

# ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПОЕЗДА (СДП)

## TECHNICAL DESCRIPTION OF TMS

### CONTENTS

1. OVERVIEW
  - 1.1. Introduction.
  - 1.2. Major Features
  - 1.3. Abbreviations
2. SYSTEM CONFIGURATION
3. TMS HARDWARE
  - 3.1. Train Computer
    - 3.1.1. Features of TC
  - 3.2. Car Computer (CC)
    - 3.2.1. Features of CC
4. TMS FUNCTIONS
  - 4.1. Driver's Aid Function
  - 4.2. Fault Detection and Recording
  - 4.3. Train Operation Recording Function
  - 4.4. TMS Control Function
5. PTU(Portable Test Unit)
  - 5.1. PTU Configuration
  - 5.2. PTU Function

#### 1. Overview

##### 1.1. Introduction

Train Monitoring System (TMS) is a computer system designed specifically for rail vehicle applications, which will handle the overall status and supervision of the train. The TMS is the intelligent supervision system consisting of hardware, operating system, monitoring application, and Portable Test Unit(PTU) analyzing the record data.

TMS is a distributed system consisting of two Train Computer (TC), nine Car Computer (CC) and two Display Unit(DU). Each DU is installed in driver's desk and each TC is installed in electric locker of Mc car, each CC is installed in electric locker of all cars.

### СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЗОР
  - 1.1. Введение
  - 1.2. Основные характеристики
  - 1.3. Аббревиатуры
2. КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ
3. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СДП
  - 3.1. Поездной компьютер (ПК)
    - 3.1.1. Характеристики ПК
  - 3.2. Вагонный компьютер (ВК)
    - 3.2.1. Характеристики ВК
4. ФУНКЦИИ СДП
  - 4.1. Функция помощи машинисту
  - 4.2. Обнаружение неисправности и функция учета
  - 4.3. Функция учета движения поезда
  - 4.4. Функция управления СДП
5. ПДУ (ПОРТАТИВНОЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО)
  - 5.1. Конфигурация ПДУ
  - 5.2. Функция ПДУ

#### 1. Обзор

##### 1.1. Введение

Система диагностики поезда (СДП) это компьютерная система, разработанная специально для применения на железнодорожном подвижном составе. В ее функции входит мониторинг за всей работой поезда. СДП – интеллектуальная система контроля, состоящая из аппаратного обеспечения, операционной системы, контролирующих приложений, и портативного диагностического устройства (ПДУ), анализирующего записанные данные.

СДП это распределенная система, состоящая из двух поездных компьютеров (ПК), девяти вагонных компьютеров (ВК) и двух блоков управления (БУ). Блок управления (БУ) устанавливается на пульте машиниста, поездные компьютера (ПК) устанавливаются в

There is connected with Train Data Link between TC and CC but electric equipments of train are connected to TMS with RS-485(ISO 3309/4335) serial link which is used widely in railroad area. All the main sub-systems linked to TMS are to be monitored by TMS.

All TMS controller unit software is developed with a high quality RTOS(Real Time Operating System, VxWorks) and well-defined task structure. All of tasks have their own functions and they have their own priority level according to the functions. A task which conducts more important business such as core controlling has highest level priority and others has not. In order to obtain and ensure high quality, each software module is tested individually using the development tools and then uploaded on a TMS unit together with other modules for combined testing. The TMS application software is tested using the simulator system which can support the whole of train interface to TMS.

## 1.2. Major Features

The major features of TMS system are as follows;

(1) Serial transmission is extensively used to gather data from external sub-systems. This reduces car wiring and increases reliability.

(2) In order to ensure the safety integrity of the train systems, the TMS does not intervene any safety related control function of the specific train system, such as the door, traction and braking systems operation. The primary role of TMS is limited to reliably transmit the required data to and from the train sub-systems.

(3) TMS provides through the train operator display unit to the driver status of the applicable equipment.

(4) When a fault is detected the TMS also be recorded for purpose of

электрощитовой Мс-вагона, а вагонные компьютера (БК) устанавливаются в электрощитовой каждого вагона.

