

ООО «АВП Технология»

**СИСТЕМЫ АВТОВЕДЕНИЯ,  
РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ  
ДВИЖЕНИЯ И РАБОТЫ  
ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

**ОБЗОРНОЕ ПОСОБИЕ**

Москва 2011

Компания ООО «АВП Технология» создана на базе существующего с 1997 года коллектива разработчиков, изготовителей и специалистов по внедрению интеллектуальных систем управления для железнодорожного транспорта.

Компания ООО «АВП Технология» решает задачи повышения экономической эффективности работы железнодорожного транспорта путем внедрения на его предприятиях новой техники и прогрессивных технологий.

Основные направления деятельности ООО «АВП Технология»:

- Разработка автоматизированных наукоемких систем управления для железнодорожного транспорта.
- Внедрение интеллектуальных систем управления на сети железных дорог.
- Гарантийное и послегарантийное обслуживание внедренного оборудования.
- Участие в разработке современных информационно-управляющих технологий на железнодорожном транспорте.

ООО «АВП Технология»

111250, г. Москва, проезд Завода Серп и Молот, д. 6, корп. 1

Телефон: (495) 788 70 84, факс: (495) 710 77 83

[www.avpt.ru](http://www.avpt.ru), e-mail: [info@avpt.ru](mailto:info@avpt.ru)

Данное пособие дает общее представление о системах автоведения, регистраторах параметров работы и движения грузовых и пассажирских поездов на электрической тяге, пригородных электропоездов и тепловозов, разработанных и внедряемых ООО «АВП Технология».

Издание подготовлено отделом Маркетинга при поддержке сотрудников Конструкторских отделов и отдела Внедрения ООО «АВП Технология».

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ООО «АВП Технология». Все названия программных продуктов и оборудования являются зарегистрированными торговыми марками.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>6</b>
<b>I СИСТЕМЫ АВТОВЕДЕНИЯ ПОЕЗДОВ</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Общие сведения о системах автоведения поездов</b> .....	<b>9</b>
1.1 Назначение.....	9
1.2 Возможности систем автоведения .....	10
1.3 Принцип работы.....	11
1.4 Аппаратура систем автоведения.....	12
1.5 Исходные данные о поезде .....	14
1.6 База данных маршрутов .....	14
1.7 Тормозная подсистема .....	14
<b>2. Система автоведения пригородных электропоездов (УСАВП)</b> .....	<b>16</b>
2.1 Назначение.....	16
2.2 Работа программы автоведения УСАВП.....	16
2.3 Аппаратура УСАВП .....	18
2.4 Технические характеристики .....	22
2.5 Эффективность применения системы УСАВП.....	23
<b>3. Система автоведения пассажирского электровоза (УСАВП-П)</b> .....	<b>24</b>
3.1 Назначение.....	24
3.2 Работа программы автоведения УСАВП-П.....	25
3.3 Аппаратура УСАВП-П .....	26
3.4 Технические характеристики .....	30
3.5 Эффективность применения системы УСАВП-П .....	30
<b>4. Система автоведения грузового электровоза (УСАВП-Г)</b> .....	<b>31</b>
4.1 Назначение.....	31
4.2 Работа программы автоведения УСАВП-Г.....	32
4.3 Аппаратура УСАВП-Г .....	33
4.4 Технические характеристики .....	37
4.5 Эффективность применения системы УСАВП-Г .....	37

<b>5.</b>	<b>Система автоведения грузовых соединенных поездов (ИСАВП-РТ).....</b>	<b>39</b>
5.1	Назначение.....	39
5.2	Принцип работы ИСАВП-РТ .....	39
5.3	Программа автоведения ИСАВП-РТ .....	40
5.4	Аппаратура ИСАВП-РТ .....	42
5.5	Технические характеристики ИСАВП-РТ.....	44
5.6	Эффективность применения ИСАВП-РТ.....	44
<b>II</b>	<b>РЕГИСТРАТОРЫ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ И АВТОВЕДЕНИЯ (РПДА) И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО РПДА (АРМ РПДА).....</b>	<b>45</b>
1.	<b>Общие сведения о регистраторе параметров движения (РПДА) .....</b>	<b>45</b>
2.	<b>Автоматизированное рабочее место РПДА (АРМ РПДА) .....</b>	<b>46</b>
3.	<b>Структура и возможности АРМ РПДА.....</b>	<b>48</b>
3.1	Расшифровка и анализ данных на АРМ РПДА .....	49
4.	<b>Регистратор параметров движения электропоезда (РПДА) .....</b>	<b>55</b>
4.1	Назначение.....	55
4.2	Регистрируемые параметры .....	55
4.3	Аппаратура РПДА.....	56
4.4	Эффективность применения .....	58
4.5	Технические характеристики .....	59
5.	<b>Регистратор параметров движения пассажирского электровоза (РПДА-П).....</b>	<b>61</b>
5.1	Назначение.....	61
5.2	Регистрируемые параметры .....	61
5.3	Аппаратура РПДА-П.....	62
5.4	Технические характеристики .....	64
5.5	Обработка картриджей на АРМ РПДА-П. Электронный маршрут машиниста (ЭММ) .....	65
5.6	Эффективность применения .....	67
6.	<b>Регистратор параметров движения грузового электровоза (РПДА-Г и РПДА-ГПТ) .....</b>	<b>68</b>
6.1	Назначение.....	68
6.2	Регистрируемые параметры .....	69
6.3	Аппаратура РПДА-Г и РПДА-ГПТ.....	69
6.4	Технические характеристики .....	72
6.5	Эффективность применения .....	73

---

<b>III</b>	<b>РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ТЕПЛОВОЗА (РПДА-Т) ...</b>	<b>75</b>
1.	Назначение.....	75
2.	Регистрируемые параметры.....	75
3.	Состав аппаратуры РПДА-Т.....	76
4.	Технические характеристики .....	80
5.	Основные составляющие экономического эффекта.....	80
<b>IV</b>	<b>ЕДИНАЯ КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ТЯГОВОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ (ЕКС) .....</b>	<b>81</b>
1.	Назначение.....	81
2.	Состав аппаратуры ЕКС .....	82
3.	Технические характеристики .....	90
4.	Результат применения системы ЕКС .....	90
<b>V</b>	<b>РАЗВИТИЕ. СИСТЕМА АВТОВЕДЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ТЕПЛОВОЗА ТЭП-70 .....</b>	<b>91</b>
	<b>Список сокращений.....</b>	<b>94</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие дает общее представление о системах автоведения, регистраторах параметров работы и движения грузовых и пассажирских поездов на электрической тяге, пригородных электропоездов и тепловозов.

Днем рождения электрической тяги принято считать 31 мая 1879 г., когда на промышленной выставке в Берлине демонстрировалась первая электрическая железная дорога длиной 300 м, построенная Вернером Сименсом. В России электрификация железных дорог задержалась из-за Первой Мировой войны. И только в 1926 г. было открыто движение электропоездов между Баку и нефтепромыслом Сабунчи.

Железная дорога в России продолжает свое развитие. Со стремительной скоростью происходит автоматизация подвижного состава:

- в 1931 г. на новом подвижном составе началась установка автоматических тормозов с воздухораспределителем конструкции И. К. Матросова.
- в 1935 г. на подвижном составе стало применяться автосцепное устройство СА-3; окончательный перевод на автосцепку был завершён в 1957.
- в 1937 г. для советских железных дорог разработана первая система механического автостопа с автоматической локомотивной сигнализацией.



- в 1940 г. для Московского метрополитена на Мытищинском машиностроительном заводе организовано производство вагонов типа Г, на которых применён реостатный тормоз, позволивший автоматизировать процесс торможения.
- в 1952 г. создан автоматический тормоз для длинносоставных поездов.
- в 1953 г. началось оснащение тормозных систем подвижного состава автоматическими регуляторами.
- в 1957 г. создана первая автономная система автоведения поезда (автомашинист) для пригородных поездов.
- в 1962 г. на Московском метрополитене прошли испытания первой системы автоведения поездов.
- в 1962 г. в первые применены системы дистанционной защиты с электронными элементами (УЭЗФ) в составе комплексных систем автоматики, защиты и управления тяговой подстанцией - ЭСА-64.
- в 1974 г. на Московской, а в 1975 г. на Октябрьской железной дороге годы прошли испытания одноконтурных систем автоведения.
- в 1983 г. на Октябрьской железной дороге прошла испытания двухконтурная система автоведения для пассажирских поездов с электровозом ЧС200.
- в 1986 г. закончились испытания комплексной системы автоматизированного управления движением поездов на участке Москва - Загорск (Сергиев Посад) Московской железной дороги.
- в 1990 г. для подвижного состава железных дорог начали разрабатываться системы автоведения нового поколения для грузовых поездов, в которых учитываются значительные колебания массы поезда. На Московской железной дороге началось внедрение усовершенствованной системы автоведения для пригородных поездов на базе микро ЭВМ.

Впервые в конце 60-х годов в СССР была создана система автоведения для электропоездов, позволявшая управлять составом без участия человека.

Тогда на Рижском вагоностроительном заводе был изготовлен электропоезд ЭР2А № 413, который оснастили “автомашинистом”.

Первая система автоведения (автомашинист) как и первые компьютеры, была очень объемной и в вагоне занимала много места. Электропоезд

ЭР2А № 413, оснащенный этой системой автоведения, длительное время эксплуатировался на участке Москва-Крюково Октябрьской железной дороги. Но работа по совершенствованию комплекса «автомашинист» была приостановлена из-за громоздкости элементной базы и её низких вычислительных возможностей.

Дальнейшее бурное развитие микропроцессорной техники в конце прошлого века в СССР привело к переосмыслению идеи автомашиниста, созданию более совершенного комплекса. В конце XX века во ВНИИЖ-Те создаётся новое поколение систем автоведения для пригородного электропоезда.

Функции системы автоведения расширились, появился речевой информатор для пассажиров и локомотивной бригады. Система автоведения не использует напольные датчики - все данные о скорости и пройденном пути снимаются измерительным преобразователем с колеса электропоезда, а информация о расположении объектов пути хранится в её памяти.

В 1998 г. была изготовлена первая опытно-промышленная партия систем автоведения для пригородных поездов. В течение того же года системами были оборудованы электропоезда депо Куровская, Железнодорожная и Раменское Московской ж.д. Постоянное совершенствование технологических процессов по внедрению систем автоведения, её программного обеспечения, повышение надёжности аппаратной части систем позволило уже к концу 2004 г. оборудовать системой весь парк электропоездов железных дорог России и Беларуси.

Наряду с системами автоведения для пригородных поездов велись работы по созданию «автомашиниста» для пассажирских и грузовых поездов, в том числе повышенной длины и массы. Эти системы автоведения на сегодняшний день не имеют аналогов в мире.

# I СИСТЕМЫ АВТОВЕДЕНИЯ ПОЕЗДОВ

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ АВТОВЕДЕНИЯ ПОЕЗДОВ

### 1. 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Системы автоведения пригородных электропоездов, поездов грузового и пассажирского движения предназначены для автоматизированного управления подвижным составом с соблюдением норм безопасности движения в соответствии с заданным временем хода (или графиком) на основе выбора энергетически рационального режима движения.

Системы автоведения относятся к автономным системам автоведения, т.е. свое местонахождение и требуемые режимы движения система определяет самостоятельно.

Системы автоведения облегчают труд машиниста, способствуют повышению производительности труда, позволяют экономно расходовать электроэнергию и вести учёт ее расхода.

Повышается безопасность движения за счёт автоматического исполнения скоростного режима движения по сигналам светофоров с учётом постоянных и временных ограничений скорости, а также за счет уменьшения утомляемости машиниста. Система контролирует правильность работы функциональных узлов аппаратуры, осуществляя при этом функцию самодиагностики.

В состав систем автоведения входит регистратор параметров движения (РПДА) (см. главу II).

Системы автоведения выполняют следующие функции:

- определяют фактические параметры движения поезда и выводят их на экран дисплея;
- ведут расчет рекомендуемых параметров движения поезда и управляющих воздействий в реальном времени;
- управляют тягой и торможением;
- осуществляют визуальный и звуковой диалог с машинистом;

- производят запись регистрируемых параметров на картридж (через подсистему РПДА);
- проводят тестирование аппаратуры автоведения и тягового подвижного состава и осуществляют контроль исправности аппаратуры.

## 1. 2 ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМ АВТОВЕДЕНИЯ

Система автоведения обеспечивает поддержание заданной скорости и непрерывно рассчитывает её оптимальное значение в условиях меняющейся поездной обстановки, минимизируя расход электроэнергии и жестко соблюдая расписание (для пассажирского движения) или перегонное время хода (для грузового движения).



Дисплей системы информирует машиниста о текущих параметрах следования:

- координата, скорость и время;
- профиль пути;
- сигнал локомотивного светофора;
- текущее и следующее ограничение скорости;
- ближайшие станции и путевые объекты;
- информация об исполнении расписания;
- и другое.

По желанию машинист может вывести на экран дополнительную информацию, например, давление в тормозной магистрали, список всех ограничений скорости, значения токов, перегон между остановочными пунктами и т.д.

Изменения в настройках системы и ввод данных перед началом движения производится путем считывания их с картриджа или через соответствующее меню с помощью клавиатуры. Работа с меню системы автоведения по сложности не превышает работу с меню мобильного телефона.

Тесты работы аппаратуры системы автоведения и электровоза (электропоезда) также проводятся через меню. Диагностика в обязательном порядке проводится перед началом работы системы автоведения. В

некоторых системах реализована функция самодиагностики аппаратуры в процессе движения.

### **РЕЖИМЫ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВОВЕДЕНИЯ**

Системы автоведения могут работать в следующих режимах:

1. Режим автоведения – система автоведения берет на себя полное управление поездом, используя органы управления локомотивом.
2. Режим советчика – управление производится машинистом.
3. Режим кнопочного контроллера – управление поездом осуществляется машинистом через клавиатуру системы автоведения.

Во всех режимах система автоведения выводит на экран рекомендации по энергооптимальному ведению поезда и отображает текущую информацию о состоянии ведения.

## **1. 3 ПРИНЦИП РАБОТЫ**

Интеллектуальный центр системы автоведения (Блок БС, см. п. 1.4 «Аппаратура систем автоведения», глава I) – это компьютер с программой, которая моделирует поведение поезда, используя необходимую информацию, умеет им управлять и знает регламент ведения.

Для моделирования программа автоведения использует данные:

- о текущем состоянии тягового подвижного состава – поступает с подвижного состава от датчиков;
- о составе (его масса, длина, количество вагонов и т.п.) – вводится автоматически или вручную перед началом работы;
- о маршруте следования – содержится в Базе данных маршрутов (см. п. 1.6, глава I);
- об ограничениях скорости.

Программа автоведения постоянно следит за меняющейся поездной обстановкой и выдает управляющие команды аппаратуре на тягу, торможение, подачу песка и т.д., ориентируясь на оптимальный расход электроэнергии (см. рисунок 1).



Рисунок 1. Принцип работы системы автоведения

## 1. 4 АППАРАТУРА СИСТЕМ АВТОВЕДЕНИЯ

Аппаратура систем автоведения строится на основе блоков, осуществляющих управление подвижным составом (тяга, торможение, рекуперация), датчиков, фиксирующих ключевые показатели функционирования локомотива или моторного вагона, и управляющего компьютера.

Блоки систем автоведения объединяются в одну общую CAN-сеть. Эта сеть позволяет согласовать друг с другом разнотипные устройства, предназначенные для организации распределенной обработки данных и подключать новые блоки. CAN-сеть не чувствительна к электромагнитным помехам и обладает высокой степенью надежности. При этом любое из подключенных устройств может быть использовано для передачи или получения информации. Полученные от систем локомотива аналоговые и дискретные сигналы обрабатываются, поступают в сеть и становятся доступными другим блокам системы.



Рисунок 2. Взаимодействие аппаратуры системы автоведения

Основное устройство, которое несет в себе всю информацию о сети и координирует работу подключаемых модулей – Системный Блок (БС), который представляет собой высокопроизводительный компьютер. Блок БС, исходя из полученных сообщений от устройств в CAN-сети, формирует команды на управление. Также в блоке БС содержится программа автоведения.

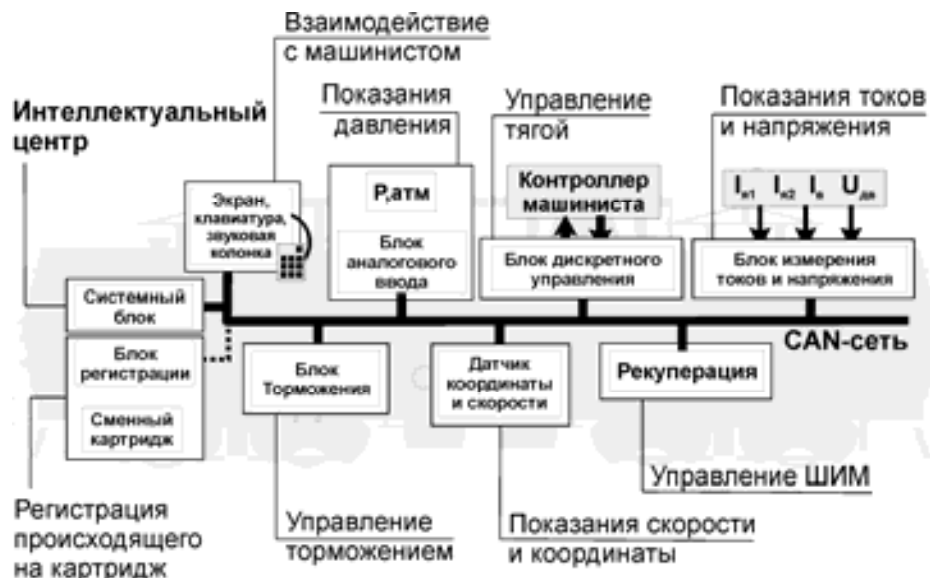


Рисунок 3. Аппаратура системы автоведения

В зависимости от типа локомотива и поставленной задачи подбирается требуемое количество и вид блоков. В общем виде аппаратура систем автоведения представлена на рисунке 3.

## **1. 5 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ О ПОЕЗДЕ**

Система автоведения получает информацию о текущем состоянии поезда от измерительных устройств (датчиков). Для выполнения точного моделирования поведения поезда системе автоведения также необходимы сведения о параметрах состава для данной поездке (количество, типы вагонов и массы состава). Эти данные, а также информация о маршруте следования, временных ограничениях скорости, номере поезда и табельном номере машиниста вводятся перед отправлением в ручном или автоматическом режиме в систему автоведения (зависит от модификации системы автоведения).

