



СИСТЕМА МСКУД «ЛИДЕР-3» ДЛЯ ТЕПЛОВОЗА ТЭМ7А

В настоящее время на сети дорог России эксплуатируется уже более 70 тепловозов ТЭМ7А (серии 039), которые оборудованы микропроцессорной системой контроля управления и диагностики «Лидер-3» (МСКУД). Абсолютное большинство функций на тепловозе — от формирования внешней характеристики до поддержания температуры в кабине машиниста и включения тифонов — выполняет система МСКУД. Борт комплекс создан специалистами Научно-производственной фирмы ТЕМП, образованной в 1990 г. на базе конструкторского бюро и опытного производства Приборостроительного завода (г. Соленский Калужской обл.).

В 1992 г. состав НПФ ТЕМП был выведен за территорию завода и начал независимое существование. В течение двух лет своими силами были построены производственные корпуса, закуплено оборудование. Параллельно вели конструкторские работы, изготавливали опытные и небольшие серийные партии электронных изделий медицинской техники, автоматики для газовых и угольных котельных, приборов для подвижного состава железных дорог.

Постепенно именно железнодорожная тематика стала основной в деятельности фирмы ТЕМП. Электронные контроллеры машиниста для тепловозов ТГМ4 и ТГМ6, реле времени, системы индикации, устройство поддержания скорости (АПС) для ТЭМ7А — это лишь небольшая часть перечня продукции начала девяностых годов, которая пользуется спросом и в настоящее время.

В 1993 г. научно-производственная фирма получила заказ от Людинового тепловозостроительного завода (ЛТЗ) на разработку и изготовление микропроцессорной системы управления дизель-поездом ДЛ2 в составе двух тепловозов, в каждом из которых по два дизеля, и десяти вагонов. Заказ был успешно выполнен в 1995 г. Дизель-поезд ДЛ2 с микропроцессорной системой уп-



равления, получившей название «Лидер», после двухлетней отладки был направлен на испытания.

Сначала состав прошел сертификационные испытания на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа (ст. Щербинка), а затем эксплуатационные на Юго-Восточной дороге. Система управления «Лидер» была одной из первых микропроцессорных систем управления на подвижном составе железнодорожного транспорта в СНГ, полностью выполненная на базе отечественных комплектующих. Однако в серийное производство дизель-поезд ДЛ2 так и не пошел.

В 1999 г. к специалистам НПФ ТЕМП поступила заявка от фирмы «Adtranz» (в настоящее время «Bombardier Transportation GmbH», г. Кассель, Германия) на разработку и последующее изго-

товление восьми высоковольтных камер с системами управления для модернизации тепловозов ТЭ109 (V300), большое количество которых до сих пор эксплуатируется на железных дорогах Германии. Согласно требованиям немецкой стороны были разработаны, а затем изготовлены высоковольтные камеры в двух вариантах для тепловозов, которые получили обозначение W232: с дизелем CAT3606 («Caterpillar») мощностью 2690 л.с. и коломенским дизелем 1А-5Д49 мощностью 3000 л.с.

Локомотивы оборудовали электродинамическим тормозом и отопительным генератором. Специалисты научно-производственной фирмы разработали также систему управления «Лидер-2» на базе центрального процессора и плат расширения, выполненных в стандарте MicroPC фирм «Octagon Systems» и «Fastwel». На микропроцессорную систему были возложены управление, диагностика и контроль основного и вспомогательного оборудования тепловоза. Эксплуатация тепловозов W232 с 2001 г. по настоящее время на железных дорогах Германии и Польши показывает, что система «Лидер-2» функционирует надежно и эффективно.

В 2005 г. на Людиноском тепловозостроительном заводе было принято решение провести модернизацию маневрово-вывозного локомотива ТЭМ7А, чтобы улучшить условия труда машиниста, повысить надежность и ремонтпригодность, снизить эксплуатационные расходы. Для достижения этих целей была кардинально изменена кабина тепловоза, введены микропроцессорная система контроля, управления и диагностики, электродинамический тормоз, обеспечивающий эффективную работу до полной остановки. За основу новой системы управления была принята проверенная в эксплуатации система «Лидер-2», получившая в дальнейшем название «Лидер-3».