ПК и БК связаны между собой поездным каналом передачи данных, а электрическое оборудование поезда связано с СДП с помощью стандарта для передачи и приёма данных RS-485 (ISO 3309/4335), который широко используется в железнодорожной отрасли. Все главные подсистемы, связанные с СДП, должны мониториться СДП.

В программном обеспечении контроллеров СДП используется высококачественная ОСПВ (операционная система реального времени, VxWorks) и четко определенная структура задач. Все задачи имеют собственные функции и имеют собственный уровень приоритета согласно функциям. Более важные задачи, такие как управление ядром, имеют более высокий уровень приоритета. Для получения и обеспечения высокого качества, каждый программный модуль тестируется индивидуально с использованием инструментальных программных средств, а затем устанавливается на СДП вместе с другими модулями для совместного тестирования. Программное обеспечение СДП протестировано с использованием имитирующей системы, которая может поддерживать весь интерфейс поезда.

## 1.2. Основные характеристики

Основные характеристики системы диагностики поезда следующие:

(1) для сбора данных с внешних подсистем активно используется последовательная передача. Это уменьшает необходимое количество электропроводки поезда и увеличивает надежность.

(2) С целью гарантировать целостность безопасности систем поезда, СДП не вмешивается ни в какие функции, связанные с управлением безопасностью определенных систем поезда, таких как работа дверей, тяговая или тормозная система. Первичная роль СДП ограничена надежной передачей необходимых данных к/от подсистем поезда.

(3) С помощью дисплея СДП показывает машинисту состояние работающих систем.

(4) Для упрощения процедуры анализа ошибки, при ее

assist failure investigation including fault type, car type and number, date and time, station name, Powering/Braking status, train speed and so on.

(5) A testing function for system healthy check of the train-borne equipment is provided for the train operator via the display terminal.

### 1.3. Abbreviations

TMS: Train Monitoring System

TC: Train Computer

CC: Car Computer

DU: Display Unit

PA: Public Address

PIS: Passenger Information System

ATC: Automatic Train Controller

C/I: Converter/Inverter

APS: Auxiliary power supply system

HVAC: Heating Ventilation Air conditioner Controller

IEC: International Electro technical Commission

TDL: Train Data Link

DVAU: Digital Video Audio Unit

BECU: Brake Electric Control Unit

DCU: Door Control Unit

FDU: Fire Detection Unit

## 2. System configuration

The TMS is composed of a Train Computer(TC), Car Computer(CC), Display Unit(DU). The DU is installed the driver desk for train monitoring and diagnostic. Control and diagnostic data from the car is collected and managed by the TC, and accessed by the DU. TC is modular and expandable centralized control and diagnostic data capture and management system, with diagnostic data networks, discrete train line inputs, and discrete output control signals. The train networks are composed of redundant ARCNET. Most of the sub devices linked to TC and CC via RS-485 serial link. The TC also includes discrete input capture and output control and other functions.

обнаружении, она будет записана СДП, включая тип ошибки, тип и номер вагона, дату и время, название станции, режим тяги/торможения, скорость поезда и т.д.

(5) Машинист получает доступ к тестирующим функциям работоспособности систем поездного оборудования посредством дисплея.

### 1.3. Аббревиатуры.

СДП: Система Диагностики Поезда

ПК: Поездной Компьютер

ВК: Вагонный Компьютер

БУ: Блок Управления

ГСО: Громкоговорящая Система Оповещения

СОП: Система Оповещения Пассажиров

АПК: Автоматический Поездной Контроллер

К/И: Конвертер/Инвертер

ВСЭ: Вспомогательная Система Электроснабжения

ОВК: Регулятор отопления, вентиляции и кондиционирования

МЭК: Международная Электротехническая Комиссия

ПКПД: Поездной Канал Передачи Данных

ЦАВБ: Цифровой Аудио и Видео Блок

БЭТ: Блок Электроуправления Тормозом

БУД: Блок Управления Дверями

БОО: Блок Обнаружения Огня

## 2. Конфигурация системы

СДП состоит из поездного компьютера (ПК), вагонного компьютера (ВК), блока управления (БУ). Блок управления (БУ) устанавливается на пульте машиниста для контроля за поездом и проведения диагностики. Контрольно-диагностические данные с вагона аккумулируются и обрабатываются ПК и доступны с помощью БУ. ПК является управляемой, модульной с возможностью расширения и сбора диагностических данных системой, с сетями диагностических данных, с устройствами ввода данных поездной магистрали, состоящих из отдельных элементов, и управляющими сигналами дискретного вывода данных. В сети поезда входит дублирующая сеть ARCNET. Большинство подустройств связаны с