При автоматическом вводе используется съемный носитель данных (картридж), куда в депо предварительно записывается вся необходимая информация.

## **1. 6 БАЗА ДАННЫХ МАРШРУТОВ**

База данных маршрутов содержит информацию о профиле пути, постоянных ограничениях скорости, расположении путевых объектов, объектов сигнализации, тяговых характеристиках локомотива и расписании движения (для пассажирских поездов). Данная информация постоянна и не может быть изменена без переналадки системы. База данных маршрутов записывается на картридж, либо загружается вместе с программой автоведения.

Выбор маршрута из Базы данных и ввод временных ограничений скорости производится машинистом перед отправлением.

## **1. 7 ТОРМОЗНАЯ ПОДСИСТЕМА**

Тормозная подсистема автоведения разработана для электронного управления пневматическими тормозами электровоза и поезда.

Тормозная подсистема строится на основе высоконадежных электромагнитных клапанов типа КЭО. Пневмомодуль, содержащий три клапана, или отдельный клапан КЭО для отпуска устанавливаются на кран

машиниста 395 и осуществляют дистанционное управление режимами торможения, перекрыши и отпуска.

Это тормозное оборудование унифицировано и применяется на всех типах пассажирских и грузовых электровозов, имеет низкую стоимость и обеспечивает высокую надежность управления тормозами в автоматическом и ручном режимах.

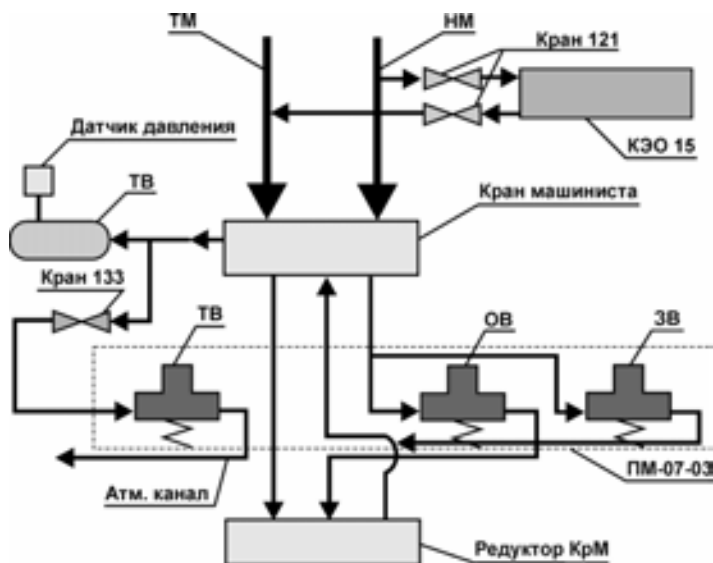


Рисунок 4. Тормозная подсистема

### СОСТАВ ТОРМОЗНОЙ ПОДСИСТЕМЫ

- кран машиниста;
- пневмомодуль ПМ-07-03, объединяющего три электропневматических (ЭПВ) вентиля (клапана) - на электровозах, необорудованных САУТ;
- датчик давления на УР в каждой кабине (датчики давления в ТМ, ТЦ, НМ, задатчике ЭДТ (ЗТС));
- электромагнитный клапан КЭО 15/16/2 050/113;
- электромагнитный клапан КЭО 03/10/050/121;
- арматура подключения.

## **2. СИСТЕМА АВТОВЕДЕНИЯ ПРИГОРОДНЫХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ (УСАВП)**

Первым видом подвижного состава, подвергшимся оборудованию компьютеризированными системами управления, стали пригородные электропоезда постоянного тока. Программно-аппаратный комплекс управления тягой и торможением получил наименование УСАВП – система автоматического ведения пригородного электропоезда.

К настоящему моменту в эксплуатации на железных дорогах России и Беларуси находятся 3 модификации УСАВП, 2 из которых могут быть установлены на любой серийно выпускаемый электропоезд как постоянного, так и переменного тока. Между собой эти системы отличаются конструктивным исполнением.

Начало внедрения 1998 г.

### **2. 1 НАЗНАЧЕНИЕ**

Система автоматизированного управления режимами тяги и электропневматического торможения (УСАВП) позволяет с высокой точностью выполнять график движения при обеспечении оптимального расхода электроэнергии на тягу.

### **2. 2 РАБОТА ПРОГРАММЫ АВТОВЕДЕНИЯ УСАВП**

Расчет оптимального по расходу электроэнергии времени хода поезда по перегонам, исходя из предусмотренного графиком времени проследования зонных (ключевых) станций осуществляется предварительно на АРМ (подробнее про АРМ см. главу II, п. 2).

В процессе работы УСАВП осуществляет:

- определение скорости движения поезда, соответствующего расчетному времени хода, учитывая расположение сигналов светофоров, требующих снижения скорости, мест действия ограничений скорости;

- автоматическое прицельное торможение поезда при приближении к сигналам светофоров, требующих снижения скорости или остановки, и к местам действия постоянных и временных ограничений скорости, заложенных в память системы;
- расчет текущего астрономического времени и времени, оставшегося до ближайшего остановочного пункта с точностью  $\pm 1с$ ;
- изменение фактической скорости движения с точностью  $\pm 0,5$  км/ч и после сравнения ее с расчетной УСАВП ведет поезд на оптимальных по расходу электроэнергии тяговых позициях с учетом расположения мест запрета включения тяги (ПОНАБы, ДИСКи, нейтральные вставки).

Система автоведения может работать в двух режимах:

- автоведение – управление поездом полностью осуществляется системой УСАВП;
- советчик – управление поездом ведет машинист, на экране системы выводится информация о текущем и рекомендуемом ведении.

При включении УСАВП автоматически проводит самодиагностику, которая определяет исправность конструктивных элементов системы. Диагностика цепей управления электропоезда, к которым подключены провода системы автоведения, проводится машинистом по необходимости с помощью встроенных тестов.

Режим ведения автоведения (советчик)	Текущее ведение тяга/торможение	Текущая скорость (км/ч)
Оставшееся время до ближайшей контрольной станции	Бре́менное ограничение скорости или расчетная скорость	
Астрономическое время	92	
Речевая информация	12:50:08 100 76	
вкл/выкл	* 46 257.40 65	Текущая скорость (км/ч)
Оставшийся путь до ближайшего остановочного пункта (г/мет)	Постоянное ограничение скорости	Значение следующего ограничения скорости (км/ч)
	Координата следующего ограничения скорости (ку пакет)	

Рисунок 5. Основной экран УСАВП

УСАВП непрерывно информирует машиниста по световой индикации о режимах ведения поезда, о расчетной скорости движения, об оставшемся времени хода до ближайшей контрольной станции следования, о величине пути оставшегося до ближайшего остановочного пункта, о величине максимально допустимой скорости на конкретном участке пути, о текущем астрономическом времени и другое (рисунок 5).

При включенном электронно-речевом информаторе (ЭРИ) система выдает речевые сообщения служебного характера для машиниста и справочную информацию для пассажиров.

При работе системы машинист может ограничить максимальную скорость следования по перегонам, ограничить интенсивность разгона или задать максимальную позицию тяги.

## 2.3 АППАРАТУРА УСАВП

К настоящему моменту в эксплуатации находятся три модификации УСАВП:

- УСАВП/1;
- УСАВП/2;
- УСАВП/3.

Системы УСАВП/1 и УСАВП/2 применимы на всех серийно выпускаемых электровозах переменного и постоянного тока.

### Модификация УСАВП/1

Конструктивно система УСАВП состоит из следующих единиц:

- блок автоматики (БА);
- блок индикации (БИ);
- блок клавиатуры (КВ);
- соединительные кабели;
- датчик угловых перемещений (ДПС).

Аппаратура УСАВП/1 устанавливается в головном вагоне. Блок ДПС монтируется на буксе колесной пары первого вагона.

**БЛОК АВТОМАТИКИ (БА)**

Блок автоматики (БА) предназначен для обработки входных дискретных сигналов от низковольтных цепей управления электропоезда, частотных сигналов от датчика пути и скорости, расчета параметров движения, выдачи в цепи управления электропоездом команд управления, выдачи звуковых сообщений, контроля исправности системы. Блок автоматики содержит ППЗУ, в котором записано расписание движения поездов, характеристики участков, алгоритм работы системы.

**Блок индикации  
(БИ)****БЛОК ИНДИКАЦИИ (БИ)**

Блок индикации (БИ) предназначен для вывода на индикацию информации машинисту о работе системы.

**Блок клавиатуры  
(КВ)****БЛОК КЛАВИАТУРЫ (КВ)**

Блок клавиатуры (КВ) предназначен для ввода информации в блок автоматики посредством нажатия клавиш. Он устанавливается в кабине машиниста в любом удобном месте.

**СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ**

Соединительные кабели служат для соединения блоков системы между собой и для подключения к цепям электропоезда.

**ДАТЧИК УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ (ДПС)**

Датчик угловых перемещений (ДПС) служит для преобразования угловой частоты вращения (числа оборотов) колесной пары, где он установлен, в последовательность импульсов, которая поступает в блок автоматики (БА).

**Блок индикации  
(БИ)**



**Блок индикации  
(БИ)**

### **Модификация УСАВП/2**

Конструктивно система УСАВП/2 состоит из следующих составных частей:

- блок центрального процессора и индикации (ЦПИ);
- блок коммутации и сопряжения (КС);
- блок клавиатуры (КВ);
- соединительные кабели;
- датчик угловых перемещений (ДПС);
- дополнительная аппаратура.

#### **Блок центрального процессора и индикации (ЦПИ)**

Блок ЦПИ предназначен для вывода на индикацию информации машинисту о работе системы, приема из блока КС информации о входных дискретных и аналоговых сигналах, расчета параметров движения, выдачи в блок КС команд управления электропоездом, выдачи звуковых сообщений, контроля исправности системы. В постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) блока ЦПИ содержится информация о расписании движения поездов, характеристиках участков пути, программа автоведения.



**Блок коммутации  
и сопряжения (КС)**

#### **Блок коммутации и сопряжения (КС)**

Блок КС предназначен для обработки входных дискретных сигналов от низковольтных цепей электропоезда, входных аналоговых сигналов от датчиков давления и напряжения, частотных сигналов от датчика пути и скорости, а также для выдачи сигналов управления электропоездом по командам от блока ЦПИ.



**Блок клавиатуры  
(КВ)**

#### **Блок клавиатуры (КВ)**

Блок клавиатуры (КВ) предназначен для ввода информации в блок ЦПИ посредством нажатия клавиш. Он устанавливается в кабине машиниста в любом удобном месте.

### **СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ**

Соединительные кабели служат для соединения блоков системы между собой и для подключения к цепям электропоезда.

### **ДАТЧИК УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ (ДПС)**

Датчик угловых перемещений (ДПС) служит для преобразования угловой частоты вращения (числа оборотов) колесной пары, на которой он установлен, в последовательность импульсов, которая поступает блок коммутации и сопряжения (КС) для вычисления пройденного пути и скорости движения.

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА**

При необходимости в дополнение к основной комплектации устанавливается следующая аппаратура:

Датчик давления (ДД) устанавливается при необходимости для измерения давления в тормозных цилиндрах электропоезда. Может быть использован существующий датчик системы САУТ с выходом по току или напряжению.

Датчик напряжения (ДН) устанавливается при необходимости для измерения напряжения в контактной сети. Выходной сигнал – токовый.

### **МОДИФИКАЦИЯ УСАВП/3**

Система УСАВП/3 предназначена для использования только на поездах серий: ЭР2Р, ЭР2Т, ЭР9П, ЭР9М, ЭР9Е, ЭР9Т, ЭР2, ЭР9, ЭР9П с плоской лобовой частью головных вагонов.

Конструктивно система УСАВП состоит из следующих составных частей:

- блок центрального процессора и индикации (ЦПИ);
- блок коммутации и сопряжения (КС);
- соединительные кабели;
- датчик угловых перемещений (ДПС).

### **БЛОК ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОЦЕССОРА И ИНДИКАЦИИ (ЦПИ)**

Блок ЦПИ предназначен для ввода информации в систему путем нажатия клавиш, вывода на индикацию информации машинисту о работе системы, приема из блока КС информации о входных дискретных и

аналоговых сигналах, расчета параметров движения, выдачи в блок КС команд управления электропоездом, выдачи звуковых сообщений, контроля исправности системы. Блок ЦПИ содержит ППЗУ, в котором записано расписание движения поездов, характеристики участков, алгоритм работы системы и которое может быть перепрограммировано.

#### **Блок коммутации и сопряжения (КС)**

Блок КС предназначен для обработки входных дискретных сигналов от низковольтных цепей электропоезда, входных аналоговых сигналов от датчиков давления и напряжения, частотных сигналов от датчика пути и скорости, а также для выдачи сигналов управления электропоездом по командам от блока ЦПИ.

#### **Соединительные кабели**

Соединительные кабели служат для соединения блоков системы между собой и для подключения к цепям электропоезда.

#### **Датчик угловых перемещений (ДПС)**

Датчик угловых перемещений (ДПС) служит для преобразования угловой частоты вращения (числа оборотов) колесной пары, на которой он установлен, в последовательность импульсов, которая поступает в блок коммутации и сопряжения (КС) для вычисления пройденного пути и скорости движения.

## **2. 4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Напряжение питания .....	+50 или +110В
Мощность, не более.....	75 Вт
Внутренний процессор производительностью .....	300 МГц
Внешняя Flash-память .....	32 Мб
Общая масса системы с монтажным комплектом.....	38,4 кг

## 2. 5 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ УСАВП

УСАВП обеспечивает:

- Повышение пропускной способности участка на 10-12% за счет более точного выполнения графика движения по сравнению с ручным управлением.

Улучшение выполнения времени хода происходит за счет повышения точности:

- получаемой исходной информации, передаваемой датчиками угловых перемещений УСАВП (скорость движения поезда  $\pm 0,5$  км/ч, время  $\pm 1$ с);
- результатов расчетов момента исполнения команд по управлению электропоездом.

Повышение точности движения поезда по участку позволяет сократить интервалы их попутного следования, снизить задержки поездов по отправлению и приему, сократить количество показаний светофоров, ограничивающих скорость движения поезда, а следовательно, и число внеплановых торможений на 15%. При этом происходит повышение участковой скорости движения на 2-3 км/ч.

- Повышение безопасности движения в связи с облегчением труда машиниста за счет освобождения его от решения ряда задач и операций по ведению поезда, в том числе осуществления автоматического торможения при следовании в местах ограничения скорости и остановку при движении поезда на запрещающее показание светофора.
- Система позволяет приблизить уровень управления поездом малоопытного машиниста к хорошему и обучить его правильному выбору режимов ведения поезда. В этом случае она выполняет функции тренажера для машиниста или его помощника и позволяет снизить затраты на их обучение.

### 3. СИСТЕМА АВТОВЕДЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ЭЛЕКТРОВОЗА (УСАВП- П)

Начало внедрения – 2000 г.

#### 3. 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Система автоведения пассажирского электровоза (УСАВП-П) предназначена для автоматизированного управления электровозами ЧС2, ЧС2К, ЧС2Т, ЧС4Т, ЧС6, ЧС7, ЧС200, ЭП1 на основе расчёта в реальном времени и автоматической реализации энергосберегающих режимов движения.

УСАВП-П позволяет повысить безопасность движения, с высокой точностью выполнить расписание следования поезда, обеспечить снижение расхода электроэнергии и облегчить труд машиниста.

На основе данных об участке обслуживания и информации, принятой с борта электровоза система УСАВП-П обеспечивает:

- повышение безопасности движения за счет точного исполнения скоростного режима, включая временные ограничения скорости;
- соблюдение порядка и скоростного режима подъезда к местам ограничения скорости, светофорам и остановку поезда перед запрещающим сигналом светофора служебным торможением;
- расчёт оптимальной траектории движения и автоматический разгон поезда до расчетной скорости, поддержание оптимальной траектории движения;
- выработку сигналов в цепи управления локомотивом для дистанционного управления режимами тяги и торможения;
- соблюдение графика движения с точностью  $\pm 1$  мин (для скоростного движения  $\pm 30$ с), различные варианты исполнения расписания;
- выдачу визуальной и речевой информации для машиниста, в соответствии с регламентом взаимной информации;
- стабилизацию расхода электроэнергии, её экономию за счет рационального выбора режимов движения поезда;

- автоматизированное тестирование электрических схем и пневмооборудования электровоза, системы автоведения, определение готовности локомотива к поездке;
- фиксирование объективных результатов поездки;
- существенное облегчение труда машиниста, и как следствие повышение производительности труда.

### 3. 2 РАБОТА ПРОГРАММЫ АВТОВЕДЕНИЯ УСАВП- П

Система УСАВП-П работает в следующих режимах:

- автоведение – управление составом осуществляется УСАВП-П;
- советчик – управление составом производится машинистом, на экране отображается информация о текущем и рекомендуемом ведении.

Перед началом работы система УСАВП-П проводит самодиагностику, которая определяет исправность и готовность системы к работе. Результат проверки выводится на экран дисплея. Для детальной проверки работоспособности аппаратуры и корректности взаимодействия её с цепями управления локомотива предусмотрены встроенные тесты управления. Эти тесты позволяют системе УСАВП-П производить на локомотиве проверку правильности осуществления режимов тяги и торможения. Данная проверка может проводиться, как после прохождения локомотивом одного из видов ремонта или осмотра, так и при его приемке локомотивной бригадой.

Для ввода данных в систему УСАВП-П (база данных по маршрутам, дополнительная информация о поезде, табельный номер поезда и машиниста, временные ограничения скорости и т.д.) используется картридж. Картридж готовится в депо и выдается машинисту перед поездкой. Подготовка картриджа производится на АРМ-ЭММ, см. главу II, п. 5.5 «Обработка картриджей на АРМ РПДА-П. Электронный маршрут машиниста (ЭММ)».

В процессе работы на экране УСАВП-П отображается текущая информация, необходимая для ведения поезда: фактическая и расчетная скорость, текущая координата, ускорение, расстояние до станции и время хода до нее по расписанию, информация об ограничениях скорости, давления в тормозной системе поезда и т.д. (рисунок 6).

В процессе движения можно оперативно посмотреть информацию о параметрах поезда, локомотива и системы автоведения.

На картридж ведется запись информации, полученной от системы автоведения и приборов безопасности, данные об исполнении расписания, нарушениях режима ведения поезда, управления тормозами, расходе электроэнергии и действиях машиниста. В процессе движения и в случае обнаружения неисправности машинисту через звуковую колонку выдаётся речевая информация.



