

Техническое описание и рекомендации по ремонту модулей ИМЕ и ИКМ информатора «Электроника МС6610.03(П)»

Сокращения и условные обозначения, принятые в настоящем документе, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сокращения и условные обозначения	Полное наименование
МК	Микроконтроллер
ЖКИ	Жидкокристаллический индикатор
ФНЧ	Фильтр нижних частот
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
УМЗЧ	Усилитель мощности звуковых частот
ОУ	Операционный усилитель
ШИМ	Широтно-импульсная модуляция
DSP	Digital signal processing (цифровая обработка сигнала)

1. Введение.

В первых партиях электронных информаторов «Электроника МС6610.03(П)» применялся модуль ИМЕ ред.1 (НПЦ3.858.012), в котором предполагалась цифровая обработка звука с микрофонного входа с помощью АЦП микроконтроллера. Вследствие большого уровня помех и наводок в оцифрованном сигнале из-за неудачной разводки печатной платы и низкой частоты АЦП от оцифровки сигнала микрофона отказались, и в модуль был добавлен коммутатор микрофона (модуль КМ НПЦ5.508.014). В дальнейшем модуль ИМЕ ред.1 был снят с производства и заменен на модуль ИКМ (НПЦ3.858.009).

Модуль ИКМ функционально аналогичен связке модулей ИМЕ ред.1 и КМ, имеет схему коммутации микрофона и отличается от модуля ИМЕ более надежной схемой подключения внешней рабочей кнопки.

Так как электрические схемы модулей ИКМ и ИМЕ ред.1 с модулем КМ практически одинаковы, в микроконтроллеры модулей заливается одна и та же «прошивка».

Далее по тексту, где это необходимо, будет оговариваться, о каком конкретно модуле идет речь.

2. Описание структурной схемы модуля информатора.

Модуль информатора состоит из следующих основных функциональных узлов:

- микроконтроллер (МК);
- часы реального времени;
- жидкокристаллический индикатор со встроенным контроллером;
- узел сопряжения МК с интерфейсом RS-232 (в модулях ИМЕ не распаян);
- узел сопряжения МК с интерфейсом RS-485 (для подключения информационных табло);
- микросхема MP3/ADPCM декодера;
- разъем для подключения карты памяти;
- аналоговый коммутатор;
- двухканальный усилитель мощности звуковых частот (УМЗЧ);
- микрофонный усилитель.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 1.