Функции, выполняемые микропроцессорной системой контроля управления и диагностики «Лидер-3»:

- ♦ обработка сигналов от органов управления пульт машиниста;

- ♦ прокачка топлива;
- ♦ прокачка масла;
- ♦ запуск и останов дизеля;
- ♦ контроль параметров дизеля;
- ♦ формирование внешней характеристики генератора в тяговом режиме и в режиме электродинамического торможения — вплоть до полной остановки;
- ♦ обнаружение и прекращение боксования (защита от боксования);
- ♦ переключение ступеней ослабления поля;
- ♦ управление поддержанием скорости (АПС) в диапазоне 2... 25 км/ч (шаг задания — 1 км/ч);
- ♦ включение/выключение вентиляторов охлаждения дизеля и жалюзи;
- ♦ управление компрессором;
- ♦ контроль подачи песка;
- ♦ включение/отключение тифонов;
- ♦ поддержание заданной температуры в кабине машиниста в зимнее время;

- ♦ включение/отключение догружателей;
- ♦ управление работой автосцепок;
- ♦ включение/отключение прожекторов;
- ♦ диагностика контролируемого оборудования тепловоза;
- ♦ отображение информации о режимах работы контролируемого оборудования тепловоза на дисплее пульта машиниста;
- ♦ защита по результатам диагностики в случае появления недопустимых режимов из-за отказа отдельных аппаратов или электрических машин;
- ♦ вывод информации о работе оборудования и о возникающих неисправностях на дисплей;
- ♦ ведение архива неисправностей контролируемого оборудования;
- ♦ управление по многим (двум) единицам с помощью дублированных полудуплексных каналов обмена с гальванической развязкой на основе интерфейса RS485.

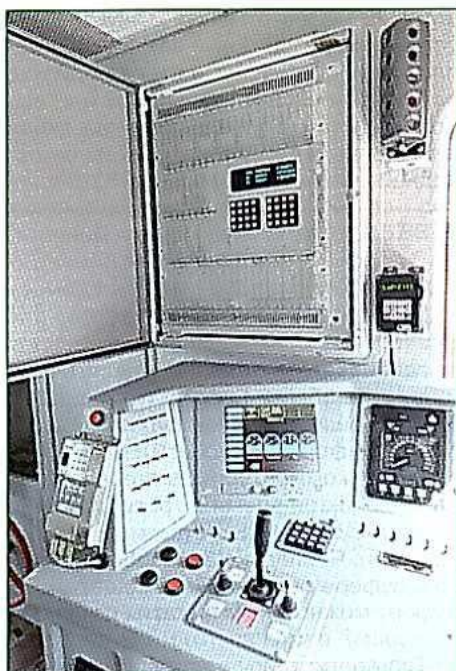


Рис. 1. Система управления «Лидер-3» (МСКУД) в кабине тепловоза ТЭМ7А

Состав системы управления «Лидер-3» и схема ее подключения. В состав системы управления входят следующие блоки, аппараты и элементы:

- ▶ стойка управления СУ-ТЭМ7А (1 шт.);
- ▶ блок визуального отображения информации БВИ (1 шт.);
- ▶ контроллер машиниста КМТ (2 шт.);
- ▶ блок визуального отображения информации (вспомогательный) БВИ-В (1 шт.);
- ▶ блок управления выпрямителем RAC (1 шт.);
- ▶ блок датчиков напряжения MAV (2 шт.);
- ▶ регулятор электрического тормоза РЭТ-800 (2 шт.);
- ▶ комплект кабелей (1 шт.).

Расположение комплектующего оборудования системы «Лидер-3» в кабине тепловоза ТЭМ7А показано на рис. 1, схема подключения устройств системы приведена на рис. 2.

Стойка управления СУ-ТЭМ7А (рис. 3) предназначена для управления силовыми агрегатами и узлами маневрово-вывозного тепловоза ТЭМ7А при новом изготовлении и модернизации эксплуатируемого парка. Стойка управления реализована на основе центрального процессора фирмы «Octagon Systems» (AMD586 — 133 МГц).