Рисунок 6. Основной экран УСАВП-П

### 3. 3 АППАРАТУРА УСАВП- П

В базовый состав блоков системы УСАВП-П входят (рисунок 7):

- Блок системный (БС);
- Блок индикации (БИ);
- Блок дискретного управления (БДУ);
- Система измерительных преобразователей;

- Регистратор параметров движения и автоведения пассажирского поезда (РПДА-П) в составе:
  - Блок регистрации (БР), блок накопления информации (БНИ);
  - Блок измерения высоковольтный (БИВ);
  - Блок дискретного ввода (БДВ);
  - Блок аналогового ввода (БАВ);
  - Счетчик электроэнергии (СЭТ) – для электровозов переменного тока;
  - Комплект измерения давления (ИД).

В зависимости от серии локомотива набор блоков и их модификация может меняться.

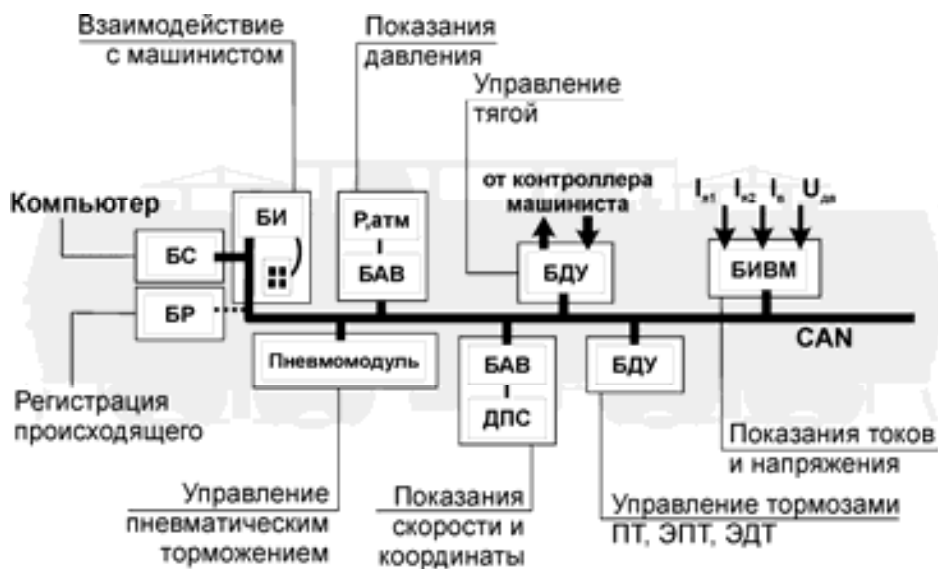
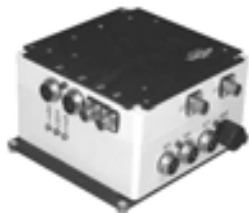


Рисунок 7. Базовый состав блоков УСАВП-П

#### Блок системный (БС)

Блок системный (БС) является центральным блоком системы автоведения. Он обеспечивает контроль всех параметров и взаимодействие других блоков системы между собой, реализацию алгоритмов автоведения и передачу информации в блок БР для записи на картридж.



**Блок системный  
(БС)**

В блоке БС содержится управляющая программа системы УСАВП-П, база данных об объектах на участке работы локомотива, его тяговые характеристики и т.д. Так же в этот блок автоматически, с картриджа вводятся дополнительные сведения (электронный маршрут машиниста (ЭММ), временные ограничения скорости и т.д. подробнее см. главу II, п. 5.5 «Обработка картриджей на АРМ РПДА-П. Электронный маршрут машиниста (ЭММ)»).



**Блок индикации  
(БИ)**

**Блок индикации (БИ)**

Блок индикации (БИ) представляет собой набор устройств, состоящих из блока с алфавитно-цифровым дисплеем (8x20 знакомест), клавиатуры (19 клавиш) и звуковой колонкой.

В состав системы УСАВП-П вместо алфавитно-цифрового дисплея может быть включен графический цветной дисплей с разрешением 640x480 пикселей.



**Блок дискретного  
управления (БДУ)**

**Блок дискретного управления (БДУ)**

Блок дискретного управления (БДУ) предназначен для управления режимом тяги и торможения, посредством воздействия на цепи управления локомотива, а так же приемом и обработкой дискретных сигналов.

В состав блока входят модуль дискретного управления, модуль приема дискретных сигналов и модуль реле и защиты для восстановления штатной схемы электровоза.



**Блок регистрации  
и картридж  
(БР и БНИ)**

**СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

Высоковольтные измерительные преобразователи обеспечивают измерение тяговых токов и напряжений с необходимым классом точности,

обеспечивая высоковольтную гальваническую развязку аппаратуры требуемого класса защиты;

Датчики угловых перемещений (ДПС) служат для преобразования угловой частоты вращения (оборотов) колесных пар, на которых они установлены, в последовательность импульсов, которая поступает в аппаратуру УСАВП-П для вычисления пройденного пути и скорости движения.

Датчики давления обеспечивают измерение текущих значений давлений в пневматических магистралях локомотива.

**РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ И АВТОВЕДЕНИЯ  
ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА (РПДА-П)**

Регистратор параметров движения и автоведения пассажирского поезда (РПДА-П) предназначен для измерения и регистрации в течение всей поездки около 40 основных параметров движения и управления локомотивом пассажирского поезда.

В состав РПДА-П базовой конфигурации входит следующая аппаратура (подробное описание см. главу II, п. 5):

- Блок регистрации (БР) и блок накопления информации (БНИ, картридж);
- Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ);
- Блок дискретного ввода (БДВ);
- Блок аналогового ввода (БАВ);
- Счетчик электроэнергии (СЭТ);
- Комплект измерения давления (ИД).

Информация о параметрах ведения и управления локомотивом записывается в картридж (съёмный блок БНИ) в течение всей поездки. Кроме того, в блок БНИ, в депо может быть загружена информация о предстоящей поездке: табельный номер, составность поезда, временные ограничения скорости и другие данные, необходимые для работы системы УСАВП-П. Это исключает необходимость вводить эту информацию вручную (подробнее см. главу II, п. 5.5 «Обработка картриджей на АРМ РПДА-П. Электронный маршрут машиниста (ЭММ)»).

### 3. 4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### УСАВП-П ПОСТОЯННОГО ТОКА

Алфавитно-цифровой дисплей.....	8x20 символов
Количество сильноточных цифровых выходов управления.....	30÷50
Количество цифровых входов.....	80÷100
Количество каналов аналого-цифрового преобразователя.....	10÷20
Потребляемая мощность .....	100 Вт
Масса .....	95 кг

#### УСАВП-П ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Алфавитно-цифровой дисплей.....	8x20 символов
Количество сильноточных цифровых выходов управления.....	20÷30
Количество цифровых входов.....	60÷80
Количество каналов аналого-цифрового преобразователя.....	10÷20
Потребляемая мощность .....	180 Вт
Масса .....	185 кг

### 3. 5 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ УСАВП- П

Применение УСАВП-П обеспечивает:

- Облегчение труда машинистов, что подтверждается проведенными ВНИИЖТ исследованиями, в результате которых установлено, что применение автоведения позволяет продлить устойчивый уровень работоспособности в среднем на 2-3 часа и уменьшить загруженность машиниста на наиболее сложных этапах его деятельности.
- Экономии электроэнергии за счет энергосберегающих режимов движения, которые рассчитываются в реальном масштабе времени непосредственно на борту локомотива. В среднем по сети на пассажирском движении достигнута экономия в 5-7 %.
- Повышение безопасности движения за счет точного исполнения скоростного режима, как по сигналам светофора, так и по местам ограничения скорости, включая и временные.
- Поддержание качества вождения поездов на высоком уровне независимо от квалификации машинистов.
- Объективность предрейсовой подготовки локомотивной бригады и повышения качества контроля за работой локомотивной бригады по результатам расшифровки данных записанных на картридж.

## 4. СИСТЕМА АВТОВЕДЕНИЯ ГРУЗОВОГО ЭЛЕКТРОВОЗА (УСАВП- Г)

Начало внедрения – 2001 г.

### 4. 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Универсальная система автоведения электровозов грузового движения УСАВП-Г предназначена для автоматизированного управления электровозами типа ВЛ10, ВЛ-11, ВЛ-80, ВЛ-85 с целью точного соблюдения времени хода, задаваемого графиком или другим нормативным документом, на основе выбора энергетически рационального режима движения.

Система УСАВП-Г учитывает все особенности ведения грузового поезда:

- вес и длину состава;
- профиль и план пути;
- показания светофоров;
- постоянные и временные ограничения скорости.

УСАВП-Г выполняет следующие функции:

- автоматизированное управление тягой и тормозами электровоза;
- осуществляет рекуперацию и/или реостатное торможение;
- выдает машинисту вспомогательную звуковую и визуальную исчерпывающую информацию о текущем ведении (текущая и рекомендованная скорость, местоположение поезда, ограничения скорости, показания датчиков и т.п.);
- осуществляет автоведение с соблюдением регламента, установленного существующими нормативными документами;
- проводит самодиагностику аппаратуры, входящей в состав УСАВП-Г;
- регистрирует (записывает на картридж РПДА-Г) всю информацию о ведении поезда в течение всей поездки.

## 4. 2 РАБОТА ПРОГРАММЫ АВТОВЕДЕНИЯ УСАВП- Г

На основании информации о параметрах электровоза и данных об участке обслуживания программа УСАВП-Г обеспечивает:

- расчет оптимального по расходу электроэнергии времени хода поезда;
- определение фактической скорости движения;
- выбор тяговой позиции электровоза в зависимости от расчетной величины скорости;
- расчет координат пути и местоположения поезда относительно станций.

УСАВП-Г работает в трех режимах:

- автоведение – управление тягой и торможением полностью осуществляется системой автоведения;
- советчик – поездом управляет машинист, на экран системы выводится информация об оптимальном и текущем ведении;
- кнопочный контроллер – машинист управляет поездом через клавиатуру системы автоведения.

Помимо этого, УСАВП-Г может выполнять функцию круиз-контроля, поддерживая заданную машинистом скорость. Перед началом работы машинист с помощью встроенных тестов проводит диагностику работоспособности аппаратуры УСАВП-Г и ее взаимодействия с цепями электровоза. Также в процессе движения УСАВП-Г непрерывно осуществляет самодиагностику исправности своей аппаратуры, правильности срабатывания электронных управляющих ключей, контролирует напряжение питания системы и подачу питания на датчики ДПС.

В процессе ведения во всех режимах управления (автоведение, советчик или кнопочный контроллер) на экране УСАВП-Г отображается информация о текущей и рассчитанной по оптимальному ведению скорости, ограничениях скорости, координате, сигнале АЛСН, позиции контроллера или, если осуществляется торможение, показаниях давления в тормозной системе электровоза и другое (рисунки 8).

Дополнительно на экран УСАВП-Г машинист может вывести информацию о показаниях различных датчиков, ближайших станциях, списке ограничений скорости и т.п.

	Текущая координата км/пикет	Текущее время Сигнал АЛСН	
Фактическая скорость, км/ч			Профиль пути
Расчетная скорость км/ч	K: 283.1	10:43:10	Позиция контроллера
Ограничение скорости текущее и следующее	C: 26	[вел]===	
	P: 25	выб.	
Строка индикации состояния системы	O: 40>60+280.6	Сброс	Режим ведения Траект. сброс и т.п.:
	[.п..в]		Значения токов текущее и максимальное
	уставка: 500А<1650		
	кс: 3350 V св: 4100		
	до 'Обь': 3500м		
	Следующая станция	Расстояние до ближайшего светофора, м	
	Напряжение в контактной сети	Расстояние до следующей станции	

Рисунок 8. Основной экран УСАВП-Г

Перед началом движения и при ведении поезда система УСАВП-Г позволяет менять параметр интенсивности следования по участку, изменять уставки тока, отключать применение торможения и управлять тягой электровозов с помощью кнопочного контроллера, включать или выключать речевые сообщения служебного характера для локомотивной бригады.

### 4. 3 АППАРАТУРА УСАВП-Г

УСАВП-Г имеет в своем составе средства для организации взаимодействия с машинистом, для сбора данных, для управления тягой, рекуперативным и пневматическим торможением.

В базовый состав аппаратуры УСАВП-Г входят (рисунок 9):

- Блок системный (БС);
- Блок индикации (БИ);
- Блок дискретного управления (БДУ);

- Блок аналогового управления (БАУ);
- Блок регулирования возбуждения возбудителей (БРВВ);
- Регистратор параметров движения и автоведения грузового электроваза (РПДА-Г, РПДА-ГПТ) куда входят:
  - Блок регистрации (БР) и блок накопления информации (БНИ);
  - Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ);
  - Блок дискретного ввода (БДВ) и блок дискретного управления (БДУ);
  - Блок аналогового ввода (БАВ);
  - Счетчик электроэнергии (СЭТ)-1М.01.04 (для РПДА-ГПТ);
  - Комплект измерения давления (ИД);
- Датчики угловых перемещений (ДПС) и давления (ДД).

В зависимости от серии локомотива набор блоков и их модификация может меняться.

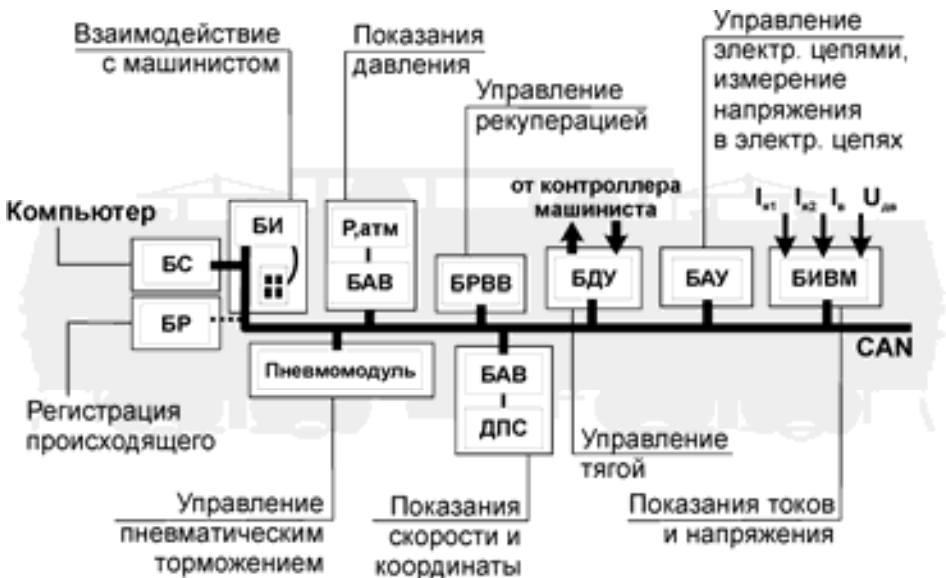


Рисунок 9. Базовый состав блоков УСАВП-Г

**Блок системный (БС)**

Блок БС является центральным для системы автоведения. Он обеспечивает контроль всех параметров и взаимодействие блоков системы между собой, реализацию алгоритмов автоведения и передачу в блок БР для записи на картридж информации.

Блок БС содержит в себе программу автоведения и Базу Данных маршрутов (см. п. 1.6, глава I). Другие необходимые сведения, как-то: временные ограничения скорости, характеристики состава и т.п., вводятся машинистом посредством клавиатуры системы автоведения.

**Блок индикации (БИ)**

БИ представляет собой набор устройств, состоящих из блока с алфавитно-цифровым (8x20 знакомест) дисплеем, клавиатуры (19 клавиш) и звуковой колонкой.

В состав системы УСАВП-Г вместо алфавитно-цифрового дисплея может быть включен графический цветной дисплей с разрешением 640x480 пикселей.

**Блок дискретного управления (БДУ)**

Блок дискретного управления БДУ предназначен для управления цепями электровоза и обработкой дискретных сигналов.

В состав блока входят модуль дискретного управления, модуль приема дискретных сигналов и модуль реле и защиты для восстановления штатной схемы электровоза.

**Блок аналогового управления (БАУ)**

Блок аналогового управления (БАУ) предназначен для управления электрическими цепями тягового подвижного состава, измерения напряжения в электрических цепях и преобразования измеренных значений в цифровой код.

**Блок регулирования возбуждения возбудителей (БРВВ)**

Блок регулирования возбуждения возбудителей (БРВВ) осуществляет управление рекуперативным торможением.



**Блок индикации  
(БИ)**

**РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ И АВТОВЕДЕНИЯ  
ГРУЗОВОГО ЭЛЕКТРОВОЗА (РПДА-Г или РПДА-ГПТ)**

Регистратор параметров движения поезда и автоведения грузового электровоза (РПДА-Г, РПДА-ГПТ) предназначен для отображения на индикаторе и записи на картридж основных параметров работы электровоза: напряжения контактной сети, тока якоря по группам двигателей, общего тока электровоза; тока возбуждения двигателя, расхода электроэнергии, показаний АЛСН, срабатывания систем защиты: БВ или ГВ, ЭПК, РБ, РП, ТМ.

В базовый состав РПДА-Г (РПДА-ГПТ) входит следующая аппаратура (подробное описание см. главу II, п.б):



**Блок дискретного  
управления (БДУ)**

- Блок регистрации (БР) и блок накопления информации (БНИ);
- Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ);
- Блок дискретного ввода (БДВ) и блок дискретного управления (БДУ);
- Блок аналогового ввода (БАВ);
- Счетчик электроэнергии (СЭТ)-1М.01.04 (для РПДА-ГПТ);
- Комплект измерения давления (ИД).



**Блок регулирования  
возбуждения  
возбудителей  
(БРВВ)**

В съемный блок БНИ (картридж) в течение всей поездки записывается информация о параметрах ведения.

**ДАТЧИКИ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ (ДПС) И ДАВЛЕНИЯ (ДД)**

Датчики угловых перемещений служат для преобразования угловой частоты вращения (оборотов) колесных пар, на которых они установлены, в последовательность импульсов, которая поступает в аппаратуру УСВП-Г и диагностирования для вычисления пройденного пути и скорости движения.

Датчики давления обеспечивают измерение текущих значений давлений в уравнительном резервуаре, тормозной магистрали и тормозных цилиндрах.