The sub-systems which are linked with RS-485 serial link are Display Unit(DU), Digital Video Audio Unit(DVAU), Fire detection Unit(FDU), Brake Electrical Control Unit(BECU), Auxiliary Power System(APS), Converter/Inputer(C/I), Automatic Train Controller(ATC), Door Control Unit(DCU), Heating Ventilation Air conditioner Controller(HVAC). But, this configuration can be changed according to sub-system condition.

### **3. TMS hardware**

#### **3.1. Train Computer (TC)**

##### **3.1.1. Features of TC**

TC is installed in Mc car. The TC has two identical CPU part in one rack, CPU1 part and CPU2 part. The TC has master function and is major-system. And so, it is designed by full backup function. If CPU1 part failure happens, CPU2 part will be activated as master function for availability. CPU part1 and CPU part2 have same configuration.

##### **(1) CPU1 part**

CPU1 has following characteristics:

- MPC860 CPU : 32bit micro-processor
- Flash Memory : 1G Byte(for recording function)
- Train Data Link : 2 channel (Arcnet)
- Local Data Link : 4+6 channel(RS 485)
- Digital Input : DC24V, 10mA, 64 channel
- Digital Output : DC110V, 150mA, 8 channel
- Power Supply : DC110V(77V ~ 143V)

##### **(2) CPU2 part**

If CPU part 1 failure happens, CPU part 2 operates master function and car computer(CC).

CPU2 has following characteristics :

ПК и ВК с помощью последовательных каналов RS-485. ПК также включает сбор информации дискретных входных данных, управление выводами и ряд других задач.

Подсистемы, которые связаны с помощью RS-485 это: Блок Управления (БУ), Цифровой Аудио и Видео Блок (ЦАВБ), Блок Обнаружения Огня (БОО), Блок Электроуправления Тормозом (БЭТ), Вспомогательная Система Электроснабжения (ВСЭ), Конвертер/Инвертер (К/И), Автоматический Поездной Контроллер (АПК), Блок Управления Дверями (БУД), Регулятор отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВК). Но, эта конфигурация может быть изменена согласно условию подсистемы.

### **3. Аппаратное обеспечение СДП**

#### **3.1. Поездной компьютер (ПК)**

##### **3.1.1. Характеристики ПК**

ПК устанавливается в Мс-вагоне. ПК имеет две одинаковые части центрального процессорного устройства (ЦПУ) на одной стойке, часть ЦПУ1 и часть ЦПУ2 . ПК имеет мастер-функцию и является основной системой. Он снабжен функцией полного резервного копирования. Если в части ЦПУ1 возникают неполадки, часть ЦПУ2 активируется с доступными мастер-функциями. Часть ЦПУ1 и часть ЦПУ2 имеют одинаковую конфигурацию.

##### **(1) Часть ЦПУ1**

ЦПУ1 имеет следующие характеристики:

- MPC860 CPU: 32-битный микропроцессор
- Флэш-память: 1 Гб (для функции записи)
- Поездной канал передачи данных: 2 канальный (Arcnet)
- Локальный канал передачи данных: 4+6 канал (RS 485)
- Цифровой вход: 24 В постоянного тока, 10mA, 64 канальный
- Цифровой выход: 110 В постоянного тока, 150mA, 8 -канальный
- Питание: 110 В постоянного тока (77В ~ 143В)

##### **(2) Часть ЦПУ2**

Если в части ЦПУ1 возникают неполадки, часть ЦПУ2 управляет мастер-функциями и вагонным компьютером (ВК).