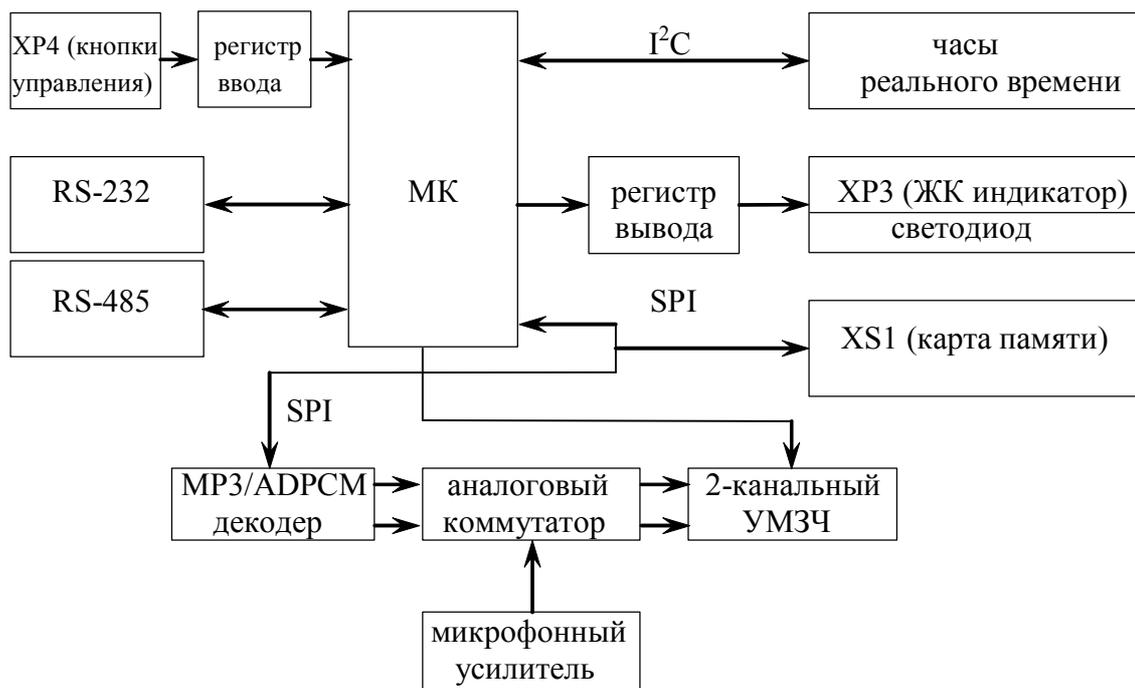


Рисунок 1 - Структурная схема модуля

«Сердце» модуля – микроконтроллер типа ATmega644 (или ATmega644P) фирмы Atmel, относящийся к семейству AVR-контроллеров, которое, в отличие от многих других семейств, имеет RISC-архитектуру (т.е. одна команда программы выполняется за один такт рабочей частоты контроллера). МК имеет FLASH-память программы объемом 64 кБайт, память данных объемом 4 кБайт, программируемые приемопередатчики последовательных интерфейсов UART (1 шт. у ATmega644 и 2 шт. у ATmega644P), SPI и TWI.

Вся воспроизводимая информатором звуковая информация и текстовые сообщения для отображения на подключенных к информатору информационных табло хранятся на карте памяти в виде файлов групп маршрутов с расширением *.GRP*. В этих файлах также содержится описание структуры маршрутов, входящих в данную группу. Файлы с расширением *.GRP* создаются пользователем с помощью программы *InfoSD* (автоматизированного рабочего места подготовки фонограмм). Эти файлы – нередатируемые, в них всё уже разложено так, чтобы было удобнее работать информатору.

Программа информатора умеет работать с картами памяти типов MMC, SD и SDHC, отформатированными в файловой системе FAT16/FAT32 и имеющими объем до 32 Гбайт включительно. SDXC карты объемом 64 Гбайт и более не поддерживаются, т.к. они по стандарту должны быть отформатированы в файловой системе exFAT, для поддержки которой у микроконтроллера недостаточно ресурсов.

Управление работой информатора осуществляется при помощи кнопок, подключенных к МК через регистр ввода. Для отображения пользователю визуальной информации о воспроизводимой в данный момент фонограмме служит двухстрочный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ), на который также выводится текущее время. С этой целью в состав модуля входит микросхема часов реального времени с источником резервного питания.

При воспроизведении очередного сообщения необходимая информация считывается МК из файла текущей группы маршрутов, передается в микросхему MP3/ADPCM декодера, с выхода которой уже в аналоговом виде поступает на коммутатор. Аналоговый коммутатор подключает к звуковому тракту информатора или сигнал с выхода декодера, или сигнал с выхода микрофонного усилителя, обслуживающего выносной микрофон. Коммутация входных аналоговых сигналов коммутатора осуществляется МК, который, обнаружив нажатие кнопки (тангенты), расположенной на микрофоне, выдает соответствующие управляющие

сигналы на коммутатор. Также МК на ЖКИ отображает значок, соответствующий текущему состоянию коммутатора – «микрофон» (на УМЗЧ идет сигнал от микрофона) или «динамик» (на УМЗЧ идет сигнал от декодера). Далее звуковой сигнал поступает на двухканальный УМЗЧ для дальнейшего усиления. Причём, если отдельный канал установлен в меню настроек информатора как «контр. динамик», то МК коммутирует управляющие входы коммутатора таким образом, что на соответствующий вход УМЗЧ звуковой сигнал с микрофонного усилителя не проходит (для избежания возникновения «микрофонного эффекта», который неизбежен в случае установки контрольного динамика в кабине водителя).

3. Описание работы модуля.

Работой модуля управляет МК D1, работающий на частоте 12 МГц, стабилизированной кварцевым резонатором BQ1. Цепь R1C4 формирует сигнал сброса /RES, запускающий на исполнение код программы-«загрузчика». Основное предназначение загрузчика – проверка целостности программы-«прошивки» МК и обеспечение возможности ее обновления (при случайном повреждении кода прошивки или при необходимости ее обновления на более новую версию).

Сначала загрузчик подсчитывает контрольную сумму кода программы.

Если контрольная сумма неправильная (например, программа повреждена или МК заменен на новый, в котором «прошит» только загрузчик) и в разъем XS1 установлена карта памяти, в ее папке *UPGRADE* производится поиск файла с именем *INFO644*.HAS* (где * может быть любым символом). При наличии такого файла загрузчик производит обновление программы. В случае отсутствия файла «прошивки» на ЖКИ информатора будет выведено сообщение «НЕТ ПРОГРАММЫ».