## 4. 4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### УСАВП-Г ПОСТОЯННОГО ТОКА

Алфавитно-цифровой дисплей .....	8x20 символов
Количество сильноточных цифровых выходов управления .....	60
Количество цифровых входов .....	24
Количество каналов аналого-цифрового преобразователя .....	12
Количество каналов цифро-аналогового преобразователя .....	2
Потребляемая мощность.....	150 Вт
Масса .....	95 кг

### УСАВП-Г ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Алфавитно-цифровой дисплей .....	8x20 символов
Количество сильноточных цифровых выходов управления .....	48
Количество цифровых входов .....	24
Количество каналов аналого-цифрового преобразователя .....	12
Количество каналов цифро-аналогового преобразователя .....	4
Потребляемая мощность.....	150 Вт
Масса .....	95 кг

## 4. 5 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСАВП- Г

- Существенно облегчается труд машиниста в сложных поездных ситуациях, обеспечивается активация внимания, снижается отрицательное влияние психофизиологических факторов. Режим автоведения освобождает машиниста от многих рутинных операций, связанных с управлением электровозом. Действия машиниста сводятся контролю за работой системы, контролю поездной ситуации и управлению торможением под платформу. При этом обеспечивается активация деятельности машиниста благодаря речевым сообщениям системы автоведения поездов о приближающихся путевых объектах и сигналах светофора.
- Повышается безопасность движения.

- Обеспечивается возможность экономии электроэнергии в пределах 3-5% относительно вождения машинистов без системы автоведения.
- Создаются условия для организации обслуживания локомотива при поездке одним машинистом.
- Комплексное внедрение УСАВП-Г способствует повышению пропускной способности дороги за счет уплотнения графика движения, сокращает сроки и стоимость перевозок.
- Сокращение трудозатрат железной дороги (локомотивного депо), связанных с расшифровкой информации и учетом электроэнергии, потребляемой на тягу поездов, при использовании традиционных способов получения информации с использованием штатных счетчиков электроэнергии.
- Снижение трудозатрат теплотехника по анализу расхода электроэнергии.
- Снижение трудозатрат группы учёта по расчёту расхода электроэнергии каждым машинистом за поездку и каждым электровозом за период времени, по определению экономии или перерасхода электроэнергии за счёт применения автоматизированного учета параметров электровозов, а также оперативного принятия решений по экономному расходованию электроэнергии на основе анализа зарегистрированных данных.
- Повышение точности учёта электроэнергии и его взаимосвязи с фактически затраченной энергией на тягу.
- Сокращение затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт электровозов.

## **5. СИСТЕМА АВТОВЕДЕНИЯ ГРУЗОВЫХ СОЕДИНЕННЫХ ПОЕЗДОВ (ИСАВП- РТ)**

Начало внедрения – 2002г.

### **5. 1 НАЗНАЧЕНИЕ**

Интеллектуальная система автоматизированного вождения грузовых соединенных поездов на участках любого профиля (ИСАВП-РТ) предназначена для управления локомотивами соединенных поездов весом до 12 тысяч тонн в режиме автоведения.

Движение соединенных грузовых поездов организуется для повышения пропускной и провозной способности участков и направлений, сокращения задержек поездов при производстве ремонтно-путевых и строительных «окон», ликвидации последствий стихийных бедствий, аварий, крушений.

Отличительное преимущество системы в возможности автоматизированного асинхронного и синхронного управления силовыми установками различных типов электровозов в режиме тяги и электрического торможения, согласованной работой тормозных систем при объединенных тормозных магистралях, а также реализация функции автоматизированного синхронного или с задержкой по времени управления локомотивов с головы поезда.

Система ИСАВП-РТ обеспечивает автоматическое ограничение продольных динамических сил сверх допустимых в составе соединенного поезда, что исключает возможность выдавливания вагонов и обрыв автосцепок при всех режимах управления.

### **5. 2 ПРИНЦИП РАБОТЫ ИСАВП- РТ**

Система автоведения ИСАВП-РТ устанавливается на все электровозы состава. Головной состав – ведущий, остальные – ведомые (рисунок 10).

Во время движения система ИСАВП-РТ на ведущем локомотиве, производит расчет режимов энергосберегающего управления для всех

локомотивов состава. По защищенному цифровому каналу с помощью радиомодема режимы ведения передаются от ведущего локомотива ведомым, а ведомые электровозы передают ведущему информацию о своем состоянии.



Рисунок 10. ИСАВП-РТ на подвижном составе

### 5.3 ПРОГРАММА АВТОВЕДЕНИЯ ИСАВП-РТ

Программа ИСАВП-РТ выполняет все функции по ведению поезда, как и система УСАВП-Г (см. глава I, п. 4), но ее возможности расширены для ведения составов с распределенной тягой. В общем виде программа ИСАВП-РТ на основании информации об участке обслуживания и принятой с борта электровоза обеспечивает:

- расчет оптимальных по расходу электроэнергии режимов ведения поезда по маршруту;
- сравнение фактической скорости движения с расчетной и определение необходимой скорости движения поезда, для выполнения расчетного времени хода, в том числе на участках приближения к сигналам светофора, требующих снижения скорости, и при подъезде к местам действий ограничения скорости;
- выбор тяговой позиции электровоза в зависимости от расчетной величины скорости;
- расчет координат пути и местоположения поезда относительно станций;
- передачу команд управления и отклика между ведомым и ведущими локомотивами;
- реализацию режимов торможения для обеспечения требуемых скоростей.

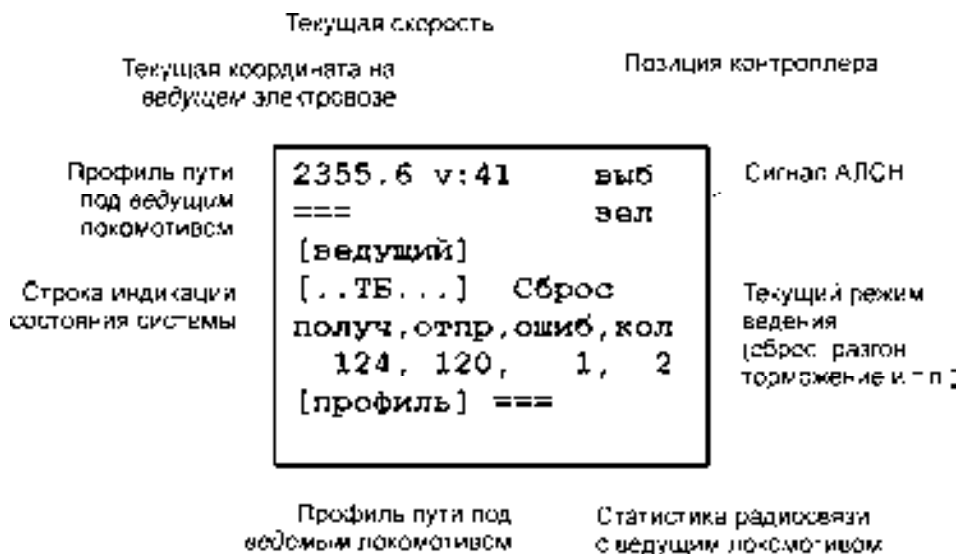


Рисунок 11. Основной экран ИСАВП-РТ везущего локомотива

ИСАВП-РТ может работать в трех режимах:

- автоведение – управление тягой и торможением полностью осуществляется системой автоведения;
- советчик – поездом управляет машинист, на экран системы выводится информация об оптимальном и текущем ведении;
- кнопочный контроллер – машинист управляет поездом через клавиатуру системы автоведения.

Перед началом работы ИСАВП-РТ проводится диагностика работы аппаратуры системы и ее взаимодействия с цепями электровоза. Постоянно в процессе движения ИСАВП-РТ контролирует состояние радиосвязи и работу аппаратных устройств.

На экране ИСАВП-РТ отображается информация о текущем ведении: текущая и расчетная скорость, координата, профиль пути под локомотивом, позиция контроллера, сигнал АЛСН, статистика радиосвязи и информация о ведении на удаленном электровозе. На рисунке 11 изображен Основной экран для везущего электровоза.

На экран ИСАВП-РТ дополнительно машинист может вывести информацию о показаниях различных датчиков, ближайших станциях, списке ограничений скорости и т.п.

УСАВП-Г помимо перечисленных режимов может выполнять функцию круиз-контроля, когда поддерживается заданная машинистом скорость.

Перед началом движения и при ведении поезда система УСАВП-Г позволяет менять параметр интенсивности следования по участку, изменять уставки тока, отключать применение торможения и управлять тягой электровозов с помощью кнопочного контроллера, включать или выключать речевые сообщения служебного характера для локомотивной бригады.

## 5. 4 АППАРАТУРА ИСАВП- РТ

Система автоведения устанавливается на все электровозы состава. Сообщение между электровозами происходит по защищенному цифровому радиоканалу.

Аппаратура ИСАВП-РТ базируется на системе УСАВП-Г, которая оборудуется сетевым модулем радиоканала (СМРК).

В базовый состав аппаратуры ИСАВП-РТ для одного локомотива входят:

- Сетевой модуль радиоканала (СМРК):
  - Контроллер связной локомотивный (КСЛ);
  - Антенна;
- Система УСАВП-Г (подробное описание УСАВП-Г см. п. 4, глава I):
  - Блок системный (БС) с программой автоведения ИСАВП-РТ;
  - Блок индикации (БИ);
  - Блок дискретного управления (БДУ);
  - Система измерительных преобразователей;
  - Блок регулирования возбуждения возбудителей (БРВВ);
  - Регистратор параметров движения и автоведения грузового электровоза (РПДА-Г, РПДА-ГПТ) (подборный состав РПДА-Г (РПДА-ГПТ) см. главу II, п.6).

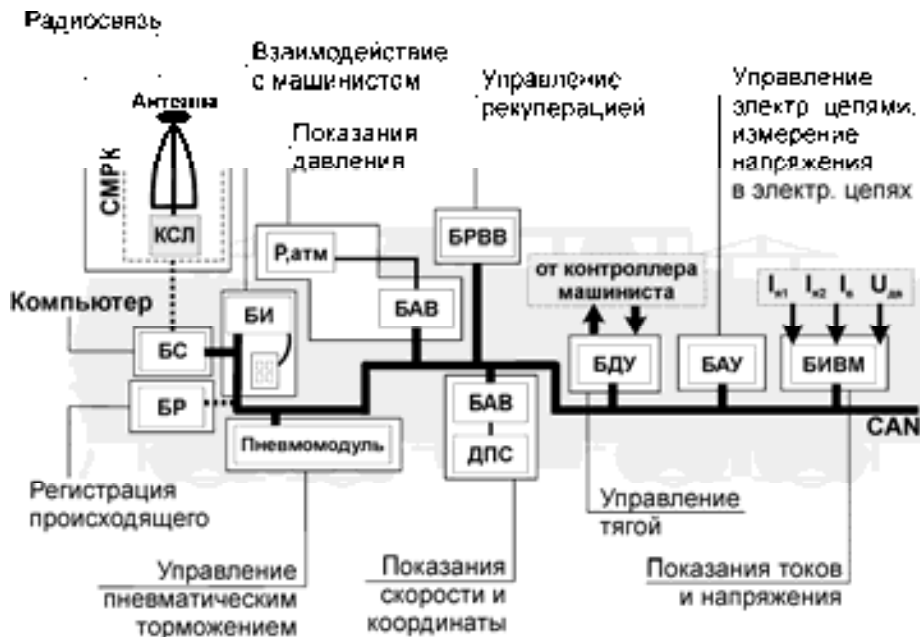


Рисунок 12. Базовый состав аппаратуры ИСАВП-РТ

#### СЕТЕВОЙ МОДУЛЬ РАДИОКАНАЛА (СМРК)

Сетевой модуль радиоканала (СМРК) является одним из основных звеньев в системе ИСАВП-РТ. СМРК осуществляет обмен данными между ведущим и ведомыми локомотивами состава.

В состав СМРК входят контроллер связной локомотивный (КСЛ), выполняющий функции радиомодема, для обмена информацией между удаленными локомотивами и антенна для трансляции и приема данных.

#### СИСТЕМА УСАВП-Г

Универсальная система автоведения электровозов грузового движения УСАВП-Г предназначена для автоматизированного управления электровозами с целью точного соблюдения времени хода, задаваемого графиком или другим нормативным документом,



Сетевой модуль радиоканала (СМРК)

на основе выбора энергетически рационального режима движения. Подробное описание УСАВП-Г дано в см. п. 4, глава I.

В состав УСАВП-Г входит регистратор параметров движения и автоведения грузового электровоза РПДА-Г (РПДА-ГПТ). Подробнее об РПДА-Г (РПДА-ГПТ) см. главу II, п. 6.

На блок БС в системе ИСАВП-РТ устанавливается программа автоведения ИСАВП-РТ, осуществляющая ведение соединенных поездов.

## 5. 5 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСАВП- РТ

Напряжение питания .....	35÷65 В
Потребляемая мощность, не более.....	80 Вт
Несущая частота канала связи.....	132÷174 МГц
Полоса пропускная канала .....	12,5 кГц
Количество поддиапазонов канала связи.....	8

## 5. 6 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИСАВП- РТ

Реализация автоматического ведения поезда со сдвоенными либо распределенными по длине состава локомотивами приводит к повышению пропускной способности участков на 4-6%, повышению маршрутной скорости до 1000 км/сутки и, как следствие, сокращению оборота подвижного состава на 20%.

Правильный подбор управления системой ИСАВП-РТ, уменьшение числа рутинных операций по управлению локомотивом и повышение информированности машиниста в условиях ограниченной видимости (снег, дождь, туман, ночь), существенно облегчает труд машиниста и повышает безопасность движения состава.

## **II РЕГИСТРАТОРЫ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ И АВТОВЕДЕНИЯ (РПДА) И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО РПДА (АРМ РПДА)**

### **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕГИСТРАТОРЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ (РПДА)**

Регистраторы параметров движения и автоведения (РПДА) предназначены для измерения и регистрации в течение всей поездки основных параметров движения: количество затраченной электроэнергии, значения токов и напряжений в силовых цепях для каждой тяговой единицы, показания локомотивной сигнализации, давления в тормозной системе и т.п.

Регистратор является неотъемлемой частью системы автоведения, выдавая в бортовую микропроцессорную систему автоведения текущие значения токов, напряжений и давлений.

РПДА представляет собой распределенную систему регистрации, состоящую из набора устройств, установленных в обеих секциях электровоза (в каждом моторном вагоне электропоезда) и выполняющих отдельные функции в составе этой системы.

Регистратор имеет более высокую точность измерения потребленной электроэнергии по сравнению с существующими счетчиками. Набор измеряемых параметров зависит от типа подвижного состава, на который устанавливается регистратор.

Для записи и хранения зарегистрированной информации используется переносной блок накопления информации (картридж), позволяющий зафиксировать данные в течение 24 часов работы.

Измерение и регистрация всех параметров осуществляется с привязкой к пути и текущему времени, чем определяется уникальная возможность разнесения потреблённой электроэнергии на маневровую работу, тягу и отопление по дорогам, отделениям и тяговым подстанциям. Показания

измерения токов используются системой автоведения для расчёта энергооптимальной траектории движения и управления электровозом.

Расшифровка записанной на картридж информации производится АРМ РПДА (см. п. 2, глава II), обеспечивающий проведение анализа всей зарегистрированной информации и подготовку типовых форм отчётности по результатам поездок.

### **СОСТАВ АППАРАТУРЫ РПДА**

Регистратор состоит из набора измерительных устройств, установленных в электровозе (моторном вагоне поезда). Комплектация аппаратуры регистратора привязана к типу подвижного состава.

## **2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО РПДА (АРМ РПДА)**

Регистратор параметров движения и автоведения регистрирует на съёмном носителе данных (картридже) параметры движения и технического состояния, действия локомотивной бригады и расход энергии. Это дает возможность всестороннего анализа процессов, связанных с движением поезда, на основании которого принимаются тактические и стратегические решения управления локомотивным хозяйством. Автоматизированное рабочее место РПДА (АРМ РПДА) является одним из инструментов для такого анализа.



АРМ РПДА может работать в сетевом режиме: на основном компьютере производить считывание, расшифровку и хранение поездок, а на других рабочих местах получать отчеты и просматривать поездки.

Для каждого типа РПДА разработан свой АРМ.

## 2. 1 СОСТАВ АППАРАТУРЫ АРМ РПДА

АРМ РПДА включает в себя:

- персональный компьютер с установленным программным обеспечением АРМ РПДА;
- адаптер (АК) – производит считывание информации с блока БНИ и обеспечивает передачу ее в персональный компьютер;
- принтер – осуществляет вывод отчетов на печать.

## 2. 2 БЕЗОПАСНОСТЬ

С помощью анализа на АРМ РПДА контролируются все нарушения в объеме инструкции по расшифровке скоростемерных лент.

Кроме этого анализируется градиент скорости при подъезде к светофору (желтый и красно-желтый сигнал) и выполнение ограничений скорости с учетом длины поезда, а также выявляются сбои в рельсовой цепи и в работе АЛСН с указанием места, времени сбоя и описанием режима.

## 2. 3 ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

По сравнению с ручной записью запись на картридж РПДА исключает возможность приписок при учете расхода электроэнергии. В сравнении со счетчиками значительно повышается точность измерения расхода электроэнергии (с погрешностью 1%).

Анализ данных записанных на картридж позволяет:

- с высокой точностью определить расход электроэнергии по любым отрезкам пути при различных режимах ведения поезда;
- разделить расход энергии на составляющие: тягу, отопление, вспомогательные нужды; определить расход энергии при простое в депо и при маневровой работе;
- контролировать использование рекуперации и реостатного тормоза.

Появляется возможность разбить машинистов в колонне на несколько групп по расходу электроэнергии для передачи опыта лучших и обучения отстающих.