ЦПУ2 имеет следующие характеристики:

- MPC860 CPU : 32bit micro-processor)
- Flash Memory : 1G Byte(for recording function)
- Train Data Link : 2 channel (ARCNET)
- Local Data Link : 10 channel (RS-485)
- Digital Input : DC24V, 10mA, 64 channels
- Digital Output : DC110V, 150mA, 16 channels

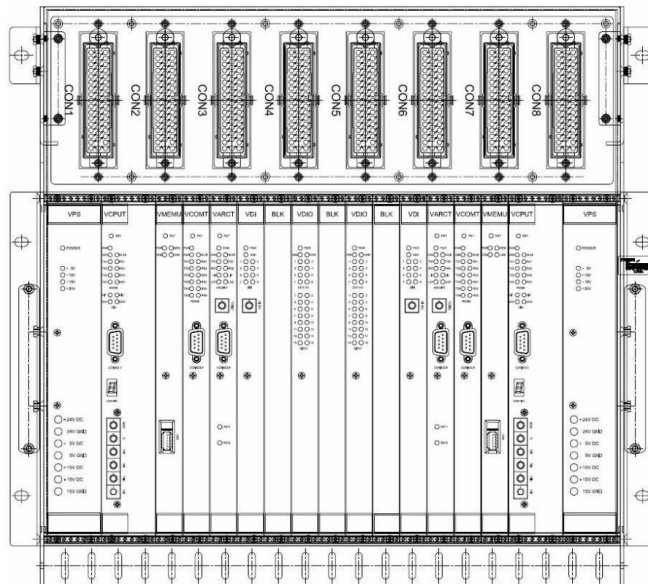


Fig 1. Train computer

- MPC860 CPU: 32-битный микропроцессор
- Флэш-память: 1 Гб (для функции записи)
- Поездной канал передачи данных: 2 каналный (Arcnet)
- Локальный канал передачи данных: 10 каналный (RS-485)
- Цифровой вход: 24 В постоянного тока, 10мА, 64 каналный
- Цифровой выход: 110 В постоянного тока, 150мА, 16 -каналный

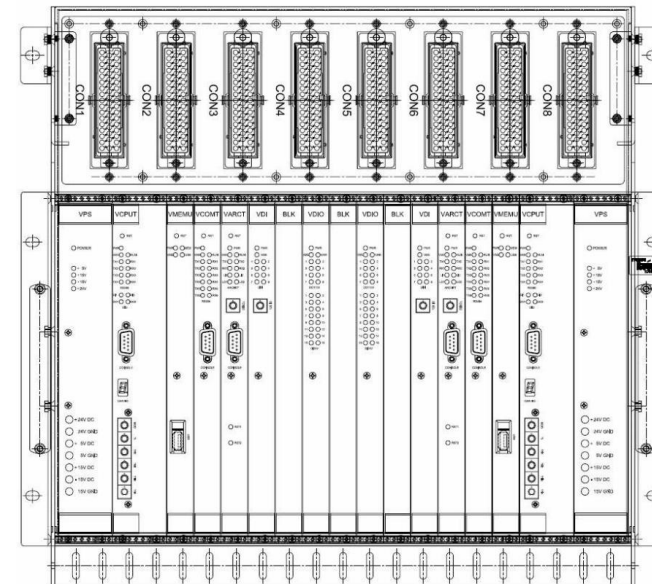


Рис 1. Поездной компьютер

### 3.2. Car Computer (CC)

#### 3.2.1. Features of CC

Normally CC carry out interface and data gathering function of sub-system and car information.

CC has following characteristics:

- MPC860 CPU : 32bit micro-processor
- Train Data Link : 2 channel(Arcnet)
- Local Data Link : 10 channel(RS 485)
- Analog Input : 0V ~ 10V, 6 channel
- Digital Input : DC24V, 10mA, 64 channels
- Digital Output : DC110V, 10mA, 8 channels

### 3.2. Вагонный компьютер (ВК)

#### 3.2.1. Характеристики ВК

Обычно с помощью ВК осуществляется взаимодействие подсистем и сбор информации на уровне вагона.