Если контрольная сумма программы МК правильная и в разъем XS1 установлена карта памяти, в ее папке *UPGRADE* производится поиск файла с именем *INFO644*.HAS*. Если этот файл присутствует и его версия новее, чем «прошитая» в памяти МК, производится обновление программы и после этого МК уходит на повторный сброс.

После проверки целостности программы (и, при необходимости, её обновления) загрузчик передаёт ей управление.

Через разъём XP2 производится первичная запись загрузчика при изготовлении модуля информатора или в случае замены D1 на «чистый» (полностью незапрограммированный) МК.

В «прошивках» МК, начиная с версий 3.*, в начале работы основной программы проводится опрос информационных табло, подключенных к интерфейсу RS-485 модуля (микросхема D3). На выходах микросхемы D3 установлены диоды Шоттки VD1...VD4, ограничительные диоды VD5, VD6 и самовосстанавливающиеся предохранители FU1 и FU2 для защиты выхода микросхемы D3 от коротких замыканий и попадания напряжения бортовой сети транспортного средства.

Табло, имеющие в своём составе модули контроллера MKT, MKT2, МПКТ2, МПКТ3 (с МК ATmega8515 или ATmega8), были ранее «безответными», т.е. работали только как приемники информации по интерфейсу RS-485. В программном обеспечении для МК ATmega328 (например, в модуле МПКТ4), как и в модуле информатора, реализованы свой загрузчик и возможность двустороннего обмена информацией по интерфейсу RS-485 информационной системы. Этот загрузчик также умеет обновлять основную программу МК табло.

В случае обнаружения в составе информационной системы табло, имеющих в МК вышеупомянутый загрузчик, программа МК информатора выясняет у них версию их основной программы и, при наличии на карте информатора в папке *UPGRADE* файла с именем *TABL****.HAS* (где * может быть любым символом) с более новой версией, передаёт МК табло этот файл для обновления его основной программы.

Информация о процессе прохождения этапов начальной загрузки МК модуля информатора (и обновления «прошивок», при необходимости) выводится на алфавитно-цифровой ЖКИ информатора.

Для экономии выводов МК модуля информатора ЖКИ подключен через последовательный регистр D8 с параллельными выходами. Регистр D8 также выступает в роли преобразователя уровней: МК работает от напряжения +3,3 В, а ЖКИ питается от напряжения +5 В. ЖКИ типа MTC-S16202 подключен к выходам регистра D8 через разъём XP3 по четырёхбитной схеме и представляет собой законченный модуль, имеющий двухстрочный матричный жидкокристаллический дисплей (2x16 знакомест) и встроенный контроллер HD44780, KS0066 или аналогичный, с русифицированным знакогенератором. Индикатор получает 4-битные данные с выходов Q0...Q3 регистра D8 и управляется сигналами RS (выход Q4 D8 – выбор регистра: данные/управление/состояние) и EN (выход Q5 D8 – разрешение обмена данными). Сигнал RW (чтение/запись) ЖКИ подключен к общему проводу модуля и обеспечивает работу ЖКИ только в режиме записи. Так как режим чтения не используется и чтение бита готовности регистра состояния ЖКИ невозможно, временные диаграммы работы с ЖКИ формируются программно. Через контакт 4 разъёма XP3 подается напряжение питания выходных драйверов индикатора – его уровень устанавливается подстроечным резистором R19 и определяет контрастность изображения на дисплее.

Монтажное поле X5 позволяет подключать к модулю информатора совместимые ЖКИ других производителей с переставленными относительно MTC-S16202 выводами питания и общего провода. Так, например, для подключения ЖКИ MT-16S2 (производства московского завода МЭЛТ) нужно установить перемычки между контактами 1-2, 3-4, 5-6 (для MTC-S16202 устанавливаются перемычки между контактами 7-8, 9-10).

К выходам Q6 и Q7 регистра D8 через ограничительные резисторы R20 и R21 подключен двухцветный светодиод VD7 для дополнительной индикации состояния информатора (зелёный – состояние «покоя» информатора, жёлтый или жёлто-зелёный – информатор «в работе», красный или мигающий красный – произошла какая-либо ошибка или сбой, требующий перезапуска информатора).