## 2. 4 СТРУКТУРА И ВОЗМОЖНОСТИ АРМ РПДА

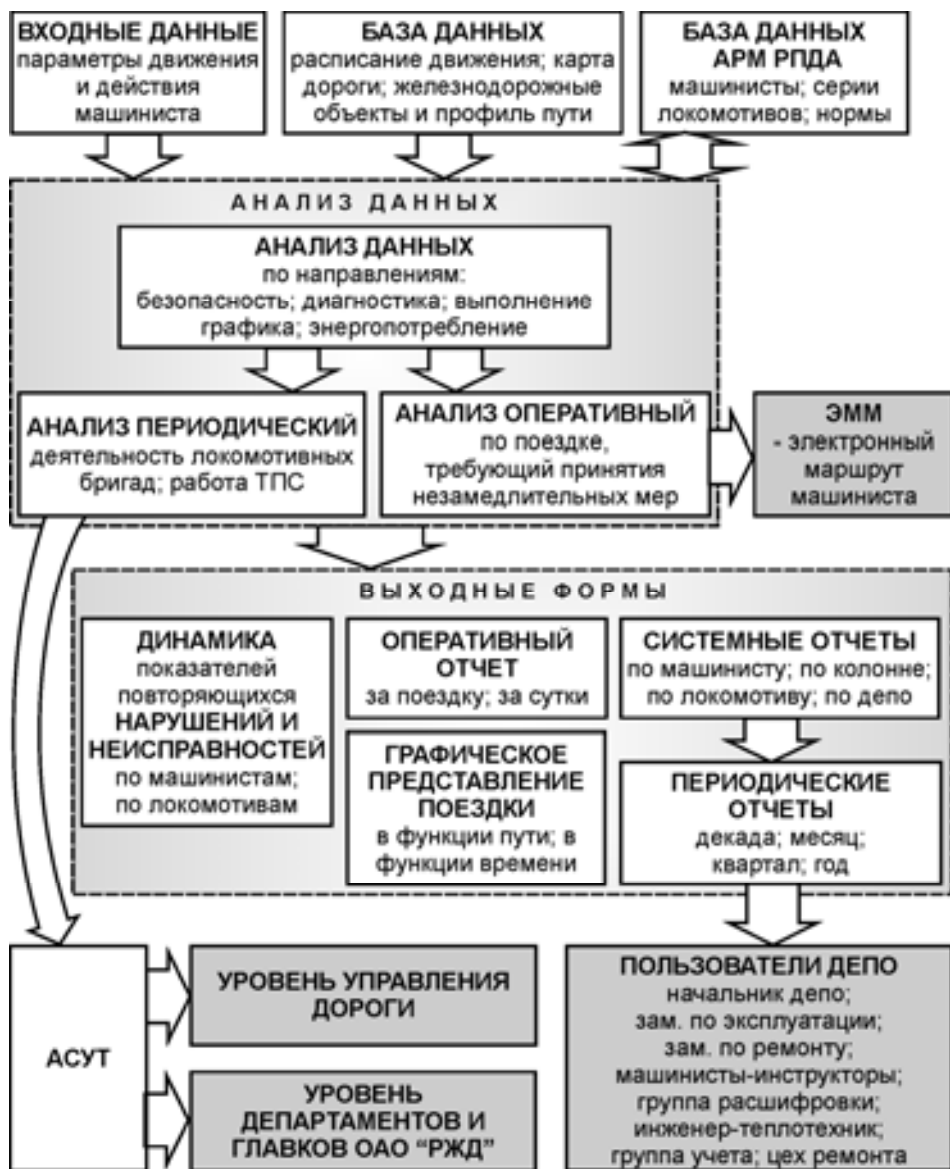


Рисунок 13. Структура и возможности АРМ РПДА

## 2. 5 РАСШИФРОВКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ НА АРМ РПДА

Расшифровка и полный анализ поездки производится на АРМ-РПДА автоматически за 10-30 секунд. Графическое представление расшифровки данных приведено на рисунке 14.

Пояснения к рисунку 14:

- 1 – напряжение в контактной сети;
- 2 – ток локомотива;
- 3 – токи 1 и 2 секций;
- 4 – давление в УР;
- 5 – постоянные ограничения скорости;
- 6 – скорость;
- 7 – сигналы АЛСЧ;
- 8 – режим автоведения;
- 9 – имя файла копии картриджа, с которого считана информация о поездке;
- 10 – строка меню;
- 11 – панель кнопок;
- 12 – мини-карта для ориентирования и установки требуемой области просмотра картриджа;
- 13 – ж.д. координата;
- 14 – графики аналоговых параметров (напряжение, ток, давление, скорость);
- 15 – путевые объекты;
- 16 – названия станций;
- 17 – профиль пути;
- 18 – графики дискретных параметров;

По результатам анализа накапливается база данных, которая позволяет получать отчеты за любой период времени. Примеры некоторых из них представлены на рисунках 15-18.

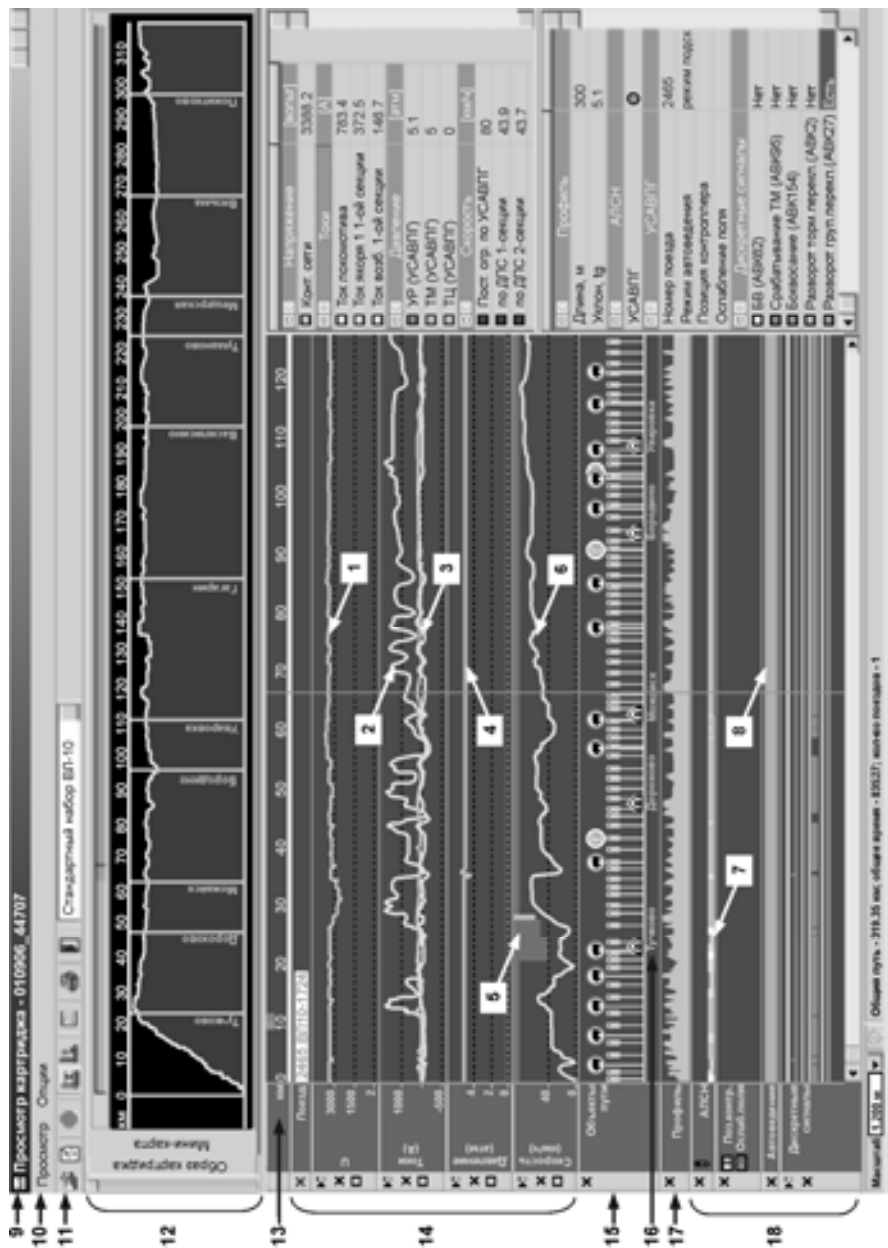


Рисунок 14. Графическое представление расшифровки данных на АРМ РПДА

Отчеты - Итоговый отчет

За период с 09 2003 18.01.2007 Y M

Итоговый отчет

**Эксплуатационные показатели**

Число маршрутов	: 108
Суммарный поездный пробег, км	: 26743.2
Пробег в автоведении, км	: 7443.4 (27.8%)
Пробег в режиме подкачки, км	: 18903.1 (70.7%)
Общее время работы	: 600:04:43
Время простоя	: 118:50:48
Суммарная поездная работа, т*ч * 10000	: 91889.5
Средняя участковая скорость, км/ч	: 44.6
Средняя техническая скорость, км/ч	: 55.6
Средняя масса состава, т	: 3387.0
Средняя длина состава, м	: 945.0
Средняя нагрузка на ось, т	: 14.1

**Энергетические показатели**

Общий расход энергии по счетчикам, кВт*ч	: 607106.0
Удельный расход по счетчикам, кВт.ч x 10000 / т.км.бр	: 66.1
Общая энергия рекуперации, кВт*ч	: 114683.0
Норма расхода энергии, кВт*ч	: 499501.0
Реактивная энергия, кВт*ч	: 23267.0

**Ограничения скорости**

Общее кол-во постоянных ограничений	: 1261
Среднее кол-во на маршрут	: 11.7
Общее кол-во предупреждений	: 431
Суммарная протяженность, км	: 763.0
Среднее кол-во на маршрут	: 4.0

Рисунок 15. Итоговый отчет

Отчеты - Отчет по машинистам

За период с 07.09.2003 до 10.01.2007 У М

Серия ВП10

**Суммарный отчет по машинистам**

Поиск (Фамилия)	Таб.№	Полное	абота.к%	робота.к%	автовед.к%	автовед.к%	Полов.к.к%	Время	Эн. кВт	Эк. кВт	Норме	тк
Таб.номер - 111	1114	2	1652.5	661.012	3.801	0.58	657.211	93.42	13.46.30	19313	442	10741.4
Таб.номер - 112	1123	2	0.2	223.831	0.075	0.03	206.531	92.27	06.41.25	6634	1310	2.5
Таб.номер - 115	1152	1	1633.8	261.111	0	0	260.99	93.95	09.16.18	6412	0	6208.3
Таб.номер - 115	1157	1	2002.1	318.191	0	0	318.191	100	05.59.28	0	0	7407.6
Таб.номер - 118	1185	1	1384.1	272.835	71.895	26.06	201.74	73.94	06.32.26	7326	818	5674.8
Таб.номер - 122	122	2	713.4	621.381	0	0	621.381	100	15.01.08	15254	391	7990.2
Таб.номер - 126	1269	1	1345	341.716	15.4337	45.17	187.379	54.83	07.45.02	9429	0	7532
Таб.номер - 148	1484	1	1940.6	324.252	248.897	76.76	74.221	22.89	07.37.09	7677	5351	7188.4
Таб.номер - 153	1533	1	1704.3	274.614	148.958	54.24	125.656	45.76	05.37.31	7596	755	6476.2
Таб.номер - 177	177	1	1203.5	324.389	225.488	69.51	94.002	28.98	06.14.48	8454	241	6738.5
Таб.номер - 178	178	1	0.3	230.681	0.057	0.02	289.617	99.63	06.45.15	32	150	3.3
Таб.номер - 178	1785	3	1032	326.079	83.049	25.47	243.027	74.53	06.56.49	32	5609	3818.3

**Детальный отчет по машинисту \*Таб.номер - 1114\* (таб.№1114)**

Дата поезда	Поезд	Фло	Серия ло	абота.к%	робота.к%	автовед.к%	автовед.к%	Полов.к.к%	Время	Эн. кВт	Эк. кВт	Норме	
2006-09-15 11:	1732	1726	ВП10	857.9	343.174	0.156	0.05	343.018	93.95	06.24.38	18218	95	5576.6
2006-09-16 00:	2341	1421	ВП10	794.6	317.838	3.645	1.15	314.193	98.05	07.21.52	9095	347	5164.9

Морской - Корытцево-1-9 Трн (файл - C:\Program Files\ARM РПДА\_Глаш\_Кор\16\169906\_30517.img)

Рисунок 16. Отчет по машинистам

Отчеты - Отчет по локомотивам

За период с 07.09.2003 18.01.2007 Y M

Серия ВЛ10

### Суммарный отчет по локомотивам

№ локомотива	№ локомотива	Таб №	Работа, тк	Треб. кт	Автовед. км	Автовед. %	Время	Эн. кВт	Рек. кВт	Аорма, в	ткл. нормы	Аорма, км/ч	
0	ВЛ10	12	14124,9	3687,5	266,136		7,22	80,22,10	1022,42	10621	77711,3	31,6	47,11
1822	ВЛ10	2	1214,8	301,9	232,195		76,91	07,07,16	7997	8405	5466,6	46,3	44,11
1659	ВЛ10	2	1486	628,8	504,929		80,3	13,50,33	18461	1655	13267,1	30,1	46,31
111222	ВЛ10	1	2142	322,5	0,286		0,09	08,00,13	0	0	8762,4	-100	40,21
1117	ВЛ10	1	476,1	274,1	228,51		63,37	06,10,44	6563	140	5318,6	23,1	44,31
1165	ВЛ10	3	1032	326,1	83,049		25,47	06,56,49	32	5609	3818,3	-99,2	42,81
1167	ВЛ10	1	983,2	299,8	184,37		61,5	05,58,47	7103	272	4815,8	44,5	50,11
1181	ВЛ10	1	698,5	279,4	0		0	07,34,25	8863	8874	4540,6	95,2	36,81
1189	ВЛ10	2	1782,9	330,6	257,48		77,88	06,18,31	9017	158	7309,7	23,4	41,41
1196	ВЛ10	3	2703,9	482,6	75,158		16,07	19,28,04	26522	447	11314,1	135,3	29,51
1202	ВЛ10	1	1168,3	281,9	0,018		0,01	10,49,01	6370	6869	5841,5	9	26,01
1213	ВЛ10	1	1530,1	338,3	0		0	05,59,46	8878	19	7650,7	16	56,41

### Детальный отчет по локомотиву №8 (ВЛ10)

Дата поездки	№0	наименов	Таб №	Работа, тк	Треб. кт	Автовед. км	Автовед. %	Время	Эн. кВт	Рек. кВт	Норма	ткл. нормы	Аорма
2006-08-07 11:11	Таб номер - 403	403	1867,8	324,9	0		0	07,41,22	12628	0	7697,6	77,9	
2006-08-08 03:11	Таб номер - 403	403	787,1	314,9	0		0	08,02,19	12028	0	5116,3	135,1	
2006-09-01 02:11	Таб номер - 2711	2718	452	284,6	21,143		7,43	05,59,20	5748	17	5510,7	4,3	
2006-09-03 12:11	Таб номер - 403	403	692,4	332,4	0		0	08,22,57	7535	0	7755	-2,8	
2006-09-10 00:11	Таб номер - 497	497	700,1	280	0		0	05,16,16	6845	445	4650,7	50,4	
2006-09-11 19:11	Таб номер - 1801	1809	1492,7	345,2	0		0	08,38,15	18044	52	6717,3	61,4	
2006-09-12 01:11	Таб номер - 2771	2777	546,9	341,4	262,801		59,4	06,21,48	7771	7926	6114,6	27,1	
2006-09-13 10:11	Таб номер - 1861	1864	1507,3	266,2	26,821		10,88	06,27,59	8574	9136	7143,1	20	
2006-09-13 20:11	Таб номер - 4361	4368	1714,9	316,2	12,552		3,97	05,03,59	9312	0	6346,1	46,8	

Месседж: Корректировка в Трассе (Файл - С:\Program Files\АРМ РПДА\Отчет\_кажд1\01\09\06\_33168.mg)

Рисунок 17. Отчет по локомотивам

Отчеты - Скоростной режим

За период с 10.09.2003 до 10.01.2007 Y M

Нарушение скоростных режимов по номинастам в целом

Условия	Колво автоведения
Превышение установленной скорости движения	34
Превышение временного ограничения скорости	24
Остановка в пути следования	0
Юз	0
Боксование	5
Разное боксование	211
Превышение скорости под б. огонь	0
Превышение скорости проследования Ж. сигнала	98
Превышение скорости следования на КЖ	2
Превышение скорости 20 км/ч при следовании на КЖ	28
Превышение скорости 10 км/ч при следовании на КЖ	128
Безостановочное проследование запрещающего сигнала	0
Проезд запрещающего сигнала со скоростью более 20 км/ч	0

Всего нарушений по номинастам в целом: 546

Выбор отчета

Детально о пункте "Превышение установленной скорости движения" по номинастам в целом

№ поезда	Дата	Таб. номер	Ф.И.О.	Тип покатности	№ покатности	Место	Скоростной режим
2203	2006-09-01 03:05:02	249	Таб.номер - 249	ВР10	1843	2715км 6км	2715км 7км
2207	2006-09-01 03:25:55	2718	Таб.номер - 2718	ВР10	0	2723км 5км	2720км 9км
2207	2006-09-01 03:32:43	2718	Таб.номер - 2718	ВР10	0	2718км 2км	2717км 9км
2207	2006-09-01 03:33:39	2718	Таб.номер - 2718	ВР10	0	2717км 5км	2715км 7км
2207	2006-09-01 06:49:30	2718	Таб.номер - 2718	ВР10	0	2495км 5км	2495км 5км
1938	2006-09-01 16:31:46	4346	Таб.номер - 4346	ВР10	215	11км 10км	9км 10км
2878	2006-09-11 16:10:46	1123	Таб.номер - 1123	ВР10	1892	13км 7км	2723км 2км
2846	2006-09-12 09:31:04	4349	Таб.номер - 4349	ВР10	1240	2431км 2км	2425км 10км
1798	2006-09-12 01:38:16	1809	Таб.номер - 1809	ВР10	0	3033км 1км	3036км 7км

Мониторинг - Скоростной режим - Базис (файл - C:\Program Files\ARM\RPDA\_Glsh\_Kon\1010506\_43639.rtg)

Рисунок 18. Отчет по скоростному режиму

### **3. РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ( РПДА)**

Начало внедрения 2000 г. – на электропоездах постоянного тока, 2004 г. – на электропоездах переменного тока.

#### **3. 1 НАЗНАЧЕНИЕ**

Регистратор параметров движения и автоведения электропоезда (РПДА) предназначен для измерения и регистрации в течение всей поездки основных параметров движения и управления электропоезда: повагонный расход электроэнергии, мгновенные значения токов и напряжений, показания локомотивного светофора и другое.

Запись информации осуществляется на сменный носитель данных (картридж), затем эти данные с помощью АРМ РПДА позволяют получать объективную информацию о параметрах следования электропоезда и проводить анализ по каждой поездке.

РПДА является дополнением к системе автоведения УСАВП (глава I, п. 2), расширяя ее функциональные возможности.

#### **3. 2 РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ**

РДПА электропоезда регистрирует следующие параметры:

- текущая скорость;
- пройденный путь;
- сигналы автоматической локомотивной сигнализации;
- напряжение в контактной сети;
- расход электроэнергии по каждому из моторных вагонов;
- параметры электропневматического тормозного оборудования.

