD1 можно не устанавливать.

### **Режим часов.**

Радиоприёмник можно использовать в режиме часов. Для перехода в режим часов и обратно нужно удерживать в нажатом состоянии кнопку управления подсветкой не менее 3 сек. В этом режиме питание усилителя и тюнера отключается и на дисплей выводится текущее время, при этом сохраняется возможность включения и выключения подсветки дисплея при кратковременном нажатии на кнопку. В режиме часов настройка на станцию невозможна, однако есть возможность перед возвратом в режим радиоприёма заранее выбрать громкость звучания передачи. Для управления питанием УНЧ в схему добавлен электронный ключ на полевом р-канальном транзисторе VT1 и на *n-p-n* транзисторе VT2, который управляется с выхода порта PB0 микроконтроллера. Наличие в схеме электронного ключа не обязательно, т. к. в любом случае звук будет отключаться за из-за отключения тюнера, но позволит в режиме часов снизить потребление схемы на величину тока покоя усилителя низкой частоты.

### **Распределение портов микропроцессора:**

PB0 - Выходной сигнал управления питанием УНЧ  
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

PC2 - Светодиодный индикатор стерео-сигнала (1)  
PC3 -  
PC4 - (SDA) - Двухнаправленная шина данных интерфейса I2C  
PC5 - (SCL) - Двухнаправленная шина тактирования интерфейса I2C

PD0 - Кнопка V+ увеличения громкости  
PD1 - Кнопка V- уменьшения громкости  
PD2 - Вход секундных импульсов от DS3231  
PD3 - Кнопка CH+ выбора следующей станции  
PD4 - Кнопка CH- выбора предыдущей станции  
PD5 - Кнопка вкл/откл подсветки дисплея  
PD6 - Выходной инверсный сигнал подсветки дисплея  
PD7 - Выходной прямой сигнал подсветки дисплея

При программировании МК необходимо запрограммировать следующие фьюзы: CKSEL0, CKSEL1, CKSEL3 и SUT0.

### **Компоненты.**

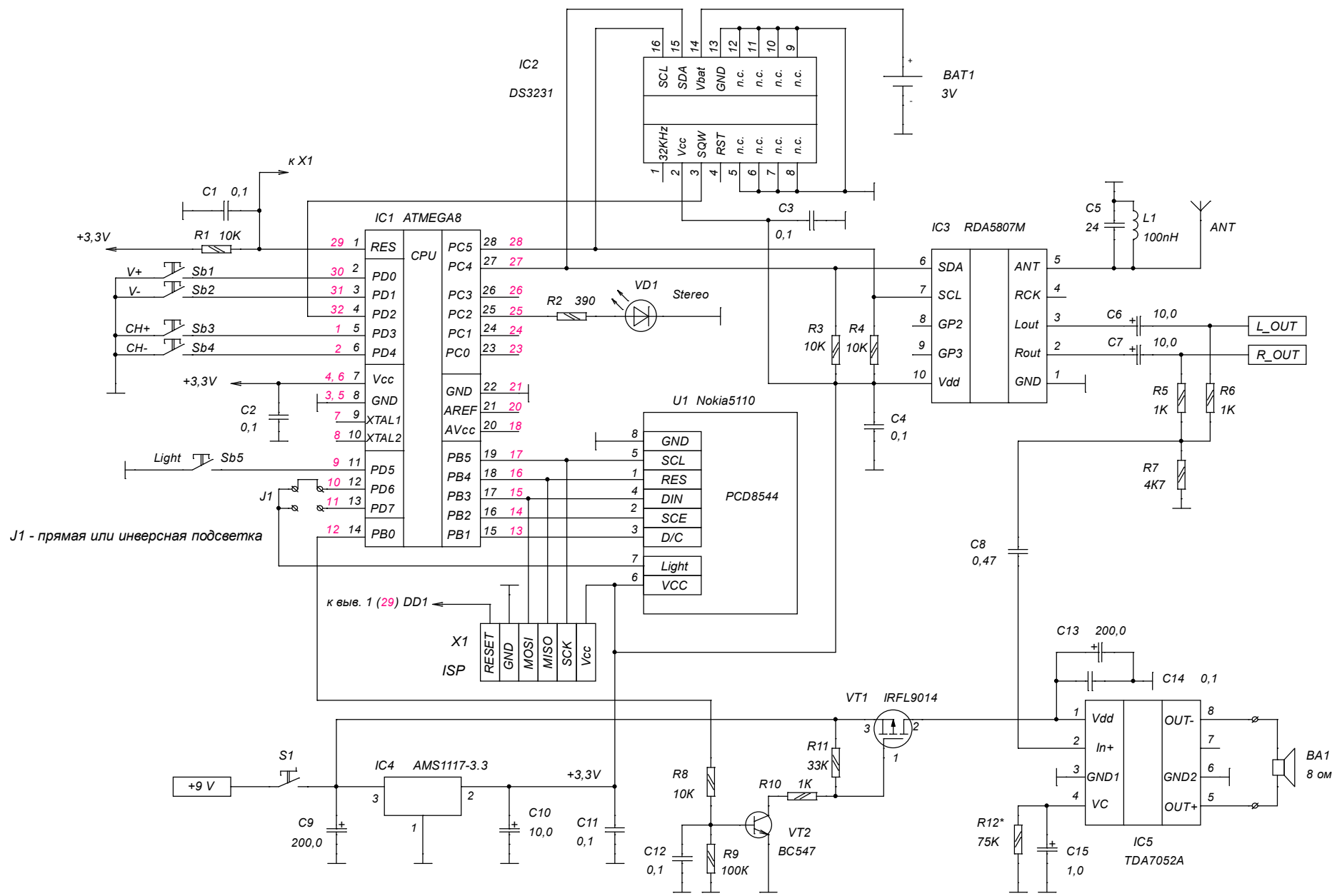
Для сборки радиоприёмника можно использовать компоненты как для монтажа в отверстия, так и SMD-компоненты. Модуль тюнера на плате приёмника нужно располагать на максимальном удалении от других микропроцессорных устройств (микроконтроллер, дисплей, модуль часов).

Полевой транзистор в ключе управления питанием УНЧ нужно выбирать такой, который способен срабатывать от логического уровня напряжения на затворе, т. е. параметр VGS(th) Gate Threshold Voltage должен быть меньше или равен логическому уровню. При напряжении питания микроконтроллера +5В желательно ставить полевик с VGS(th)  $\leq$  -4V, а при питании 3,3 В нужен полевик с VGS(th)  $\leq$  -2,5V. Кроме того, конечно, транзистор должен быть рассчитан на ток не меньше того, что потребляет УНЧ на максимальной громкости при данном напряжении питания.

Автором был приобретён модуль часов реального времени, как на фото ниже. Но оказалось, что в нём не подключён выход секундных импульсов к разъёму. Пришлось соединить тонкой проволоочкой вывод 3 микросхемы со свободным контактом (NC) разъёма модуля.



**asvetp**, август 2018 г.



J1 - прямая или инверсная подсветка

к выв. 1 (29) DD1

Красным цветом указаны номера выводов для АТМега8 в планарном корпусе.