Далее в программе производится инициализация часов реального времени DS1340 (D2). Микросхема D2 подключена к интерфейсу TWI МК по двухпроводной шине I²C. Когда не производится обмена по шине, её линии SDA (данные) и SCL (тактовый сигнал) свободны и подтянуты к уровню +3,3 В резисторами R3 и R4. Частота внутреннего генератора часов D2 32768 Гц стабилизирована кварцевым резонатором BQ2. При ремонте в случае замены необходимо запаивать резонатор с ёмкостью кристалла 12,5 пФ, иначе часы будут работать нестабильно. Литиевый элемент питания GB1 типа CR2032 обеспечивает ход часов при выключенном питании информатора.

Далее следует инициализация специализированной микросхемы D4 – однокристалльного MP3/ADPCM декодера VS1011E финской фирмы *VLSI Solution Oy*. Декодер является миниатюрной законченной DSP системой – в одном корпусе содержатся DSP процессор со своей управляющей программой, оперативная память для входного буфера декодера и хранения результатов работы программы, 18-битный двухканальный ЦАП, частотные фильтры и выходной буферный усилитель звукового сигнала. Тактовая частота декодера задается кварцевым резонатором BQ3 на 24 МГц. Управление и звуковые данные в виде MP3/ADPCM потока декодер получает по SPI интерфейсу МК. Этот же SPI интерфейс декодер разделяет с картой памяти – в каждый определенный момент времени МК работает либо с картой памяти, либо с декодером. Питание аналоговой части декодера осуществляется от общего источника напряжения +3,3 В через развязывающую цепочку L2C13.

Преобразованный микросхемой D4 из MP3/ADPCM цифрового потока аналоговый звуковой сигнал с выходов декодера попадает на аналоговый коммутатор (микросхема D6 в модуле ИКМ или микросхема D1 модуля КМ, установленного в модуль ИМЕ ред.1). Коммутатор передает дальше в звуковой тракт информатора сигнал либо с выхода декодера D4, либо с выхода микрофонного усилителя – двояного ОУ D5. Благодаря индивидуальному

подключению управляющих входов каналов коммутатора к выходам PA0 и PA1 порта А МК возможен выбор канала для подключения выхода микрофонного усилителя.

Выходы коммутатора подключены к двухканальному однокристальному УМЗЧ на микросхеме D7 TDA7495. Особенностью данного УМЗЧ является наличие режимов «Mute» («молчание», режим единичного усиления) и «Standby» (минимальное потребление тока, микросхема «заглушена», на её выходах – 0 В), а также электронная регулировка громкости на выходах УМЗЧ уровнем напряжения на регулирующем выводе 3. МК на своём выводе 4 (порт PB3, сигнал VOLUME) с помощью внутреннего таймера формирует ШИМ-сигнал амплитудой 3,3 В с переменной скважностью. Простейший преобразователь уровня на n-p-n транзисторе VT1 увеличивает размах ШИМ-сигнала до необходимого уровня 5 В, а RC-фильтр R23C6 преобразует ШИМ в соответствующее постоянное напряжение управления громкостью в диапазоне 0...+5 В.

На выходах УМЗЧ последовательно с развязывающими электролитическими конденсаторами C31 и C32 включены низкоомные резисторы R24 и R25 для защиты выходных транзисторов УМЗЧ от выхода из строя при коротком замыкании в цепях громкоговорителей.

Кнопки управления информатором через разъём XP4 подключены к параллельному регистру с последовательным выводом информации D9. Кнопки подключены к входам регистра через антидребезговые цепочки R15C25, R16C26, R17C27, R18C28. Также к входам регистра D9 подключены тангента микрофона и контакт 6 разъёма XS1 карты памяти, который соединяется с общим проводом модуля при вставлении карты в разъём XS1.

Узел подключения внешней рабочей кнопки запараллелен с контактами кнопки «Пуск» («↑») информатора и выполнен в рассматриваемых модулях по разным схемам. В модуле ИМЕ ред.1 контакты внешней кнопки подключаются параллельно кнопке «Пуск» через защитные элементы VD13, VD14 и FU4. В модуле ИКМ для увеличения надёжности применена гальваническая развязка внешней кнопки от входа регистра D9 с помощью транзисторной оптопары D13.

Узел питания модуля информатора выполнен по двухкаскадной схеме: сначала напряжение питания бортовой сети транспортного средства (номинальное значение +24 В) понижается до +5В с помощью импульсного преобразователя напряжения на микросхеме D10 LM2674, а затем линейным стабилизатором D11 LM1117MPX-3.3 понижается до уровня +3,3 В. Значение напряжения +5 В задаётся резистивным делителем R26R27 и используется для питания микрофонного усилителя D5, регистра вывода на ЖКИ D8, самого ЖКИ и драйвера интерфейса RS-485 D3. Напряжение +3,3 В используется для питания остальных узлов модуля информатора, кроме УМЗЧ. Сам УМЗЧ D7 питается от бортовой сети и подключен по питанию параллельно входу импульсного преобразователя напряжения после защитных элементов FU3, VD8, VD9, предохраняющих узел питания и сам модуль от выбросов напряжения в бортовой сети и случайной переплюсовки входного напряжения питания информатора.