Развитая система контроля и диагностики (с выводом необходимой ин-

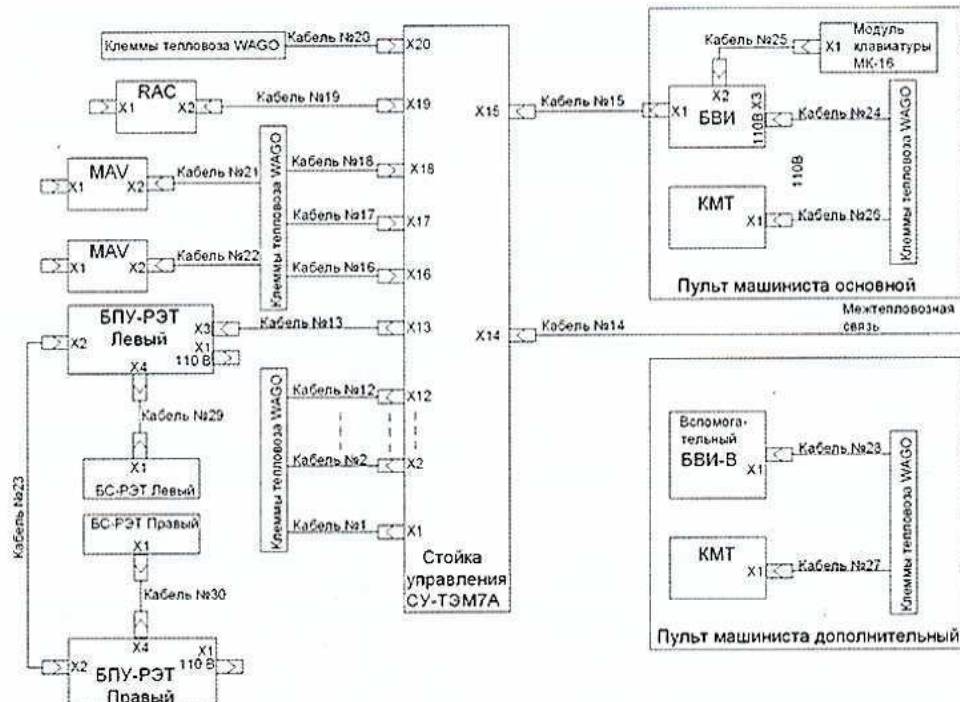


Рис. 2. Схема подключения устройств системы управления «Лидер-3» (МСКУД)

формации на дисплей стойки управления и на внешний дисплей) позволяет в короткие сроки определять неисправность компонентов стойки, а также исполнительных устройств тепло-

воза. Стойка управления непрерывно контролирует обрыв или короткое замыкание электрической цепи, нештатную работу исполнительных устройств. Все возникающие неисправ-

