

Техническое описание и рекомендации по ремонту модуля ИРЭ-8515-01 информатора «Электроника МС6610.01»

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
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
УМЗЧ	Усилитель мощности звуковых частот
ОУ	Операционный усилитель

1. Описание структурной схемы модуля информатора.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 1.

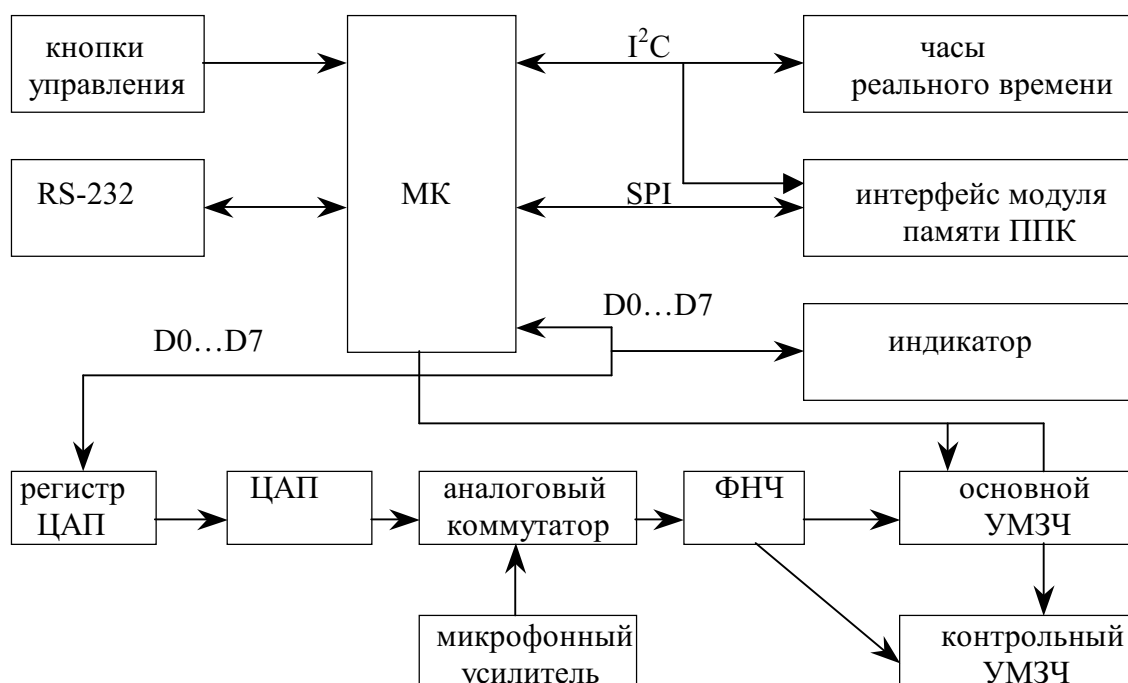


Рисунок 1 - Структурная схема модуля.

Модуль ИРЭ-8515-01 состоит из следующих основных функциональных узлов:

- микроконтроллер (МК);
- часы реального времени;
- жидкокристаллический индикатор со встроенным контроллером;
- узел сопряжения МК с интерфейсом RS-232;
- цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП);
- аналоговый коммутатор;
- фильтр нижних частот (ФНЧ);
- основной и контрольный усилители мощности звуковых частот (УМЗЧ);
- микрофонный усилитель.

«Сердце» модуля – микроконтроллер типа AT90S8515 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 8 кбайт, память данных объемом 512 байт, один 8-битовый и один 16-битовый таймеры/счетчики, программируемые приемопередатчики интерфейсов RS-232 и SPI.

Речевые сообщения, воспроизводимые информатором, хранятся в микросхеме FLASH-памяти большого объема, конструктивно оформленной в виде сменного модуля памяти, что позволяет оперативно менять содержание и характер сообщений. Запись требуемых речевых сообщений осуществляется самим МК, получающим информацию для программирования по интерфейсу RS-232 от подключаемого к информатору компьютера, входящего в состав автоматизированного рабочего места подготовки фонограмм. Для уменьшения объема записываемой звуковой информации применяется её «упаковка», т.е. сжатие с коэффициентом приблизительно 4:1, что позволяет, например, в сменном модуле памяти объемом 1 Мбайт хранить около 6 минут неповторяющегося звука.