ВК имеет следующие характеристики:

- MPC860 CPU: 32-битный микропроцессор
- Поездной канал передачи данных: 2 каналный (Arcnet)
- Локальный канал передачи данных: 10 каналный (RS-485)
- Аналоговый вход: 0В ~ 10В, 6 -каналный
- Цифровой вход: 24 В постоянного тока, 10мА, 64 каналный
- Цифровой выход: 110 В постоянного тока, 10мА, 8 –каналный

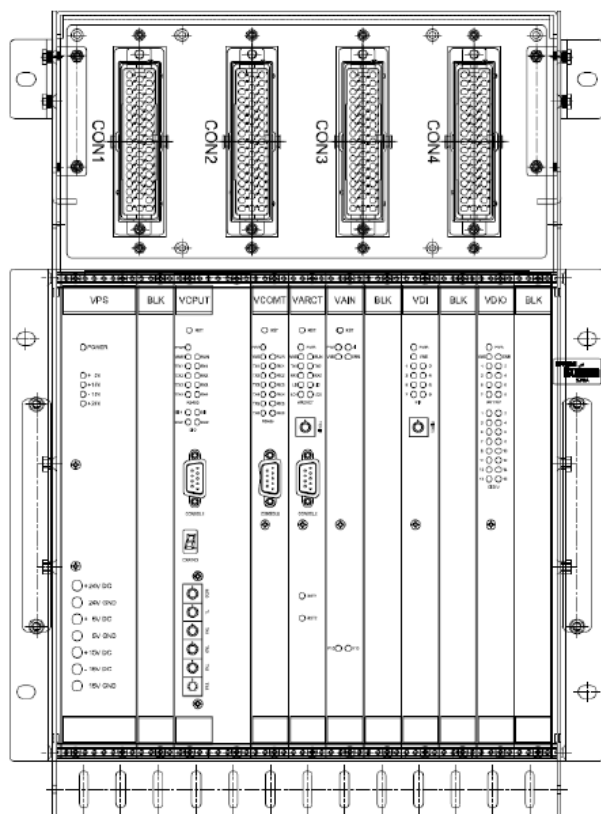


Fig 2. Car computer

#### 4. TMS functions

This system has the following two basic functions:

- Driver's Aid Function
- Fault Detection and Recording Function
- Train Operation Recording Function
- TMS Control Function

##### 4.1. Driver's Aid Function

TMS monitors the whole of train sub devices and many of train logic signals and displays those of things on display unit. If TMS detects any failure of train or sub device, TMS displays the detail information related to the failure such as fault type, location and detection time and so on.

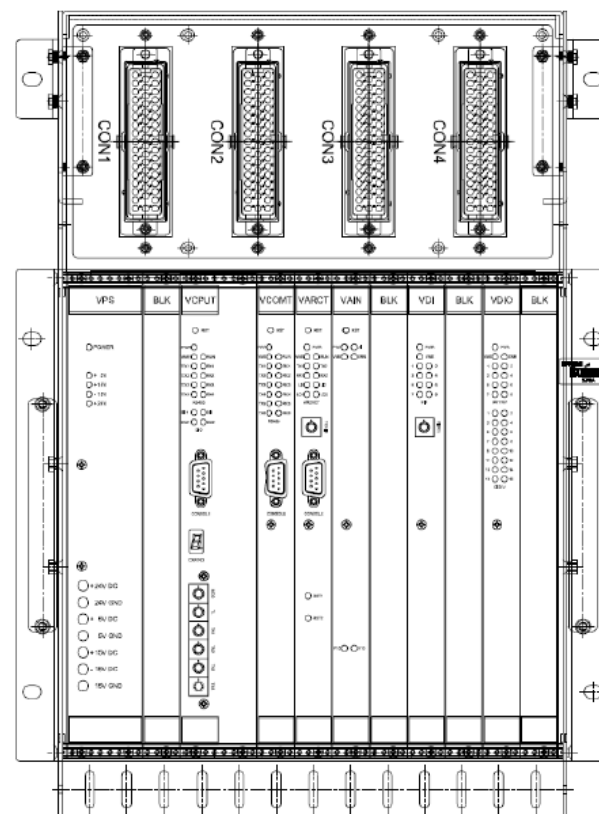


Рис 2. Вагонный компьютер

#### 4. Функции СДП

Эта система имеет следующие основные функции:

- Функция помощи машинисту
- Обнаружение неисправности и функция учета
- Функция учета движения поезда
- Функция управления СДП.