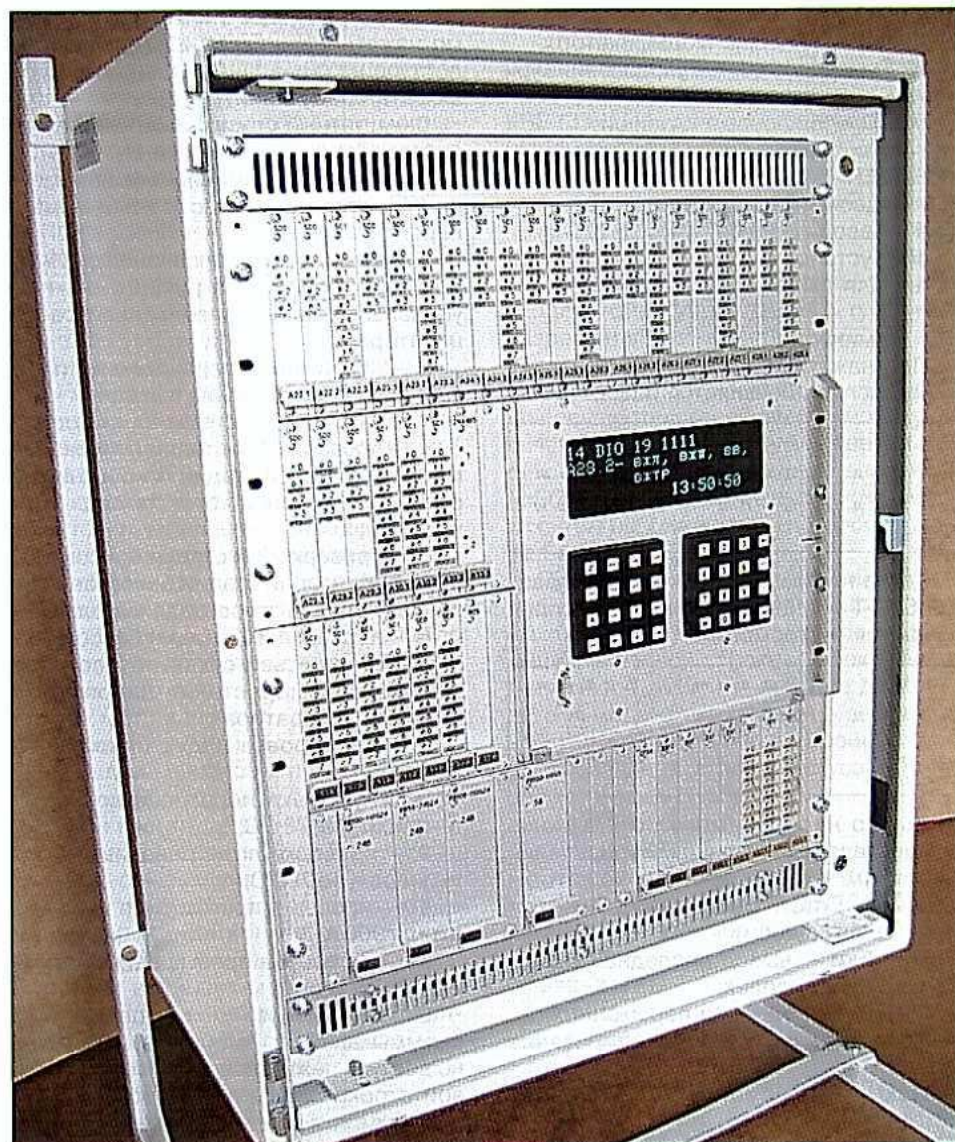


Рис. 3. Стойка управления СУ-ТЭМ7А

Основные технические характеристики стойки управления СУ-ТЭМ7А

Напряжение питания, В	70... 140
Понижение напряжения питания при запуске дизеля в течение 12 с, В	до 36
Потребляемая мощность, Вт, не более	60
Максимальный ток нагрузки цифровых выходов (силовых ключей), А	2
Ток срабатывания защиты по перегрузке цифровых выходов, А	6... 7
Максимальный входной ток цифровых входов, мА	12
Диапазон рабочих температур, °С	-40... +60

ности и свои регистрируются (с указанием даты и времени) в журнале (файле) ошибок.

На лицевой панели стойки управления находятся дисплей (4 строки по 20 символов) и две 16-кнопочные клавиатуры. Верхние три строки дисплея предназначены для отображения информации, нижняя строка — для отображения режима работы (строка статуса). Назначение клавиш клавиатуры следующее:

CANCEL — отмена вводимого числового значения в режиме редактирования;

MENU — вызов меню на экран дисплея;

LOAD — контроль загрузки центрального процессора;

CLEAR — очистка экрана дисплея;

START — запуск дизеля/теста;

STOP — останов дизеля/теста;

AUTO — включение возбуждения на 1-й позиции, восстановление рабочего состояния регулятора РЭТ после срабатывания аварийной защиты;

HOLD — установка режима захвата;

A — вывод системной информации на экран дисплея;

EDIT — редактирование числовых значений;

PRINT — вывод на удаленную консоль файла ошибок;

SHIFT — клавиша-модификатор;

←, ↑, →, ↓ — клавиши управления курсором;

0...9 — цифровые клавиши;

← — возврат на шаг;

ENTER — ввод;

• — десятичная точка;

* — ввод пароля;

— установка (снятие) контрольных точек для вывода на удаленную консоль;

— — минус.