Управление работой информатора осуществляется при помощи кнопок, подключенных напрямую к МК. Для отображения пользователю визуальной информации о воспроизводимом в данный момент речевом сообщении служит двухстрочный жидкокристаллический индикатор, на который также выводится текущее время. С этой целью в состав модуля входит микросхема часов реального времени с источником резервного питания.

При воспроизведении очередного речевого сообщения необходимая информация считывается МК из сменного модуля памяти, распаковывается и выдается на 8-битовый ЦАП, с которого уже в аналоговом виде поступает на коммутатор. Аналоговый коммутатор подключает к звуковому тракту информатора или сигнал с выхода ЦАП, или сигнал с выхода микрофонного усилителя, обслуживающего выносной микрофон. Коммутация входных сигналов коммутатора осуществляется при помощи кнопки (тангент), расположенной на микрофоне. Далее звуковой сигнал поступает на ФНЧ (фильтр Чебышева четвертого порядка), обеспечивающий подавление сигнала частотой выше 5-6 кГц и выполненный на операционных усилителях с соответствующими RC-цепями.

После фильтрации результирующий сигнал усиливается основным УМЗЧ – для громкого оповещения – и контрольным УМЗЧ – для контрольного прослушивания.

2. Описание работы модуля.

2.1 Начальный запуск.

Работой модуля ИРЭ-8515-01 управляет МК D1, работающий на частоте 7,3728 МГц, стабилизированной кварцевым резонатором BQ1. Цепь R1C3 формирует сигнал сброса /RES, запускающий внутреннюю программу МК после включения питания. Запись программы в МК при изготовлении или после замены D1 при ремонте производится через разъем внутрисхемного программирования XP8, на который выведены все необходимые сигналы.

После старта программы МК опрашивает 2-й разряд порта C (вывод 23). При наличии на нем низкого логического уровня (перемычка J1 замкнута) МК считает, что жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) HL1 не подключен и вывод информации на него не производится. В противном случае (на выводе 23 высокий уровень) осуществляется инициализация ЖКИ.

Индикатор HL1 типа MTC-S16204 представляет собой законченный модуль, имеющий двухстрочный матричный жидкокристаллический дисплей (2x16 знакомест) и встроенный контроллер HD44780, KS0066 или аналогичный, с русифицированным знакогенератором. Индикатор получает 8-битные данные с порта A МК D1 и управляется сигналами RS (выбор регистра – данные/управление/состояние), RW (чтение/запись) и EN (разрешение обмена данными). Через вывод 3 HL1 подается напряжение питания выходных драйверов индикатора – его уровень устанавливается подстроечным резистором R44 и определяет контрастность

изображения на дисплее. Для возможности подачи отрицательного напряжения (для индикаторов расширенного температурного диапазона) предназначена перемычка J2. При использовании индикатора с внутренней светодиодной подсветкой в модуле ИРЭ-8515-01 устанавливается резистор R46, ограничивающий ток подсветки.

Далее в программе производится инициализация часов реального времени DS1307 (D2). D2 подключена к МК по двухпроводной шине I²C (разработанной фирмой Philips). Когда не производится обмена по шине, её линии SDA (данные) и SCL (тактовый сигнал) свободны и подтянуты к уровню +5В резисторами R2 и R3. 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 EL1 типа CR2032 обеспечивает ход часов при выключенном питании информатора.

После инициализации микросхемы часов D2 на её выводе 7 появляется сигнал SQW – «меандр» с частотой 1 Гц. Этот сигнал вызывает прерывание МК по выводу 12, обеспечивающее индикацию текущего времени во второй строке индикатора HL1.

Далее следует настройка SPI-интерфейса для связи с микросхемой FLASH-памяти типа AT45D081A, размещённой в сменном модуле памяти ППК, подключенном к разъёму XS2 (XP7) модуля ИРЭ-8515-01. SPI настраивается для работы в режиме 3 на частоте 1,8 МГц. Диаграмма работы интерфейса показана на рис.2.