На плате модуля информатора опционально может быть установлен драйвер последовательного интерфейса RS-232 D12 с конденсаторами обвязки C44...C48. В прошивках версий 3.* имеется программная поддержка последовательного порта USART1 микроконтроллера ATmega644P, позволяющая подключать к информатору GPS/ГЛОНАСС приёмник с интерфейсом RS-232 и таким образом обеспечить автоматический режим работы информатора.

Возможные неисправности информатора и модуля

<i>Внешнее проявление неисправности</i>	<i>Причина</i>	<i>Способ устранения</i>
При включении переключателя питания информационной системы не светится ЖКИ информатора	Нет напряжения питания на контакте «+» разъема информатора, обрыв провода «+» кабеля системы.	Найти место обрыва или устранить неконтакт.
	Неисправность импульсного преобразователя напряжения +5 В модуля информатора.	Замерить напряжение на конденсаторе С40. При значении ниже +4,75 В убедиться в наличии напряжения питания более +8 В на выводе 7 D10, отсутствии обрыва дросселя L3, пробоя VD10 . Заменить D10.
При включении переключателя питания информационной системы ЖКИ информатора светится, но нет изображения	Обрыв или плохой контакт в подстроечном резисторе R19 модуля информатора.	Заменить подстроечный резистор R19 модуля информатора.
	Неисправность линейного стабилизатора напряжения +3,3 В.	Замерить напряжение на конденсаторе С42. При значении ниже +3 В убедиться в наличии напряжения питания +4,75...+5,25 В на выводе 3 D11. Заменить D11.
При включении питания информатора на ЖКИ информатора сообщение «НЕТ ПРОГРАММЫ»	Не совпадает контрольная сумма программы МК модуля информатора (случайное повреждение программы).	На карту памяти в папку <i>UPGRADE</i> записать файл <i>INFO644*.HAS</i> с программой «прошивки» МК, установить карту в информатор и переключить информатор. Обновление программы будет выполнено автоматически.
Нет обновления информации на табло при объявлении остановок информатором.	Нет контакта, обрыв или замыкание в сигнальных цепях «А» и «В» кабеля системы, кабеля информатора.	При обычной работе системы потенциал на проводе «А» кабеля системы по отношению к проводу «→» должен быть в пределах 3,5...5 В (проверяется вольтметром), потенциал на проводе «В» кабеля системы по отношению к проводу «→» должен быть в пределах 0...1,5 В. При несоответствии измеренных значений указанным даже при исправном информаторе и при отсоединенных табло проверить кабель системы и трассу его прокладки.

Нет обновления информации на табло при объявлении остановок информатором.	Отказ драйвера интерфейса RS-485 микросхемы D3.	К системе подключить заведомо исправный информатор. При наличии обновления информации на табло при объявлении остановок заменить D3 в неисправном информаторе.
Нет звука при объявлении остановки нажатием на кнопку «↑». При нажатии зеленое свечение светодиода сменяется на желтое.	Неисправность УМЗЧ D7.	Установить уровень громкости нажатиями кнопки «+» на значение 63. При наличии на выводе 3 D7 постоянного напряжения более +4,5В, на выводах 9 и 10 D7 постоянного напряжения менее +2 В и звукового сигнала на входах 1 и 5 D7 заменить УМЗЧ D7.
	Неисправность в цепи регулировки громкости.	Установить уровень громкости нажатиями кнопки «+» на значение 63. При наличии на выводе 3 D7 постоянного напряжения менее +4,5В заменить транзистор VT1.
	Непропай или неисправность MP3/ADPCM декодера D4.	<p>Аккуратно пропаять выводы декодера D4.</p> <p>Проверить исправность кварцевого резонатора BQ3 и дросселя L2 в цепи аналогового питания декодера.</p> <p>Замерить напряжение на выводе 22 декодера D4. Если измеренное значение более чем на 0,5 В отличается от 1,2...1,3 В, то заменить декодер D4.</p>
Нет звука при объявлении остановки нажатием на кнопку «↑». При нажатии кнопки светодиод остается зеленым.	Неисправность кнопки «↑» информатора.	Заменить кнопку на заведомо исправную.

VI.1
2012-04-13