При нажатии клавиши **MENU** на экране дисплея появляется информация:

Ошибки	Перем	Конст
Цвход	Цвых	ХрКонс
Авход	Авых	Удошиб
Меню		

Когда нажимают в сочетании клавиши **SHIFT** и **MENU**, на экране дисплея выдается информация:

Дата	Время	УдКонс
Чвход	Вывош	
Меню		

Выбор необходимого пункта меню осуществляется клавишами управления курсором и последующим нажатием клавиши **Enter**. Назначение пунктов меню следующее:

Ошибки — вывод последней ошибки на экран дисплея;

Перем — просмотр переменных;

Конст — просмотр и редактирование констант;

Цвход — просмотр состояния дискретных входов;

Цвых — просмотр и изменение состояния дискретных выходов;

ХрКонс — сохранение констант в файле;

Авход — просмотр величин сигналов аналоговых входов;

Авых — просмотр и изменение величин сигналов аналоговых выходов;

Удошиб — удаление файла ошибок;

Дата — установка даты;

Время — установка времени;

УдКонст — установка значений констант по умолчанию;

Чвход — просмотр величин сигналов частотных входов;

Вывош — вывод файла ошибок на экран дисплея.

Чтобы воспользоваться ресурсами системы управления, предусмотрены четыре уровня доступа:

0 — машинистов;

1 — обслуживающего персонала;

2 — тепловозостроителей;

3 — разработчиков.

При включении системы устанавливается низший (нулевой) уровень доступа (машиниста). Для получения требуемого уровня доступа необходимо нажать клавишу * и ввести соответствующий пароль (десятичное число до четырех знаков). Чтобы отменить установленный уровень доступа, необходимо нажать клавишу * и ввести 0, что приведет к установке уровня 0.

Для получения наиболее полного доступа к ресурсам системы необходимо нажать клавишу **HOLD** (при уровне доступа не ниже 1). Перечень режимов захвата следующий:

0 — штатный режим (штатный режим системы);

1 — доступ к изменяемым параметрам (доступ к циклически изменяемым параметрам);

2 — разрешение управления возбуждением (разрешение ручного режима управления возбуждением главного генератора);

3 — циклическое переключение (циклическое переключение выходных ключей при отладке системы на стенде);

4 — проверка 1-й стадии боксования (проверка первой стадии боксования по скорости снижения токов тяговых двигателей);

5 — проверка 2-й стадии боксования (проверка второй стадии боксования по разности токов тяговых двигателей);

6 — проверка 3-й стадии боксования (проверка третьей стадии боксования по скорости нарастания напряжения главного генератора);

7 — калибровка индуктивного датчика;

8 — проверка перегрева воды при температуре 78 °С;

9 — проверка перегрева масла при температуре 70 °С;

10 — проверка превышения тока двигателя 900 А;

11 — проверка превышения скорости «30 км/ч».

Стрелками ↑ и ↓ можно перебирать режимы захвата. Если на данном уровне доступа режим невозможен, то в первой строке рядом с номером режима появляется мерцающая надпись «Access denied». Для установки выбранного режима необходимо нажать клави-

шу **ENTER**, а для отмены — **CANCEL**. При установленном режиме захвата на дисплее начинает мерцать строка статуса.

При возникновении ошибок или выборе пункта меню «Ошибки» на экран дисплея выводится информация о последней ошибке:

I	T
Ошибки	НН:ММ:СС

где: в первой строке **I** — десятичный индекс ошибки в буфере (от 1 до 20); **T** — тип ошибки (далее будет располагаться информация о ней); во второй строке — комментарий; в строке статуса — ошибки и время их регистрации в формате НН:ММ:СС (часы, минуты и секунды). Последние 20 ошибок хранятся в буфере ошибок. Перемещаться по буферу можно путем нажатия клавиш ← и → или ↑ и ↓.

Типы регистрируемых ошибок следующие:

Sys — системные ошибки;

AIO — ошибки аналоговых сигналов;

DIO — ошибки дискретных сигналов;

FB — ошибки электрических аппаратов (контакторов);

Alg — алгоритмические ошибки.