В АРМ РПДА формируются отчетные формы за поездку (справка по поездке, справка о выполнении расписания); за период (отчет по машинистам, отчет по локомотивам).

При ежедневной расшифровке картриджей оператор может накапливать и передавать следующую информацию специалистам депо:

- случаи нарушения безопасности движения;
- случаи, влияющие на движение потока поездов: остановки на перегонах, перед запрещающими сигналами, снятие напряжения, опоздания из-за светофоров, отличных от «зеленого» и т.п.;
- общий расход энергии по депо и процент выполнения нормы;
- процент машинистов по каждой колонне (лучших машинистов и допускающих систематический перерасход электроэнергии);
- количество минут нагона и расход энергии на нагон;
- сбои в работе АЛСН;
- процент использования автоведения;
- данные по выполнению графика движения;
- данные по сбоям энергоснабжения.

### 3.3 АППАРАТУРА РПДА

В комплект аппаратуры РПДА входят:

- Мастер-модуль (ММ);
- Блок управления (БУ);
- Блок измерений высоковольтный (БИВМ);
- Счетчик электроэнергии (СЭТ) – только в РПДА переменного тока (РПДА-ПТ);
- Блок накопления информации (БНИ, картридж).

Перечисленные блоки в РПДА переменного (РПДА-ПТ) и РПДА постоянного тока конструктивно различаются.

#### **МАСТЕР-МОДУЛЬ (ММ)**

Мастер-модуль (ММ) выполняет следующие функции:

- прием информации от блоков управления, расположенных в вагонах;
- прием дискретных сигналов АЛСН, срабатывания БВ, ЭПК, включение тумблера отопления, включения выходных цепей системы автоведения;
- прием и обработка сигналов от двух датчиков давления (при их установке) и их питание – только для РПДА переменного тока;

- прием дискретных сигналов датчика угловых перемещений ДПС и его питание;
- отображение информации на встроенном дисплее;
- запись информации в блок накопления информации (БНИ);
- организация связи с системой автоведения электропоезда с целью получения информации о параметрах движения и выдачи информации, необходимой для автоведения.



**Рисунок 19. Комплект аппаратуры РПДА-ПТ для головного и одного моторного вагона (для электропоездов переменного тока)**

На лицевой панели расположен цифровой восьмиразрядный дисплей. На верхней торцевой поверхности корпуса расположены кнопки для управления и ввода информации. С правой стороны корпуса имеется гнездо с соединителем повышенной надежности для установки картриджа.

#### **Блок управления (БУ)**

Блок управления (БУ) выполняет следующие функции:

- прием информации от блока измерения данного моторного вагона и его питание (для моторного вагона);
- прием дискретных сигналов состояния моторвагонной секции. Например, срабатывания РБ (для моторного вагона);
- выдачу зарегистрированной информации в мастер-модуль. Передаваемая информация содержит серийный номер блока (для идентификации моторного вагона).

Предусмотрена возможность установки дополнительного модуля для расширения функций блока.

**БЛОК ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ (БИВМ)**

Блок измерения высоковольтный (БИВМ) выполняет следующие функции:

- осуществляет измерение напряжения в контактной сети с помощью встроенного делителя и величину протекающего тока секции с помощью штатных шунтов;
- выполняет функции счетчика электроэнергии: вычисляет потребленную энергию и накапливает ее значение в своем внутреннем счетчике (счетчик сохраняется при отключении питания блока);
- непрерывно передает все параметры в блок управления по специальному интерфейсу.

**СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (СЭТ) — ТОЛЬКО НА ЭЛЕКТРОПОЕЗДАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Счетчик электроэнергии (СЭТ) регистрирует расход активной и реактивной энергии, напряжения и токов в контактной сети.

**БЛОК НАКОПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ (БНИ, КАРТРИДЖ)**

Блок накопления информации (БНИ, картридж) предназначен для приема накопленной в мастер-модуле информации и ее переноса в компьютер для дальнейшей обработки и анализа на АРМ РПДА (см. главу II, п. 2 «Автоматизированное рабочее место РПДА (АРМ РПДА)»).

Картридж представляет собой блок энергонезависимой памяти объемом 16 Мб или 64 Мб.

### **3. 4 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Анализ данных РПДА позволяет контролировать и диагностировать техническое состояние состава под нагрузкой и выявлять:

- отключение двигателей моторного вагона;
- разницу токов в параллельных ветвях тяговых двигателей;
- правильность регулировки реле ускорения боксования и защиты;
- склонность к боксованию отдельных колесных пар;
- броски токов при коммутации тяговых цепей;
- разрядку аккумуляторной батареи;
- сбои АЛСН;



## Точность измерений:

ток моторных вагонов.....	$\pm 0,5\%$
напряжение контактной сети.....	$\pm 0,5\%$
расход электроэнергии .....	$\pm 1\%$

Диапазон рабочих температур .....  $-40 \div +50$  °С

Объём памяти картриджа..... 16 или 64 Мб

Время хранения информации в отсутствие

внешнего питания, не менее..... 100 ч.

**РПДА-ПТ**

Напряжение питающей сети постоянного тока:

номинальное .....	110 В
отклонение от номинального значения в диапазоне .....	$80 \div 140$ В

Потребляемая мощность каждым блоком

в отдельности, не более..... 15 Вт

Масса составных частей (включая соединительные кабели), не более:

комплект головного вагона.....	10 кг
комплект блока измерений БИВ-42.....	4 кг
комплект блока управления БУ-6.....	2 кг
комплект счетчика электроэнергии СЭТ.....	3 кг

Диапазоны регистрации:

значение тока на первичной обмотке трансформатора.....  $0 \div 50$  А

значение напряжения на ползунке токоприемника .....

активная мощность на вторичной

обмотке трансформатора .....

реактивная мощность на вторичной

обмотке трансформатора .....

значения токов в параллельных ветвях

тяговых двигателей.....  $0 \div 750$  А

значения напряжений на зажимах тяговых двигателей.....  $0 \div 4500$  В

скорость движения.....  $0 \div 250$  км/ч

давление в тормозной магистрали/тормозных цилиндрах..  $0 \div 10 / 0 \div 10$  атм.

Точность измерений:

активная электроэнергия .....

реактивная электроэнергия.....

Диапазон рабочих температур .....  $-40 \div +60$  °С

Объём памяти картриджа..... 64 Мб

Время хранения информации в отсутствие

внешнего питания, не менее..... 100 ч

## **4. РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ЭЛЕКТРОВОЗА (РПДА- П)**

Начало внедрения – 2000 г

### **4. 1 НАЗНАЧЕНИЕ**

Регистратор параметров движения и автоведения пассажирского поезда (РПДА-П) предназначен для измерения и регистрации в течение всей поездки около 40 основных параметров движения и управления локомотивом пассажирского поезда: количество затраченной электроэнергии, мгновенные значения токов и напряжений, состояния сигналов локомотивного светофора и другое.

Запись информации осуществляется на сменный блок накопления информации (картридж РПДА-П), объем памяти, которого позволяет зафиксировать данные не менее чем за 7000 км пробега.

Расшифровка данных записанных на картридж проводится с помощью АРМ РПДА-П. Программа АРМ РПДА-П формирует типовые формы отчетности на базе каждого депо и проводит анализ всей информации, позволяющий осуществить диагностику технического состояния локомотива, оценить результаты поездки и выработать управленческие решения на уровне депо по оптимизации режимов ведения поезда, исполнения расписания и контролировать качество проведенного локомотиву ремонта.

РПДА-П является неотъемлемой частью системы УСАВП-П (глава I, п. 3). Параметры, измеряемые системой РПДА-П, используются для автоведения.

### **4. 2 РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ**

РПДА-П регистрирует на картридж следующие параметры:

- текущая скорость;
- пройденный путь;
- сигналы автоматической локомотивной сигнализации;

- параметры системы торможения;
- факты срабатывания систем защиты – быстродействующего выключателя, электропневматического клапана ЭПК и реле боксования;
- действия машиниста;
- и другие.

Измерение и регистрация всех параметров осуществляется с привязкой к пути и текущему времени, чем определяется уникальная возможность разнесения потреблённой электроэнергии на маневровую работу, тягу и отопление по дорогам, отделениям и тяговым подстанциям.

### 4. 3 АППАРАТУРА РПДА- П

Аппаратура РПДА-П входит в комплект системы автоведения УСАВП-П.

РПДА-П в базовой конфигурации включает в себя:

- Блок регистрации (БР);
- Блок накопления информации (БНИ);
- Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ);
- Блок ввода дискретных сигналов (БДВ);
- Блок аналогового ввода (БАВ);
- Счетчик электроэнергии (СЭТ) – для электровозов переменного тока;
- Комплект измерения давления (ИД).

Связь между устройствами осуществляется по CAN-сети. В качестве линии связи между отдельными секциями используются штатные провода локомотива, проходящие через межсекционные соединения.

#### **БЛОК РЕГИСТРАЦИИ (БР)**

Блок регистрации (БР) выполняет следующие функции:

- прием информации от блоков;
- запись информации в блок накопления информации (БНИ) и ее считывание;

На лицевой панели БР расположен цифровой дисплей с клавиатурой для ввода номера электровоза и управления выводимой на дисплей информацией.

**Блок накопления информации (БНИ)**

Блок накопления информации (БНИ или картридж) представляет собой блок энергонезависимой памяти объемом 64 Мб. БНИ предназначен для записи принимаемой от БР информации и ее переноса в ПЭВМ для дальнейшей обработки и анализа на АРМ РПДА-П.

**Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ)****Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ)**

Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ) выполняет следующие функции:

- осуществляет измерение напряжения в контактной сети с помощью встроенного делителя;
- осуществляет измерение величин токов якорей тяговых двигателей, отопления поезда, потребления электроэнергии;
- выполняет функции счетчика электроэнергии класса 1.0, вычисляет потребленную энергию и накапливает ее значение в своем внутреннем счетчике (значение счетчика сохраняется при отключении питания блока);

**Блок регистрации и картридж (БР и БНИ)**

Высоковольтные блоки измерения работают независимо и постоянно накапливают в собственных счетчиках значения потребляемой электроэнергии. БИВМ устанавливается в высоковольтной камере.

**Блок ввода дискретных сигналов (БДВ)****Блок ввода дискретных сигналов (БДВ)**

Блок дискретного ввода (БДВ) предназначен для приема и преобразования в цифровой код сигналов из цепей управления электровоза (АЛСН, срабатывания БВ, РБ, ЭПК, УККНП).

**Блок ввода аналоговых сигналов (БАВ)**

Блок аналогового ввода БАВ служит для преобразования токов, частотных сигналов ДПС и напряжений в цифровой код.

**Счетчик электроэнергии (СЭТ)**

**СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (СЭТ)**

Счетчик электроэнергии (СЭТ) регистрирует расход активной и реактивной энергии прямого и обратного направлений, напряжения и токов в контактной сети.

**КОМПЛЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ (ИД)**

Комплект измерения давления (ИД) устанавливается по необходимости для измерения давления в тормозных цилиндрах и тормозной магистрали электровоза. Для измерения применяется измерительный преобразователь давления.

**4. 4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ****РПДА-П ПОСТОЯННОГО ТОКА:**

Напряжение питающей сети постоянного тока .....	35÷65 В
Потребляемая мощность, не более .....	50 Вт
Масса, не более .....	8 кг
Объём памяти картриджа .....	64 Мб

**Диапазоны регистрации:**

Токи в силовых цепях .....	0÷1500 А
Напряжение в контактной сети .....	0÷4500 В
Давление .....	0÷12,7 атм

**РПДА-П ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Напряжение питающей сети постоянного тока .....	35÷65 В
Потребляемая мощность .....	60 Вт
Количество дискретных каналов .....	12
Количество аналоговых каналов .....	14
Масса .....	12 кг

**Диапазоны регистрации:**

Полная мощность на вторичной стороне трансформатора .....	0÷10000 КВА
Активная мощность на вторичной стороне трансформатора .....	0÷10000 КВА
Реактивная мощность на вторичной стороне трансформатора .....	0÷10000 КВар
Действующее значение тока трансформатора .....	0÷300 А
Среднее значение тока возбуждения .....	0÷1500 А
Среднее значение напряжения на тяговом двигателе .....	0÷1500 В
Давление .....	0÷12,7 атм

**Погрешность измерения для РПДА-П постоянного и переменного тока:**

Токи в силовых цепях .....	± 0,5%
Электроэнергии .....	± 1,0%
Давления .....	± 1,0%
Напряжение в контактной сети .....	± 0,5%

#### **4. 5 ОБРАБОТКА КАРТРИДЖЕЙ НА АРМ РПДА- П. ЭЛЕКТРОННЫЙ МАРШРУТ МАШИНИСТА (ЭММ)**

В системе УСАВП-П на блок накопления информации (БНИ или картридж) РПДА записывается электронный маршрут машиниста (ЭММ). ЭММ содержит всю необходимую информацию по маршруту, включая список мест временного ограничения скорости, что исключает необходимость ввода какой-либо информации в систему автоведения перед отправлением.

В процессе эксплуатации РПДА выделяются два этапа обработки картриджей: перед поездкой и после поездки.

##### **ПЕРЕД ПОЕЗДКОЙ**

На первом этапе подготовки по технологии ЭММ локомотивная бригада проходит нарядчика, медконтроль, инструктаж и дежурного по депо с записью соответствующей информации в базу данных ЭММ с помощью соответствующих АРМ. Только после успешного прохождения подготовки к поездке и наличия записей в базу данных ЭММ по каждому АРМу о положительных результатах этой подготовки, дежурный по депо на АРМе ТЧД может записать картридж с полной информацией по маршруту.

На картридж РПДА записывается следующая информация:

- номер маршрута;
- табельные номера машиниста и помощника;
- номер поезда;
- количество вагонов и масса поезда (если эти данные известны, в противном случае они вводятся машинистом на электровозе);
- список мест временных ограничений скорости.

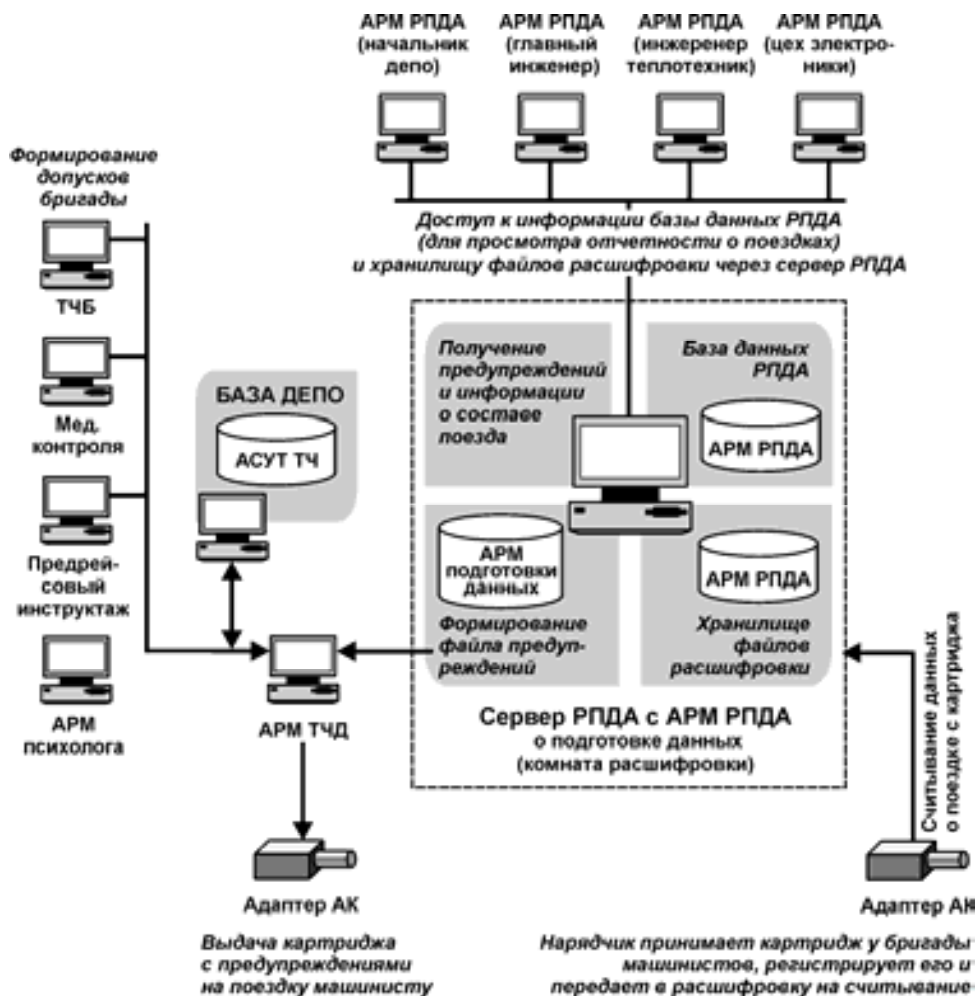


Рисунок 21. Организация локальной сети в локомотивном депо

### ПОСЛЕ ПОЕЗДКИ

На втором этапе, после завершения поездки, картридж сдается нарядчику, который передает его в группу расшифровки. Техник-расшифровщик производит считывание, расшифровку и очистку от информации картриджа. Файлы расшифровки записываются в сетевое хранилище, из

которого по локальной сети депо они становятся доступными руководству депо, теплотехнику и в цехе ремонта обслуживающему персоналу. После расшифровки картриджа в базу данных АСУТ передается информация по затраченной электроэнергии на маневровую работу, тягу и отопление поезда, а также фактическое исполнение расписания с указанием причин задержек движения. На АРМе ТЧД распечатывается автоматически заполненный маршрутный лист формы ТУ-3, который подписывается машинистом.

## 4. 6 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Внедрение РПДА-П на дорогах позволит сократить расходы железной дороги (локомотивного депо), связанные с расшифровкой скоростемерных лент, учетом потребляемой электроэнергии, поиском неисправностей и ремонтом электровозов, ликвидацией последствий неисправностей в пути, техническим обслуживанием, со снятием электромеханических счетчиков.

На основании анализа данных на АРМ РПДА-П принимаются оперативные решения, направленные на:

- принятие необходимых мер к упорядочению работы по расшифровке и использованию результатов расшифровки как средства по контролю за работой машинистов локомотива;
- повышение безопасности движения;
- своевременное устранение неисправностей электровозов и недопущение поломок их в пути;
- устранение фактов непроизводительных потерь;
- объективное нормирование расхода электроэнергии;
- сокращение потерь электроэнергии, связанных с организацией движения (ремонты пути, ограничения скорости, оптимальность расписания).