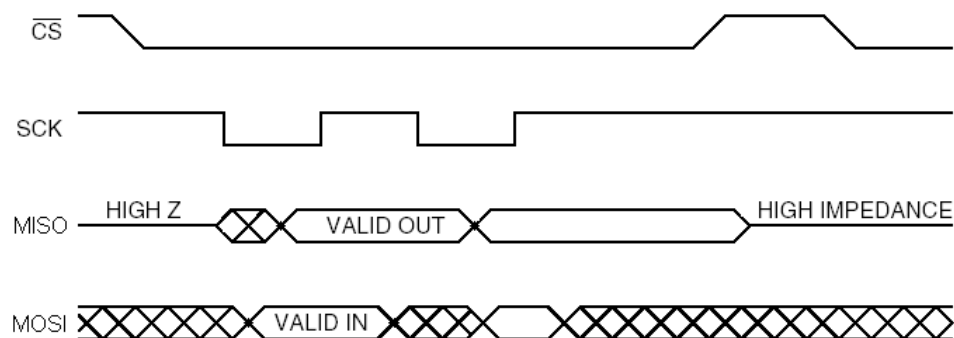


Рис.2. Сигналы SPI-интерфейса

После инициализации SPI-интерфейса микроконтроллер D1 определяет, подключен ли модуль памяти ППК и объем памяти микросхемы модуля ППК. Присутствие модуля ППК в разъеме XS2 (XP7) определяется по наличию перемычек между контактами 14-15 и 24-25 в ответной части разъема модуля ППК. Эти контакты замыкают на общий провод 13-й вывод МК (3-й разряд порта D, сигнал /INS) при подключенном ППК.

Затем на 29-м выводе МК появляется высокий логический уровень, являющийся опорным напряжением для цифро-аналогового преобразователя D4.

Далее производится опрос кнопок панели управления информатора. При обнаружении нажатой кнопки «■» осуществляется переход в режим работы с компьютером, подключенным к разъёму «МКФ» кабелем НПЦ4.854.002. В этом режиме производится обновление информации в модуле ППК, установка часов информатора и другие операции. Подробности о работе с программой *Info.exe*, необходимой для выполнения этих действий, смотрите в документе «АРМ подготовки фонограмм. Руководство оператора 589.10600505.0001-01 34 01».

После опроса кнопок происходит инициализация основного (рабочего) цикла информатора – подготовка к воспроизведению текущей фразы фонограммы, хранимой в модуле памяти ППК. МК выставляет лог. 0 на 3-м выводе (2-й разряд порта B), открывая ключ на транзисторе VT2, что, в свою очередь, вызывает подачу питающего напряжения +5В на модуль ППК и открытие буферных ключей D6, D7, служащих для развязки сигнальных цепей модуля ППК и микроконтроллера. Из FLASH-памяти ППК считывается текст,

соответствующий текущей фразе фонограммы, и выводится на индикатор информатора. Также программно разрешаются прерывания от микросхемы часов D2 (сигнал SQW, 12-й вывод МК), что вызывает появление на индикаторе информатора во 2-й строке показаний текущего времени, считываемых из D2 по заднему фронту сигнала SQW. После этого логической 1 на 3-м выводе МК ключ VT2 закрывается, снимая питание с модуля ППК.

Для сохранения номера очередной фразы и текущего маршрута при обесточивании информатора используются свободные ячейки памяти микросхемы часов D2, питаемой при отсутствии напряжения от литиевого элемента EL1, что позволяет продолжать работу с информатором после случайного выключения питания без выхода в режим начальной установки номера фразы и номера маршрута.

2.2 Основной режим работы информатора.

Находясь в основном (рабочем) режиме, МК постоянно опрашивает разряды 5, 6, 7 порта D (выводы 15, 16, 17 МК) – к ним подключены кнопки управления информатора.

При появлении лог. 0 на 16-м выводе (6-й разряд порта D) МК считает, что произошло нажатие кнопки «↑» (воспроизведение текущей фразы), и через ключ VT2 подаёт напряжение +5В на модуль ППК. Одновременно МК выставляет лог. 1 на 14-м выводе (разряд 4 порта D, сигнал EXT) для включения основного УМЗЧ. Это вызывает открытие транзистора VT1, который, в свою очередь, закрывает ключ D5.3. Вследствие этого нижний по схеме вывод резистора R36 отключается от общего провода. Делитель напряжения R36R37 определяет режим работы основного УМЗЧ D10 (TDA1519A). При уровне напряжения на 8-м выводе D10 около 4...7 В (при открытом ключе D5.3) УМЗЧ находится в режиме «Mute» (молчания). При закрытии ключа D5.3 на 8-м выводе D10 появляется потенциал +12В (нижнее плечо делителя R36R37 разорвано) и УМЗЧ включается в рабочий режим. Так как время нахождения УМЗЧ в рабочем режиме много меньше времени нахождения в режиме молчания, нагрев микросхемы УМЗЧ невелик, что позволяет обойтись без радиатора.