Когда возникает системная ошибка, в двух строках появляется информация в виде:

I	S	Y	S	N	B
Текст					
Ошибки					НН:ММ:СС

где: **Sys** — условное обозначение системной ошибки; **N** — десятичный номер ошибки; **B** — двоичное однобитное число (0 — норма, 1 — ошибка); **Текст** — текстовый комментарий ошибки. Системные ошибки включают в себя информацию о неисправностях линий связи и переполнении файла ошибок.

В случае появления ошибки аналоговых сигналов в первой строке выдается информация:

I	A	I	O	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Ошибки															НН:ММ:СС

где: **AIO** — условное обозначение ошибки аналоговых сигналов; **N** — номер аналогового модуля стойки управления типа А116 — 5А (0 — модуль А8, 1 — модуль А9); **B** — двоичное восьмьбитное число, соответствующее определенной ошибке модуля (00000001 — ошибка идентификатора модуля; 00000010 — модуль не отвечает в установленное время по входам; 00000100 — модуль не отвечает в установленное время по выходам; 00001000 — контрольное напряжение модуля не равно 0 В; 00010000 — контрольное напряжение модуля не равно 2,5 В). Возможна также комбинация ошибок.

При возникновении ошибки дискретных сигналов в первой строке появляется информация:

I	DIO	N	BBBB
Текст			
Ошибки			
НН:ММ:СС			

где: **DIO** — условное обозначение ошибки дискретных сигналов; **N** — десятичный номер блока вывода; **BBBB** — двоичное четырехбитное число (0 — норма, 1 — ошибка), причем младший бит соответствует разряду 0 блока, а старший — разряду 3; **Текст** — позиционные обозначения блока стойки управления и исполнительных устройств тепловоза. Например:

4 DIO 3 0101

A23.1 — КТН, КМН, КД2, КД1.

Это означает, что в цепях управления контакторами пуска дизеля КД1 и масляного насоса КМН блока А23.1 (все блоки стойки управления имеют нумерацию на передней панели) имеются неисправности (отказ ключа блока, обрыв или короткое замыкание во внешней цепи).

Если возникает ошибка электрических аппаратов, то в двух строках выводится информация:

I	FB	N	BBBBBBBB
Текст			
Ошибки			
НН:ММ:СС			

где: **FB** — условное обозначение ошибки электрических аппаратов; **N** — десятичный номер ошибки; **BBBBBBBB** — двоичное число от одного до восьми бит (0 — норма, 1 — ошибка); **Текст** — текстовый комментарий ошибки. Например:

20 FB 4 00001

КТН — 32КМ1.

Сообщается, что в процессе управления тепловозом не включился или не отключился контактор топливного насоса КТН с позиционным обозначением на электрической схеме 32КМ1.

Когда возникает алгоритмическая ошибка, в двух строках выдается информация:

I	Alg	N	B
Текст			
Ошибки			
НН:ММ:СС			

где: **Alg** — условное обозначение алгоритмической ошибки; **N** — десятичный номер ошибки; **B** — двоичное однобитное число (0 — норма, 1 — ошибка); **Текст** — текстовый комментарий ошибки. Например:

15 Alg 26 1

Нет оборотов дизеля.

Все возникающие ошибки регистрируются в файле ERRORS.LOG на твердотельном диске. Для просмотра файла ошибок на дисплее стойки управления необходимо в меню выбрать «ВывОш» — вывод файла ошибок на экран дисплея. Нажимая клавиши ↑ и ↓, можно просмотреть весь файл ошибок. Для удаления файла ошибок с твердотельного диска системы управления необходимо выбрать в меню стойки уп-

равления пункт «УдОшиб». В результате на экране дисплея системной консоли появляется сообщение:

Delete	ERRORS.LOG?
ENTER - Yes, Other - No	
Удал. файла ошибок	

Подтверждение удаления файла ошибок осуществляется нажатием клавиши Enter. Нажатие любой другой клавиши приведет к отмене удаления. Удаление файла ошибок возможно при коде доступа не ниже первого.