Полученная информация представлена в виде установленных форм отчетности и используется:

- руководством депо;
- отделом расшифровки;
- инженером-теплотехником;
- технологами;
- специалистами автоматного цеха;
- специалистами цеха приборов безопасности.

## 5. РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОГО ЭЛЕКТРОВОЗА (РПДА-Г и РПДА-ГПТ)

Начало внедрения – 2001 г.

### 5. 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Регистратор параметров движения и автоведения грузового электровоза ВЛ10, ВЛ10у, ВЛ80с (РПДА-Г и РПДА-ГПТ) предназначен для отображения на индикаторе и записи на картридж основных параметров работы электровоза: напряжения контактной сети, тока якоря по группам двигателей, общего тока электровоза, тока возбуждения двигателя, расхода электроэнергии, давлений в тормозной системе, показаний АЛСН, срабатывания систем защиты.

Для записи и хранения зарегистрированной информации используется переносной блок накопления информации (картридж РПДА-Г (РПДА-ГПТ)), с объемом памяти 64 Мб, что позволяет вести регистрацию непрерывно в течение 24 часов.

Расшифровка записанной на картридж информации проводится с помощью АРМ РПДА-Г, который обеспечивает анализ всей информации и подготовку типовых форм отчетности по результатам на базе каждого депо. Анализ данных позволяет осуществить диагностику технического состояния электровоза и оценить результаты поездки, а также выработать управленческие решения на уровне депо по оптимизации режимов ведения поезда, расписания и проведению ремонта.

Измеренные РПДА-Г (РПДА-ГПТ) показания используются системами автоведения УСАВП-Г и ИСАВП-РТ для выполнения автоведения.

## 5. 2 РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

РПДА-Г (РПДА-ГПТ) осуществляют регистрацию следующих параметров:

- текущая скорость;
- пройденный путь;
- сигналы автоматической локомотивной сигнализации;
- параметры системы пневматического торможения;
- факты срабатывания систем защиты – быстродействующего выключателя (БВ), электропневматического клапана ЭПК и реле боксования и других.

Измерение и регистрация всех параметров осуществляется с привязкой к пути и текущему времени, чем определяется уникальная возможность разнесения потреблённой электроэнергии на маневровую работу и тягу отделениям и тяговым подстанциям.

## 5. 3 АППАРАТУРА РПДА- Г и РПДА- ГПТ

В состав базовой конфигурации системы РПДА-Г и РПДА-ГПТ входят:

- Блок регистрации (БР);
- Блок накопления информации (БНИ);
- Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ);
- Блок дискретного ввода (БДВ);
- Блок дискретного управления (БДУ);
- Блок аналогового ввода (БАВ);
- Счетчик электроэнергии (СЭТ)-1М.01.04 (для РПДА-ГПТ);
- Комплект измерения давления (ИД).

Связь между устройствами, расположенными в разных секциях, осуществляется по CAN-сети.

Блоки измерения работают независимо и постоянно накапливают в собственных счетчиках значения потребляемой электроэнергии. Запись данных на БНИ происходит с периодичностью в 1 сек.



**Блок регистрации  
и картридж  
(БР и БНИ)**



**Блок дискретного  
управления  
(БДУ)**



**Блок ввода  
аналоговых  
сигналов (БАВ)**

### **БЛОК РЕГИСТРАЦИИ (БР)**

БР выполняет следующие функции:

- прием информации с блока измерения высоковольтного (БИВМ), расположенного в высоковольтной камере;
- прием и обработка измеренных давлений, скоростей и пройденного пути от блоков БАВ;
- запись информации в блок накопления информации (БНИ, картридж);
- организация связи по CAN-сети с системой автоведения электровоза с целью получения информации о параметрах движения и выдачи информации, необходимой для автоведения.

На лицевой панели БР расположен цифровой дисплей. С боковой стороны корпуса расположено гнездо с соединителем повышенной надежности для установки картриджа.

### **БЛОК НАКОПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ (БНИ)**

БНИ (картридж) представляет собой блок энергонезависимой памяти объемом 64 Мб и предназначен для записи принимаемой от БР информации, и ее переноса в ПЭВМ для дальнейшей обработки и анализа на АРМ РПДА-Г.

На блок БНИ (картридж) записывается информация о ведении поезда в течение всей поездки.

На картридж так же ведется запись от приборов безопасности. В процессе движения, в случае обнаружения неисправности речевая информация выдаётся машинисту через звуковую колонку, что повышает безопасность движения.

Объем памяти блока БНИ позволяет зафиксировать данные за 36 часов движения.

### **БЛОК ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ МОДУЛЬНЫЙ (БИВМ)**

Блок измерения высоковольтный модульный БИВМ выполняет следующие функции:

- для РПДА-Г: осуществляет измерение напряжения в контактной сети с помощью встроенного делителя;
- осуществляет измерение величины тока якоря тяговых двигателей, отопления поезда, потребления электровоза с помощью штатных шунтов;
- выполняет функции счетчика электроэнергии.

БИВМ устанавливается в высоковольтной камере.

### **БЛОК ВВОДА ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ (БДВ) И БЛОК ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ (БДУ)**

Блоки ввода дискретных сигналов (БДВ) и дискретного управления (БДУ) производят измерение уровней сигналов в цепях электровоза (АЛСН, срабатывания БВ, РБ, ЭПК, УККНП) с дальнейшим преобразованием их в цифровой код.

### **БЛОК ВВОДА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ (БАВ)**

Блок ввода аналоговых сигналов БАВ осуществляет прием и перевод в цифровой код аналоговых сигналов от датчиков (ДПС, ДД и др.) и их питание, а также производит измерения сигналов в низковольтных цепях.

### **СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (СЭТ)-1М.01.04 (для РПДА-ГПТ)**

Счетчик электроэнергии (СЭТ) регистрирует расход активной и реактивной энергии, напряжения и токов в контактной сети.

### **КОМПЛЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ**

Комплект измерения давления устанавливается по необходимости для измерения давления в тормозных цилиндрах и тормозной магистрали электровоза. Для измерения применяется измерительный преобразователь давления. Могут быть использованы существующие датчики системы САУТ с выходом по току или напряжению.

## 5. 4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### **РПДА-Г (ПОСТОЯННЫЙ ТОК)**

Напряжение питающей сети постоянного тока, В.....	46÷50
Потребляемая мощность, не более.....	80 Вт
Масса, не более .....	70 кг
Объем памяти картриджа.....	64 Мб

#### **Диапазоны регистрации:**

Напряжение в контактной сети .....	0÷4000 В
Ток якоря .....	-750÷0÷+750 А
Ток возбуждения тяговых двигателей.....	-750÷0÷+750 А
Общий ток потребления электровоза.....	0÷3000 А
Количество дискретных сигналов, не менее .....	20
Количество аналоговых сигналов, не менее .....	20
Потребляемая и отдаваемая электровозом электроэнергия.....	1÷1 000 000 кВт*ч
Давление в тормозной магистрали, тормозных цилиндрах, уравнительном резервуаре .....	1÷10 МПа

#### **Погрешность измерения:**

Напряжение в контактной сети .....	0,5%
Ток якоря .....	0,5%
Ток возбуждения тяговых двигателей.....	0,5%
Общий ток потребления электровоза.....	0,5%
Потребляемая и отдаваемая электровозом электроэнергия.....	1%
Давление в тормозной магистрали, тормозных цилиндрах, уравнительном резервуаре .....	1%

### **РПДА-ГПТ (ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)**

Напряжение питающей сети постоянного тока .....	46÷50 В
Напряжение питающей сети переменного тока.....	145÷270 В
Потребляемая мощность, не более.....	100 Вт
Масса, не более.....	80 кг
Объем памяти картриджа.....	64 Мб

#### **Диапазоны регистрации:**

Напряжение в контактной сети .....	0÷35000 В
Ток в первичной обмотке тягового трансформатора.....	0÷250 А
Ток якоря .....	0÷1500 А
Ток возбуждения тяговых двигателей.....	0÷1500 А
Напряжение на тяговых двигателях.....	0÷1100 В
Количество дискретных сигналов, не менее .....	20

Количество аналоговых сигналов, не менее.....	20
Активная мощность по каждой секции .....	1÷10 000 кВт
Реактивная мощность по каждой секции .....	1÷10 000 кВар
Давление в тормозной магистрали, тормозных цилиндрах, уравнительном резервуаре.....	0÷10 МПа

**Погрешность измерения:**

Ток в первичной обмотке тягового трансформатора .....	1%
Напряжение на токоприемнике .....	1%
Ток якоря и возбуждения тяговых двигателей .....	0,5%
Напряжение на тяговых двигателях .....	0,5%
Активная мощность по каждой секции .....	1%
Реактивная мощность по каждой секции .....	1%
Давление в тормозной магистрали, тормозных цилиндрах, уравнительном резервуаре.....	1%

## 5. 5 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Внедрение РПДА-Г (РПДА-ГПТ) на дорогах позволит сократить расходы железной дороги (локомотивного депо), связанные с расшифровкой скоростемерных лент, учетом потребляемой электроэнергии, поиском неисправностей и ремонтом электровозов, ликвидацией последствий неисправностей в пути, техническим обслуживанием, повысить надежность электровозов, обеспечить своевременные перевозки грузов, управлять составами повышенной длины и массы.

На основании анализа данных на АРМ РПДА-Г принимаются оперативные решения, направленные на:

- повышение безопасности движения;
- своевременное устранение неисправностей электровозов и недопущение поломок в пути;
- устранение фактов непроизводительных потерь;
- объективное нормирование расхода электроэнергии;
- сокращение потерь электроэнергии, связанных с организацией движения (ремонты пути, ограничения скорости, оптимальность расписания).

---

Полученная информация представлена в виде установленных форм отчетности и используется:

- руководством депо;
- отделом расшифровки;
- инженером-теплотехником;
- технологами;
- специалистами автоматного цеха;
- специалистами цеха приборов безопасности

# III РЕГИСТРАТОР ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ДЛЯ ТЕПЛОВОЗА (РПДА-Т)

Начало внедрения 2004 год.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Регистратор параметров движения автоматизированный для тепловоза (РПДА-Т) предназначен для автоматизированного сбора, регистрации и обработки информации о работе тепловоза с целью контроля, учета и анализа расхода топлива в эксплуатации тепловозов серии ЧМЭЗ, ЧМЭЗЭ, ЧМЭЗК, ЧМЭЗТ.

Данные о расходе топлива и работе тепловоза записываются на картридж – блок накопления информации (БНИ). Эти данные в депо с помощью АРМ РПДА-Т обрабатываются, и на их основе производится анализ расхода топлива и работы тепловоза.

## 2. РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Системой РПДА-Т регистрируются следующие параметры:

- Принимаемые с аппаратуры, установленной на тепловозе:
  - уровень, температура, плотность топлива по правому и левому датчику;
  - напряжение и ток тягового генератора;
  - срабатывание реле (для определения позиции контроллера машиниста, вкл./откл. компрессора, реверсора, вентиляторов 1 и 2 контуров, вкл./откл. дизеля, пуск/остановка дизеля);
  - число импульсов вращения коленчатого вала;
  - срабатывание контакторов (для определения ослабления поля 1 и 2 ступени);
  - число импульсов вращения колесной пары (для определения скорости и пройденного пути).
  - температура наружного воздуха.

- Встроенные:
  - текущие время и дата;
  - бортовой номер тепловоза.
- Вводимые с клавиатуры:
  - код участка работы;
  - тип передвижений (маневровый/поездной);
  - табельный номер машиниста.

В результате обработки регистрируемых параметров РПДА-Т можно получить следующую информацию:

- уровень, температура, плотность топлива по правому и левому датчику;
- объем и масса топлива в баке;
- напряжение и ток тягового генератора;
- количество электроэнергии, выработанной тяговым генератором;
- сигнализация минимального остатка топлива/переполнения бака;
- частота вращения коленчатого вала дизеля;
- текущие время и дата;
- тип передвижений;
- табельный номер машиниста и код участка работы;
- бортовой номер тепловоза;
- скорость тепловоза и пройденный путь;
- номер позиции контроллера машиниста;
- температура наружного воздуха;
- свободный объем памяти картриджа;
- срабатывание аппаратуры (по реле).

### 3. СОСТАВ АППАРАТУРЫ РПДА- Т

- Блок системный (БС);
- Блок регистрации (БР);
- Блок накопления информации (БНИ);
- Блоки аналогового ввода (БАВ);
- Блок дискретного ввода (БДВ);
- Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ);
- Датчик температуры наружного воздуха (ДТНВ);
- Подсистема измерения параметров топлива (СИТ);

- Датчик угловых перемещений (ДПС);
- Автоматизированное рабочее место (АРМ РПДА-Т):
  - персональный компьютер совместимый с IBM;
  - программное обеспечение АРМ РПДА-Т;
  - адаптер (АК);
  - принтер.
- Кабельный комплект.

Связь между блоками осуществляется по CAN-сети.

#### **БЛОК СИСТЕМНЫЙ (БС)**

Блок системный (БС) размещается в кабине машиниста тепловоза и выполняет функцию блока питания.

Блок БС обеспечивает напряжением питания блоки БР, БАВ, БИВМ, БДВ.

#### **БЛОК РЕГИСТРАЦИИ (БР)**

Блок регистрации (БР) размещается в кабине машиниста и выполняет следующие функции:

- автоматическую запись информации, поступающей от блоков РПДА-Т на блок БНИ (картридж);
- ввод необходимой информации о работе тепловоза с помощью кнопочной клавиатуры (код участка работы, тип передвижений, табельный номер машиниста);
- отображение на индикаторе регистрируемых параметров расхода топлива и работы тепловоза;
- отображение на индикаторе текущего времени и даты, бортового номера тепловоза.



**Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ)**



**Блок БР и БНИ**



**Датчик топливомера (ДТК)**



**Датчик угловых перемещений (ДПС)**



**Блок системный  
(БС)**



**Блок аналогового  
ввода (БАВ)**



**Блок дискретного  
ввода (БДВ)**



**Адаптер  
картриджа (АК)**

### **Блок накопления информации (БНИ)**

Блок БНИ (картридж) обеспечивает запись регистрируемой информации блоком БР и ее хранение для последующей обработки в АРМ РПДА-Т. Объем памяти картриджа не менее 64 Мб.

### **Блоки аналогового ввода (БАВ)**

Блоки аналогового ввода (БАВ) устанавливаются в кабине машиниста тепловоза. Они осуществляют прием, обработку и передачу в блок БР аналоговых сигналов от:

- подсистемы измерения параметров топлива (СИТ);
- датчика угловых перемещений (ДПС);
- скорости вращения коленчатого вала дизельного двигателя;
- датчика температуры наружного воздуха (ДТНВ).

### **Блок дискретного ввода (БДВ)**

Блок дискретного ввода (БДВ) устанавливается в аппаратной камере тепловоза. Блок обеспечивает приём, обработку дискретных сигналов и передачу их в блок БР.

### **Блок измерения высоковольтный модульный (БИВМ)**

Блок измерения высоковольтный токов и напряжений модульный (БИВМ) устанавливается в аппаратной камере тепловоза и обеспечивает:

- измерение напряжения тягового генератора тепловоза;
- измерение тока тягового генератора тепловоза;
- вычисление значений выработанной дизель - генератором тепловоза энергии с сохранением данных при отключенном питании.

**ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА (ДТНВ)**

Датчик температуры наружного воздуха (ДТНВ) устанавливается в стенке инструментального ящика тепловоза чувствительным элементом наружу с защитным козырьком. ДТНВ обеспечивает регистрацию температуры наружного воздуха.

**ДАТЧИК УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ (ДПС)**

Датчик угловых перемещений ДПС обеспечивает преобразование углового перемещения колесной пары тепловоза в частотный сигнал для определения параметров движения тепловоза (скорости, пройденного пути).

ДПС устанавливается на 5 буксе колесной пары.

**ПОДСИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВА (СИТ)**

Подсистема измерения параметров топлива (СИТ) производит измерение и формирует выходные сигналы уровня, плотности и температуры топлива.

СИТ состоит из двух датчиков топливомера (левый и правый) ДТК и двух соединительных жгутов. Датчики топлива крепятся на штатном мерном стекле топливного бака тепловоза. На поверхности угольника нанесены метки начала и конца зоны измерения уровня топлива.

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО (АРМ РПДА-Т)**

Автоматизированное рабочее место (АРМ РПДА-Т) предназначено для обработки информации, полученной с РПДА-Т с использованием блока БНИ и проведения на ее основе анализа расхода топлива и работы тепловоза.

АРМ РПДА-Т устанавливается в локомотивном депо для использования полученных отчетов соответствующими службами депо.

В состав АРМ РПДА-Т входят:

- персональный компьютер с установленным программным обеспечением АРМ РПДА-Т;
- адаптер (АК) – производит считывание информации с блока БНИ и обеспечивает передачу ее в персональный компьютер;
- принтер – осуществляет вывод отчетов на печать;

#### 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Напряжение питания системы.....	46÷50 В
Потребляемая мощность, не более .....	100 Вт
Масса, не более .....	50 кг
Диапазон измерения уровня топлива .....	0÷894 мм
Диапазон измерения плотности топлива.....	800÷880 кг/м <sup>3</sup>
Погрешность измерения уровня топлива.....	± 0,25 %
Погрешность измерения плотности топлива .....	± 0,5 %

#### 5. ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Применение РПДА-Т позволяет достигнуть:

- снижения до 5 % расхода топлива и до 3 % масла тепловозами;
- предупреждения несанкционированного расхода топлива;
- повышения точности планирования и учета расхода топлива;
- снижения до 10 % трудозатрат теплотехника на анализ расхода топлива.

# IV ЕДИНАЯ КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ТЯГОВОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ (ЕКС)

Начало внедрения 2004 г.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Система ЕКС предназначена для автоматизированного энергооптимального ведения поезда по участку с соблюдением расписания и выполнении требований обеспечения безопасности движения.

Система предназначена для применения на электровозах серии ЧС2, ЧС4Т и ЧС7.

ЕКС обеспечивает решение следующих задач:

- Управляет движением поезда в автоматизированном режиме по энергооптимальной траектории, выполняя расписание движения с разрешенной скоростью по станциям и путям, с учетом временных ограничений скорости.
- Передает на локомотив по цифровому радиоканалу распоряжения ДПС и ДНЦ о немедленной остановке поезда, а также сигналов разрешения на отправление с боковых некодированных путей станций и проследования запрещающих входных, маршрутных и выходных светофоров.
- Принимает на локомотив маршрут приема поезда у входного светофора с допустимыми скоростями движения по горловинам станции и станционным путям.