##### 4.1. Функция помощи машинисту

СДП проводит диагностику всех подсистем поезда и многих логических сигналов поезда, а также выводит их на блок управления. В случае обнаружения неисправности, СДП отображает подробную информацию о ней, в частности тип неисправности, местоположение, время обнаружения и т.д.

### (1) Train Computer (TC)

The active train computer is responsible for the coordination of the data transmission overall the train as master station in its network. The TC is advised of all information, which includes the status, operating data and fault of train sub-systems, notified to CCs. The TC then uses some reasonably sophisticated analysis techniques in an attempt to produce a train-wide data evaluation and output it to the display unit (DU) through the man-machine interface.

The TC supports the man-machine interface RS-485 which is the primary means of interaction between the operator and the TMS. All of the hardware and software for managing the man-machine interface such as the operator's display unit and operator's control input via display unit are offered by the TC. TC carries out functions of fault diagnosis and fault logging, and accomplishes the train level fault detection.

### (2) Car Computer (CC)

Each intermediate car has a car computer (CC). It communicates with the TC via the Train Data Link. The CC is responsible for all in-car data gathering and collection, It also exchanges data with the TC for train-wide supervise and diagnosis functions.

### (3) Display unit(DU)

This unit is installed on each driver's console. It is a color graphic display with touchscreen input system. The TMS continuously monitors the sub-system on each vehicle of the train. Data required by the driver to supervise the correct and safe operation of the EMUs is displayed on the cab display panel.

## 4.2. Fault Detection and Recording

TMS detects train fault data as real time and records the detected fault data in inner memory with several related train status data. The detected fault data are to be displayed on screen according to fault level.

There are three kind of fault classification such as

- MF : Major Fault
- MCF : Major Complementary Fault(Warning)

### (1) Поездной компьютер (ПК)

Активный поездной компьютер отвечает за координацию передачи данных по поезду в качестве мастер-станции своей сети. На ПК поступает вся информация, включая статус, эксплуатационные данные и ошибки, обнаруженные ВК. После этого ПК с использованием подходящих методик производит оценку всех данных и выводит информацию на дисплей при помощи интерфейса «пользователь-машина».

ПК поддерживает интерфейс «пользователь-машина» RS-485, который является основным во взаимоотношениях между оператором и СДП. Все аппаратное и программное обеспечение для управления интерфейсом «пользователь-машина», такое как дисплей и входной сигнал управления через дисплей, предоставляется ПК. ПК выполняет функции диагностики неисправностей и регистрации отказов, а также определяет неисправности и сбои на уровне поезда.

### (2) Вагонный компьютер (ВК)

Каждый промежуточный вагон оборудован вагонным компьютером (ВК). Он связывается с ПК с помощью поездного канала передачи данных. ВК ответственен за сбор всей информации в вагоне и предоставления данных в ПК для управления на уровне поезда и для выполнения функций диагностики.

### (3) Блок управления (БУ)

Юнит установлен на каждом пульте машиниста. Это цветной дисплей с сенсорным вводом. СДП постоянно проводит диагностику подсистем каждого вагона поезда. Данные необходимые машинисту для наблюдения за правильной и безопасной работой поезда выведены на индикаторную панель машиниста.

## 4.2. Обнаружение неисправности и функция учета

СДП обнаруживает ошибки поезда в реальном времени и делает запись данных обнаруженных ошибок на внутренней памяти с несколькими связанными с ошибкой параметрами поезда. Данные об обнаруженных неисправностях должны быть показаны на экране согласно уровню неисправности.

Существует три вида классификации неисправностей:

- MF: основные неисправности
- MCF: основные дополнительные неисправности (предупреждения)

- OF : Other Fault

|     | Warning message | Record | Remark |
|-----|-----------------|--------|--------|
| MF  | O               | O      |        |
| MCF | O               | O      |        |
| OF  |                 | O      |        |

When a MF/MCF fault occurs, the fault message is displayed with TMS beeps. MF and MCF by pressing the "ACK" button, this will cancel the beep and message.