При включении режима просмотра переменных на экране появляется следующая информация: в первой строке — трехзначное десятичное значение индекса переменной и ее десятичное значение; во второй — условное обозначение; в строке статуса — переменные. Данный пункт меню содержит информацию по 34 переменным, которые вычисляются системой управления. Например:

03 0.546

Ar.

Это означает, что угол открытия тиристорных генератора равен 54,6 %. Или другой пример сообщения:

011 357.769

Uref, V.

Выдается информация, что обобщенное задание ПИД регулятора главного генератора равно 357,769 В.

Просмотр переменных осуществляется клавишами ↑ (увеличение индекса) и ↓ (уменьшение индекса) при мерцающем его значении. Требуемый индекс можно также ввести путем набора десятичного числа, нажав клавишу EDIT.

При включении режима просмотра и редактирования констант на экране появляется информация в таком виде: в первой строке — трехзначное десятичное значение индекса константы и ее десятичное значение; во второй строке — условное обозначение; в строке статуса — константы.

Данный пункт меню содержит информацию по 27 константам, которые устанавливаются в процессе изготовления стойки управления, отладки тепловоза и эксплуатации. В число констант входят такие данные, как серийные номера стойки управления и локомотива, диаметр колеса, который меняется по мере износа, коэффициенты ПИД-регуляторов и др.

Просмотр констант осуществляется клавишами ↑ (увеличение индекса) и ↓ (уменьшение индекса) при мерцающем его значении. Требуемый индекс можно также ввести путем набора десятичного числа, нажав клавишу EDIT.

Для переключения в режим редактирования требуется нажать клавишу → (редактирование констант возможно при соответствующем коде доступа). При этом начинается мерцать значение самой константы. Корректировка констант осуществляется клавишами ↑ (увеличение значения) и ↓ (уменьшение значения). При нажатии одной из этих клавиш одновременно с клавишей SHIFT происходит ускоренное изменение корректируемой величины.

Требуемое значение константы можно также ввести путем набора десятичного числа, нажав клавишу EDIT. Обратное переключение в режим просмотра осуществляется нажатием клавиши ←. При этом должно начать мерцать значение индекса константы.

Для сохранения значений отредактированных констант требуется сохранить их значения на твердотельном диске путем выбора пункта меню «ХрКонс». При этом на экране дисплея появляется сообщение:

Save	CONSTANT.LOG?
ENTER - Yes, Other - No	
Сохранение констант	

Подтверждение записи констант осуществляется нажатием клавиши ENTER. Нажатие любой другой клавиши приведет к отмене записи.

Когда включается режим просмотра состояния дискретных входов, на экран выводится следующая информация: в первой строке — трехзначное десятичное значение индекса дискретного входа и его двоичное значение; во второй — условное и позиционное обозначения; в строке статуса — цифровые входы. Например:

011 01

КВГ, КВВ —

35KM12, 35KM11.

Это означает, что на входе стойки управления со вспомогательного контакта контактора возбуждения возбудителя КВВ (35KM11) есть сигнал, а со вспомогательного контакта контактора возбуждения генератора КВГ (35KM12) — отсутствует. Еще один пример сообщения:

80 0

ТРД-55SA3.

Данная информация означает, что на входе стойки управления с тумблера разрешения движения ТРД (55SA3) сигнал отсутствует.

Просмотр состояния дискретных входов осуществляется клавишами ↑ (увеличение индекса) и ↓ (уменьшение индекса) при мерцающем его значении. Требуемый индекс можно также ввести путем набора десятичного числа, нажав клавишу EDIT.

При включении режима просмотра, а также изменения состояния дискретных выходов на экране появляется информация: в первой строке — трехзначное десятичное значение индекса дискретного выхода и его двоичное значение; во второй — условное и позиционное обозначение; в строке статуса — цифровые выходы. Например:

004 0

КМН-32KM2.

Это сообщение означает, что контактор масляного насоса КМН (32KM2) отключен. Еще пример информации:

035 1

ВРК-34YA1.

Сообщается, что клапан разгрузки компрессора ВРК (34YA1) включен.

(Окончание следует)

А.Н. АНТЮХОВ,
главный конструктор НПФ ТЕМП,
г. Сосенский Калужской обл.