МК считывает «упакованный» звук из микросхемы FLASH-памяти модуля ППК, распаковывает его и выводит с частотой 11025 Гц в регистр D3, стробируемый программно формируемым (по прерываниям) сигналом DAC (24-й вывод МК, разряд 3 порта C). К выходам регистра D3 подключена микросхема ЦАП D4 типа KP572ПА1, включенная по стандартной схеме 8-битового ЦАП с выходом по напряжению (совместно с ОУ D8.2). Опорное напряжение +5В подаётся на 15-й вывод ЦАП с 29 вывода МК. В принципе, изменением уровня опорного напряжения можно регулировать размах выходного напряжения ЦАП, но в текущей версии микропрограммы это не реализовано.

С выхода ЦАП сигнал приходит на аналоговый коммутатор (вывод 1 микросхемы D5, сигнал ADAC). На 4 вывод D5 (сигнал MIC) приходит сигнал с выхода микрофонного усилителя D8.1. При ненажатой кнопке микрофона (SW равен +12В) ключ D5.1 открыт – через коммутатор проходит сигнал ЦАП ADAC, при нажатой кнопке микрофона (SW равен 0В) открыт ключ D5.2 – через коммутатор проходит сигнал микрофонного усилителя MIC.

В сигнале, сформированном ЦАП, присутствуют высокочастотные составляющие, придающие звуку неприятный «металлический» оттенок. Чтобы избавиться от этого, звуковой сигнал после коммутатора проходит через ФНЧ D8.4, D8.3 и с его выхода через резисторы R30 и R27 попадает на входы контрольного и основного УМЗЧ соответственно.

Уровень громкости контрольного УМЗЧ регулируется подстроечным резистором R31. Громкоговоритель, подключенный к выходу контрольного УМЗЧ, размещён в корпусе информатора и обеспечивает водителю слуховой контроль воспроизводимой информации.

Уровень громкости основного УМЗЧ регулируется переменным резистором R28, выведенным на переднюю панель информатора.

После завершения вывода звука текущей фразы МК считывает из FLASH-памяти модуля ППК текстовое описание следующей фразы, выводит его на ЖК-индикатор, выключает основной УМЗЧ, снимает питание +5В с модуля ППК, разрешает прерывания от часов по сигналу SQW и уходит в цикл ожидания нажатия кнопок.

2.3 Режим программирования.

Для записи информации во FLASH-память модуля ППК предназначен режим программирования, войти в который можно включением питания информатора при нажатой кнопке «■». Её отпускают только после появления на ЖК-индикаторе сообщения «Программирование данных» и жёлтого свечения светодиодного индикатора на передней панели информатора. Последовательный порт МК программируется на скорость 9600 бит/с, 8 бит данных, 1 стоп-бит, без контроля чётности. Для преобразования в двуполярные сигналы стандарта RS-232 служит микросхема драйвера D11, содержащая в себе также преобразователь напряжения +5В в напряжения питания выходных каскадов драйвера +12В и -12В.

3. Тестовый режим.

Для проверки работоспособности информатора внутреннее программное обеспечение имеет так называемый тестовый режим. В этом режиме обеспечивается:

А) проверка работоспособности регистра ЦАП D3 (KP1554ИР37) и самого ЦАП D4 (KP572ПА1);

Б) проверка работоспособности ЖК-индикатора HL1 (МТС-S16204).

1. Для входа в тестовый режим необходимо включить питание информатора при нажатой кнопке «⌚». При этом обращение к индикатору ещё не производится и в регистр ЦАП D3 последовательно выводятся значения 0x00, 0x01, 0x02, ..., 0xFE, 0xFF, формируя на выходе ЦАП (выводе 16 микросхемы D4) ступенчато нарастающее напряжение размахом от -5В до 0В. По равномерности и величине наблюдаемых при помощи осциллографа «ступенек» можно судить об исправности регистра D3, ЦАП D4 и проводников, соединяющих их между собой. Также во время этого теста удобно проверять исправность фильтра низких частот на элементах ОУ D8.4, D8.3, коммутатора «микрофон/ЦАП» D5.1, D5.2, D5.4, контрольного УМЗЧ D9, оконечного УМЗЧ D10.