#### 4.3. Train Operation Recording Function

TMS supports the convenient management method of train operating history with its various records.

- Powering and braking commands
- Train speed
- Major signal(Input/Output)
- Door status

Operation contents could be defined at detail design stage.  
The recorded data can be downloaded to USB memory stick.

#### 4.4. TMS Control Function

TMS has some control function such as HVAC control, main compressor motor control, interior lighting control and so on. But TMS does not carryout a safety control function.

##### (1) HVAC Control

HVAC is linked to TMS via RS-485. Driver or maintenance staff can set HVAC temperature using display unit.

##### (2) Main Compressor Motor Control

TMS reads the main reservoir pressure low from train low voltage circuit. When the low pressure signal is high, TMS outs the running command to main compressor motor. The compressor motor running status is displayed on TMS display unit. If the compressor motor is on

- OF: другие неисправности.

|     | Предупреждающее сообщение | Запись | Примечание |
|-----|---------------------------|--------|------------|
| MF  | O                         | O      |            |
| MCF | O                         | O      |            |
| OF  |                           | O      |            |

При возникновении ошибок MF/MCF на дисплее появляется сообщение со звуковым сигналом. Для отмены сигнала и сообщения необходимо нажать кнопку «ACK».

#### 4.3. Функция учета движения поезда

СДП поддерживает удобный способ управления записями истории эксплуатации с возможностью записи следующих данных:

- Команды приведения в движение и торможения
- Скорость поезда
- Основной сигнал (Вход/Выход)
- Состояние дверей

Содержание информации может быть подробно определено на стадии проектирования.

Записанные данные могут быть загружены на карту памяти USB.

#### 4.4. Функции управления СДП

СДП имеет некоторые функции управления, такие как управление ОВК, управление двигателем главного компрессора, управление внутренним освещением и т.д.

##### (1) Управление ОВК

Система ОВК связана с СДП с помощью RS-485. Машинист или обслуживающий персонал могут установить температуру ОВК с помощью блока управления.

##### (2) Управление двигателем основного компрессора

СДП считывает нижний уровень давления основного резервуара с поездной цепи низкого напряжения. Когда достигается нижний уровень давления, СДП выключает основной двигатель компрессора. Статус работы двигателя компрессора отображается на дисплее СДП.



running status continuously over 20 minute, TMS displays and records the too long time running of compressor motor event.

### (3) Interior Lighting Control

When driver and maintenance staff presses the interior light push button, TMS controls interior light.

## **5. PTU (Portable Test Unit)**

### 5.1. PTU Configuration

PTU consists of collection function for signal and fault information installed in notebook PC. System is used by connected with RS232C serial cable (using USB to serial converter) to VCPUT board in TC, therefore very useful to get real time operation data.

### 5.2. PTU Function

Data are displayed in PTU screen as a curve type and recorded as a data file which can be open using the MS Office Excel.

And the maintenance staff can acquire all TMS data through PTU.

Если двигатель компрессора активен в течение более 20 минут, СДП отображает и записывает событие о слишком долгом времени работы двигателя компрессора.

### (3) Управление освещением салона

При нажатии машинистом или обслуживающим персоналом кнопки включения освещения салона, СДП управляет внутренним освещением.

## **5. ПДУ (Портативное диагностическое устройство)**

### 5.1. Конфигурация ПДУ

В функции ПДУ входит обработка сигналов и информации о сбоях при помощи ноутбука. Система используется путем соединения последовательным кабелем RS232C (с использованием USB для последовательного преобразователя) с платой VCPUT, которая находится в ПК. Этот способ очень полезен для получения информации в режиме реального времени.

### 5.2. Функция ПДУ

Данные отображаются на мониторе ПДУ в виде кривых и записываются в виде файла с информацией, который можно открыть с использованием программы MS Office Excel.

Обслуживающий персонал может ознакомиться со всеми данными СДП через ПДУ.