2. Переход к следующему этапу теста – проверке функционирования ЖКИ – осуществляется нажатием кнопки «■». На этом этапе на ЖКИ выводится надпись «Тест ЖК-индикатора» и в первой строке последовательно и непрерывно выводятся все отображаемые символы контроллера индикатора.

При необходимости можно произвести подстройку контрастности выводимого на ЖКИ изображения резистором R44 модуля.

4. Проверка работоспособности интерфейса связи с компьютером.

Для проверки необходимо при выключенном питании информатора соединить гнездо «МКФ» на задней панели информатора с последовательным портом компьютера кабелем НПЦ4.854.002 (входящим в состав автоматизированного рабочего места для подготовки фонограмм информатора). После этого включить питание информатора при нажатой кнопке «■». На ЖКИ появится надпись «Программирование данных».

На компьютере в режиме MS-DOS (или в сеансе MS-DOS – для Win9x) выполнить команду настройки используемого последовательного порта на режим 9600 бит/сек, 8 бит, 1 стоп-бит, без контроля четности, например, для COM2:

mode com2:9600,n,8,1.

После этого запустить программу DEBUG.EXE, входящую в состав операционной системы.

Замечание: в работе с программой DEBUG.EXE необходимо использовать соответствующие шестнадцатиричные базовые адреса портов, т.е. для COM1 – 3F8, для COM2 – 2F8, для COM3 – 3E8, для COM4 – 2E8. Взаимодействие информатора с

компьютером подразумевает использование ответа информатора на передаваемые ему команды (при необходимости сопровождаемые параметрами).

Внимание! Использование некоторых команд или некорректно заданных параметров может привести к искажению информации в ПЗУ информатора или нарушению работоспособности информатора! Вследствие этого здесь будут упоминаться только команды, не производящие никаких операций записи в память информатора.

Для целей проверки или мелкого ремонта информатора достаточно пользоваться командой с кодом 0x0F – запрос ответа информатора. Для получения ответа информатора необходимо в программе DEBUG.EXE выполнить следующую процедуру (для примера использован COM2):

- o 2F8,0F <Enter> (вывод в порт COM2 байта 0x0F)
- i 2F8 <Enter> (чтение байта данных из порта COM2)

На следующей строке будет выведено значение 57 (0x57). Такой код ответа выдает информатор с прошивкой внутреннего ПЗУ, работающей с программой подготовки фонограмм Info.exe версии 2.0 и выше. Другой код ответа свидетельствует о неисправности интерфейса связи с компьютером. Как правило, связь отсутствует при отказе микросхемы приемопередатчика последовательного порта D11 (MAX232, DS232). При исправности приемника микросхемы D11 на его выходе (вывод 12) наблюдаются импульсы принимаемой команды (ТТЛ-уровня), при исправности передатчика D11 на его выходе (вывод 14) наблюдаются двуполярные импульсы ответа информатора с размахом от не менее –4...5В до не менее +4...5В.

5. Память протокола движения.

В модуле ППК установлена микросхема энергонезависимой памяти AT24C16, предназначенная для хранения информации о протоколе движения транспортного средства. Обмен данными между микроконтроллером и памятью протокола осуществляется по шине I²C и каких-либо особенностей не имеет. Необходимо только отметить, что в пассивном состоянии (при отсутствии обмена по шине) линия данных SDA (вывод 5 AT24C16) и линия тактирования данных SCL (вывод 5 AT24C16) должны иметь потенциал около +5В.

6. Рекомендации по доработке модуля.

Для повышения надежности работы микросхемы D11 рекомендуется внести следующие изменения: разорвать проводник, соединяющий 2 вывод D11 с источником питания +12В, и припаять конденсатор ёмкостью 0,22 – 0,47 мкФ (типа КМ-6, К10-17) между 2-м и 16-м выводами D11.

Также рекомендуется следующая доработка микрофонного усилителя, уменьшающая так называемый «микрофонный эффект» (неприятный свист из громкоговорителей при возникновении положительной акустической обратной связи «микрофон – громкоговоритель»): выпаять из платы правый по сборочному чертежу вывод резистора R41 и верхний по сборочному чертежу вывод конденсатора C26 и соединить выпаянные выводы вместе. Таким образом, микрофонный усилитель превращается в инвертирующий, что увеличивает порог возникновения акустической обратной связи.

ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Внешнее проявление неисправности	Возможная причина	Способ устранения
При включении питания тумблером «ВКЛ.» не загорается индикаторный светодиод на передней панели информатора	Плохой контакт или перегорание предохранителя на задней панели информатора	Зачистить контакты или заменить предохранитель
	Перегорание предохранителя вследствие переплюсовки питающего напряжения ¹ информатора (+24В)	Убедиться в правильности подключения: 1-й вывод разъёма – «+» питания, 2-й вывод – «-» питания
	Напряжение питания информатора ниже порога включения модуля блока питания	Убедиться, что напряжение питания информатора не ниже 15В.
	Неисправен модуль блока питания	Отремонтировать или заменить модуль блока питания
В рабочем режиме информатора не отображаются или «стоят» показания текущего времени	Сбой работы часов из-за сильной электромагнитной помехи или помех по цепям питания информатора	Подключить информатор кабелем НПЦ4.554.002 к АРМ разработки фонограмм или кабелем НПЦ4.554.003 к переносному программатору «SoundPROG» и установить текущее время
	Неисправность кварцевого резонатора ВQ2 или микросхемы часов D2	Заменить резонатор или микросхему
	Не поступает сигнал SQW на вход INT0 (12-й вывод МК)	Убедиться в отсутствии обрыва линии SQW (7-й вывод D2 – 12-й вывод D1) или короткого замыкания на другие цепи
При нажатии кнопки «↑» нет звуковой информации на выходе основного и контрольного УМЗЧ	Неисправен ЦАП	Проверить работу ЦАП в тестовом режиме информатора
	Неисправность цепей кнопки (тангенты) микрофона	В исправном модуле на 12 и 13 выводах микросхемы D5 должно быть напряжение около +12В при ненажатой кнопке (тангенте) микрофона
	Неисправность ФНЧ D8.3, D8.4	У исправной микросхемы D8 напряжения на выходах 8 и 14 должны быть равны 0В

¹ В модуле блока питания имеется входной защитный диод, включенный параллельно входному напряжению – анодом к «-» питания, катодом к «+» питания. С февраля 2002 г. в схему модуля питания внесено изменение: защитный диод включен последовательно с входным напряжением, и при переплюсовке питания информатора модуль блока питания просто не включается.

Внешнее проявление неисправности	Возможная причина	Способ устранения
При нажатии кнопки «↑» нет звуковой информации на выходе основного УМЗЧ. На контрольном громкоговорителе звук есть	Неисправность микросхемы основного УМЗЧ D10	В исправной микросхеме основного УМЗЧ D10 при выведенном до нуля регуляторе громкости R28 на выводе 8 должен быть потенциал напряжения питания (+12В), на выводе 3 и выходах 4 и 6 – половина напряжения питания
	Выход из строя микросхемы основного УМЗЧ D10 из-за короткого замыкания нагрузки или попадания постороннего напряжения в цепь нагрузки	
Вместо текстового описания речевого сообщения на ЖК-индикаторе в верхней строке выводится ряд чёрных прямоугольников	Неисправна микросхема FLASH-памяти D1 модуля ППК	Заменить модуль ППК на заведомо исправный и содержащий звуковую информацию
	Не поступает напряжение +5В на модуль ППК в рабочем режиме (неисправен транзистор VT2)	При исправном транзисторе VT2 на эмиттере всегда имеется напряжение +5В, при нажатии кнопки «↑» на 3 выводе МК появляется лог. «0», вызывающий открытие транзистора VT2 и появление +5В на его коллекторе
Информатор работает, но на ЖК-индикаторе левая или правая половина экрана закрыта чёрными прямоугольниками	Неисправен ЖК-индикатор	Заменить ЖК-индикатор
На ЖК-индикаторе нет никакой информации	Отсутствует напряжение питания выходных драйверов контроллера ЖК-индикатора (неисправен резистор R44)	При исправных ЖК-индикаторе и резисторе R44 вращение движка R44 должно менять напряжение на выводе 3 ЖКИ и вызывать изменение контрастности изображения. Если напряжение изменяется, а контрастность не регулируется, то ЖКИ неисправен
	Неисправен ЖК-индикатор	