- Информировывает машиниста о координате местонахождения поезда тремя независимыми способами:
  - с помощью устройства контроля координаты нахождения поезда (точность  $\pm 10$  м);
  - с помощью прибора спутниковой навигации (точность  $\pm 30$  м);
  - при прохождении напольного блока и получении сигнала путевого генератора САУТ-ЦМ светофора.
- Информировывает машиниста о фактической и допустимой скорости движения с дублированием для обеспечения достоверности информации.
- Осуществляет тестирование своего аппаратного и программного обеспечения и основных узлов электровоза в автоматическом режиме, с выдачей на монитор информации о готовности к действию.
- Заменяет экстренное торможение служебным для предотвращения заклинивания колёсных пар, выдавливания вагонов и разрыва поезда.
- Полностью исключает неоправданные сигналы ЭПК.
- Делает невозможным своё несанкционированное отключение.
- Повышает надежность и живучесть системы ЕКС за счет трехкратного резервирования важнейших функций: торможения и сброса тяги.

## 2. СОСТАВ АППАРАТУРЫ ЕКС

Система ЕКС интегрирует в своем составе системы управления и безопасности, используемые на электровозах (УСАВП-П с РПДА-П, САУТ-ЦМ, КЛУБ-У, ТСКБМ), в единую систему с целью увеличения безопасности движения поезда за счет согласованных действий этих подсистем и повышения их общей функциональности.

В настоящее время существуют две системы: ЕКС-1 и ЕКС-2.

Приведенный ниже состав аппаратуры ЕКС является базовым и может меняться в зависимости от серии локомотива, который оборудуется ЕКС.

Общими для систем ЕКС являются следующие подсистемы:

- Универсальная система автоведения пассажирских электровозов (УСАВП-П);
- Комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У);
- Система автоматического управления торможением поездов (САУТ-ЦМ);

- Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ, ТСКБМ-И в ЕКС-2: см. далее подробное описание ЕКС-1 и ЕКС-2).

#### **СИСТЕМА АВТОВЕДЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ЭЛЕКТРОВОЗА (УСАВП-П)**

Подсистема УСАВП-П совместно с РПДА-П осуществляет энергооптимальное управления тягой и торможением поезда в соответствии с установленными регламентами с соблюдением графика движения (подробнее о системе УСАВП-П см. главу I, п. 3)

УСАВП-П в составе ЕКС помимо режимов автоведения и советчика реализует режим контроля соблюдения скоростного режима (режим контроля). Режим контроля устанавливается из режима советчика автоматически, если прогнозируется превышение допустимой скорости движения. В режиме контроля подсистема отключает тягу и при необходимости выполняет служебное торможение для снижения скорости до допустимого уровня.

#### **КОМПЛЕКСНОЕ ЛОКОМОТИВНОЕ УСТРОЙСТВО БЕЗОПАСНОСТИ (КЛУБ-У)**

Подсистема КЛУБ-У выполняет следующие основные функции:

- прием информации каналов АЛСН и АЛС-ЕН с защитой от ложного приема разрешающего сигнала из канала АЛС-ЕН;
- обмен информацией с путевыми устройствами ТКС (для исполнений КЛУБ-У с ТКС);
- обмен информацией со станционными, переездными и другими устройствами цифровой радиосвязи, включая устройства оповещения работающих на путях (для исполнений КЛУБ-У с радиоканалом);
- отсчет текущего времени с корректировкой по астрономическому времени спутниковой навигационной системы;
- формирование информации о значениях целевой и допустимой скорости движения;
- определение параметров движения поезда (координаты, скорости) по информации от устройства спутниковой навигации, датчиков пути и скорости и электронной карты участка;
- прием и запись во внутреннюю энергонезависимую память данных электронной карты пути и графика движения поездов;

- сравнение фактической скорости движения с допустимой и снятие напряжения с выхода ЭПК при превышении фактической скорости над допустимой;
- формирование световой сигнализации “Внимание!” и снятие напряжения с выхода ЭПК при потере бдительности машиниста;
- исключение самопроизвольного движения поезда (скатывания).

#### **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ (САУТ-ЦМ)**

Подсистема САУТ-ЦМ выполняет следующие основные функции:

- определяет значение расчетного тормозного коэффициента;
- определяет значение программной скорости в зависимости от сигнального показания, текущего расстояния до точки прицельной остановки, местных ограничений скорости, профиля пути, расчетного тормозного коэффициента, категории поезда;
- сравнивает значения программной и фактической скорости и, в зависимости от их разности, формирует команды на отключение тяги и служебное торможение;
- выдает машинисту речевые сообщения (не пересекающихся с сообщениями УСАВП-П);
- контролирует самопроизвольное движение поезда и при возникновении движения выполняет служебное торможение;
- принимает сигналы от унифицированных путевых генераторов (ГПУ-САУТ) и передает информацию о маршруте приема в другие подсистемы.

#### **Модификация ЕКС-1**

В ЕКС-1 подсистемы УСАВП-П с РПДА-П, САУТ-ЦМ, КЛУБ-У, ТСКБМ входят без аппаратных изменений и объединяются друг с другом на программно-интерфейсном уровне с помощью Шлюза-CAN, который обеспечивает обмен информацией между подсистемами (рисунок 22).

Состав аппаратуры ЕКС-1:

- Подсистемы УСАВП-П с РПДА-П, САУТ-ЦМ, КЛУБ-У (см. общее описание ЕКС);
- Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ);
- CAN-шлюз;

- Блок индикации и регистрации продольных, поперечных и вертикальных ускорений (ЛИРУ-ЕКС);
- Блок корректировки координаты нахождения поезда (УККНП).



Рисунок 22. Базовый состав блоков ЕКС-1

#### ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ БОДРСТВОВАНИЯ МАШИНИСТА (ТСКБМ)

Подсистема контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ) реализует функцию контроля и поддержания бодрствования машиниста.

#### CAN-шлюз

CAN-шлюз объединяет входящие в ЕКС-1 подсистемы (УСАВП-П, КЛУБ-У, САУТ-ЦМ, ТСКБМ) в единую систему, обеспечивая обмен информацией между ними.

#### БЛОК ИНДИКАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ ПРОДОЛЬНЫХ, ПОПЕРЕЧНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ (ЛИРУ-ЕКС)

Общесистемный блок индикации и регистрации продольных, поперечных и вертикальных ускорений (ЛИРУ-ЕКС) предоставляет другим

блокам системы ЕКС информацию об ускорении в трех плоскостях. На основании этих данных диагностируется состояние путей.

#### **Блок корректировки координаты нахождения поезда (УККНП)**

Блок корректировки координаты нахождения поезда (УККНП) предназначен для уточнения местонахождения поезда на участке пути, который оборудован системой АЛСН с числовым кодированием.

#### **Модификация ЕКС-2**

ЕКС-2 является усовершенствованием системы ЕКС-1. ЕКС-2 отличается от ЕКС-1 следующим:

- Система ЕКС-2 базируется на CAN-сети, что позволяет дополнять ЕКС-2 новыми аппаратно-программными блоками и за счет этого расширять и изменять ее свойства. Гальваническая развязка подсистем, входящих в ЕКС, позволяет при необходимости оперативно изменять конфигурацию системы, в том числе в случае частичного отказа отдельного блока.
- В структуру системы включены общесистемные блоки, исключающие неоправданное дублирование датчиков и аппаратов, выполняющих параллельные функции. За счет этого уменьшается общее число аппаратуры, дополнительно устанавливаемой на электровоз.
- Кабина машиниста приведена в соответствие требованиям эргономики и охраны труда. Количество информационных объектов, таких как дисплеи, табло, индикаторы, по сравнению с ЕКС-1 минимизировано за счет применения единого информационного модуля, что снижает утомляемость локомотивной бригады.
- В автоматическом режиме обеспечен контроль работы тягового оборудования и исправного состояния тормозной системы с выявлением и индикацией машинисту информации об опасных отказах этого оборудования.
- Реализована функция выявления недопустимых продольных динамических усилий в поезде, а также вертикальных и горизонтальных (перпендикулярных пути) ускорений, с их регистрацией и информированием машиниста для сообщения о фактах нарушений в содержании пути поезвному диспетчеру или дежурному по станции.

- Реализована функция интеллектуального контроля и поддержания бодрствования машиниста, когда осознанные действия по управлению поездом являются подтверждением должного уровня бодрствования машиниста.

За счет этих изменений подсистемы, входящие в состав ЕКС-2 (УСАВП-П, КЛУБ-У, САУТ-ЦМ, ТСКБМ-И) могут выполнять новые функции.

Состав аппаратуры ЕКС-2:

- Подсистемы УСАВП-П с РПДА-П, САУТ-ЦМ, КЛУБ-У (см. общее описание ЕКС);
- Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста интеллектуальная (ТСКБМ-И);
- Общесистемный блок индикации и регистрации продольных, поперечных и вертикальных ускорений (ЛИРУ-ЕКС);
- Автономный модуль обработки сигналов (АМО-АЛС);
- Устройство выявления опасных неисправностей тягового, тормозного и вспомогательного оборудования (УВОН);
- Общесистемный блок управления клапаном автостопа (АМУ-ЭПК);
- Общесистемный блок управления тормозами (БУТ-ЕКС);
- Общесистемный блок согласования датчиков пути и скорости (БС-ДПС-ЕКС);
- Общесистемный блок корректировки координаты нахождения поезда (УККНП).

**ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ БОДРСТВОВАНИЯ МАШИНИСТА  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ (ТСКБМ-И)**

Подсистема интеллектуального контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ-И) реализует функцию интеллектуального контроля и поддержания бодрствования машиниста, когда осознанные действия по управлению поездом являются подтверждением должного уровня бодрствования машиниста.

**ОБЩЕСИСТЕМНЫЙ БЛОК ИНДИКАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ ПРОДОЛЬНЫХ, ПОПЕРЕЧНЫХ И  
ВЕРТИКАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ (ЛИРУ-ЕКС)**

Общесистемный блок индикации и регистрации продольных, поперечных и вертикальных ускорений (ЛИРУ-ЕКС) предоставляет другим

блокам системы ЕКС информацию об ускорении в трех плоскостях. На основании этих данных диагностируется состояние путей.



Рисунок 23. Базовый состав блоков ЕКС-2

**Автономный модуль обработки сигналов (АМО-АЛС)**

Автономный модуль обработки сигналов (АМО-АЛС) предназначен для приема сигналов АЛСН от локомотивных катушек, их фильтрации, предварительной обработки и передачи сигнала другим блокам и подсистемам.

**УСТРОЙСТВО ВЫЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТЯГОВОГО, ТОРМОЗНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (УВОН)**

Устройство выявления опасных неисправностей тягового, тормозного и вспомогательного оборудования (УВОН) сигнализирует об опасных отклонениях в работе аппаратуры электровоза.

**ОБЩЕСИСТЕМНЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ КЛАПАНОМ АВТОСТОПА (АМУ-ЭПК)**

Общесистемный блок управления клапаном автостопа (АМУ-ЭПК) предназначен для формирования сигналов управления электропневматическим клапаном автостопа (ЭПК), блоком контроля несанкционированного отключения ЭПК ключом (КОН) для предотвращения аварийных и предаварийных ситуаций путем принудительного торможения и остановки поезда.

**ОБЩЕСИСТЕМНЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗАМИ (БУТ-ЕКС)**

Общесистемный блок управления тормозами (БУТ-ЕКС) обеспечивает управления служебным торможением и отпуском тормозов, а также прием и обработку аналоговых сигналов от датчиков давления.

**ОБЩЕСИСТЕМНЫЙ БЛОК СОГЛАСОВАНИЯ ДАТЧИКОВ ПУТИ И СКОРОСТИ (БС-ДПС-ЕКС)**

Общесистемный блок согласования датчиков пути и скорости (БС-ДПС-ЕКС) осуществляет непрерывное измерение параметров движения поезда: путь, скорость и ускорение с последующей передачей их в CAN-сеть и производит периодическую корректировку диаметров бандажей колёсных пар для повышения точности измерений.

Также БС-ДПС-ЕКС осуществляет контроль работы датчиков ДПС во время движения локомотива до его остановки, запоминает результаты контроля при выключении питания и индицирует работу каждого канала датчиков при движении локомотива.

**ОБЩЕСИСТЕМНЫЙ БЛОК КОРРЕКТИРОВКИ КООРДИНАТЫ НАХОЖДЕНИЯ ПОЕЗДА (УККНП)**

Общесистемный блок корректировки координаты нахождения поезда (УККНП) предназначен для уточнения местонахождения поезда на участке пути, оборудованном системой АЛСН с числовым кодированием.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Потребляемая мощность, не более.....	325 Вт
Масса, не более.....	250 кг
Количество внешних каналов .....	4

#### Внешние каналы:

1. цифровой радиоканал для связи с ДСП;
2. от систем спутниковой навигации;
3. от путевых генераторов САУТ;
4. непрерывный канал по рельсовым цепям.

### 4. РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ЕКС

- Повышается скорость движения поездов и увеличивается пропускная способность на железных дорогах.
- Сокращается интервал между поездами и повышается скорость проследования светофора с «Ж» огнём.
- Увеличивается пропускная способность горловин станций за счёт повышения скорости движения по некодированным путям.
- Повышается техническая скорость за счёт замены экстренного торможения служебным и повышения помехозащищенности АЛСН.
- Увеличивается техническая скорость за счёт точного выполнения постоянных и временных ограничений скорости.

## V РАЗВИТИЕ. СИСТЕМА АВТОВЕДЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ТЕПЛОВОЗА ТЭП-70

Компанией ООО «АВП Технология» постоянно ведутся работы по созданию новых систем автоматического управления и регистрации для железнодорожного транспорта.

В настоящее время активно началось внедрение системы автоматизированного ведения пассажирского тепловоза ТЭП-70 (УСАВП-Т) на Приволжской и Юго-Восточной железных дорогах, которая позволяет достигать экономии дизельного топлива до 5-7%.

Система УСАВП-Т обеспечивает:

- строгое подчинение УСАВП-Т требованиям безопасности;
- автоматизированное ведение тепловоза пассажирского поезда с выбором энергосберегающих режимов работы дизель-генератора;
- выполнение времени хода поезда, заданного графиком движения или другим нормативным документом с точностью  $\pm 30$ с;
- автоматизированное управление электропневматическими, пневматическими тормозами пассажирского поезда и электродинамическим тормозом тепловоза;
- определение координаты местонахождения поезда с точностью не менее  $\pm 50$ м;
- периодический контроль исправности системы автоведения с отображением результатов контроля на устройстве индикации – автоматически при выходе параметров за допустимый уровень, а также по запросу машиниста;
- выдачу машинисту речевой предупреждающей информации;

Система УСАВП-Т строится по блочно-модульному принципу, что дает возможность дальнейшего расширения ее функций.

В состав системы УСАВП-Т входит регистратор параметров движения автоматизированный для тепловоза (РПДА-Т), который принимает и регистрирует на съемный носитель данных (картридж) сигналы от системы автоведения, сигналы цепей управления тепловоза, информацию о параметрах дизель-генераторной установки и других агрегатов.

Расшифровка зарегистрированных параметров работы тепловоза производится на специализированном рабочем месте (АРМ РПДА-Т).

Применение систем автоведения и РПДА на сети железных дорог позволяет реализовать задачи, поставленные в Транспортной стратегии России, Федеральной целевой программе Правительства России «Модернизация транспортной системы России», Программе структурной реформы ж.д. транспорта, Энергетической стратегии железнодорожного транспорта, основными из которых являются:

- увеличение скорости доставки грузов;
- уменьшение транспортных издержек;
- снижение расходов на эксплуатацию и ремонт;
- применение в управлении энергетическим комплексом отрасли автоматизированных информационных технологий.

Системы автоведения, ЕКС и др. не имеют российских и зарубежных аналогов. Новизна аппаратных и программных средств защищена патентами и свидетельствами о регистрации программного обеспечения.



## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

CAN	– Controllor Area Networks
Ив	– Ток возбуждения
Ия	– Ток якоря
Р	– Давление
Удв	– Напряжение двигателя
АК	– Адаптер картриджа в АРМ
АЛСН	– Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа
АМО-АЛС	– Автономный модуль обработки сигналов
АМУ-ЭПК	– Общесистемный блок управления клапаном автостопа
АРМ ТЧД	– АРМ дежурного по депо
АРМ	– Автоматизированное рабочее место
АСУТ	– Система управления локомотивным хозяйством
БА	– Блок автоматики
БАВ	– Блок аналогового ввода (ввода аналоговых сигналов)
БАУ	– Блок аналогового управления
БВ	– Быстродействующий выключатель (для электровозов постоянного тока)
БДВ	– Блок дискретного ввода
БДУ	– Блок дискретного управления
БИ	– Блок индикации
БИВМ	– Блок измерения высоковольтный модульный
БНИ	– Блок накопления информации
БР	– Блок регистрации
БРВВ	– Блок регулирования возбуждения возбuditелей
БС	– Системный блок
БС-ДПС-ЕКС	– Общесистемный блок согласования датчиков пути и скорости
БУ	– Блок управления
БУТ-ЕКС	– Общесистемный блок управления тормозами
ВНИИЖГ	– Всероссийский Научно-исследовательский Институт железнодорожной гигиены
ГВ	– Быстродействующий выключатель (для электровозов переменного тока)
ГП	– Главный переключатель

---

ДД	– Датчик давления
ДИСК	– Дистанционная система контроля буксовых узлов
ДНЦ	– Поездной диспетчер
ДПС	– Датчик угловых перемещений
ДТНВ	– Датчик температуры наружного воздуха
ЕКС	– Единая комплексная система управления и обеспечения безопасности движения на тяговом подвижном составе
ЕКС-1	– Модификация системы ЕКС
ЕКС-2	– Модификация системы ЕКС
ЗВ	– Зарядный вентиль
ИСАВП-РТ	– Система автоведения грузовых соединенных поездов
КВ	– Блок клавиатуры
КЛУБ-У	– Комплексное локомотивное устройство безопасности унифицированное
КрМ	– Кран машиниста
КС	– Блок коммутации и сопряжения
КСЛ	– Контроллер связной локомотивный
КЭО	– Клапан электромагнитный отпусковой
ЛИРУ-ЕКС	– Блок индикации и регистрации продольных, поперечных и вертикальных ускорений
ММ	– Мастер модуль
НМ	– Напорная магистраль
ОВ	– Отпусковой вентиль
ОП	– Ослабление поля
ПЗУ	– Постоянное запоминающее устройство
ПМ-07-03	– Пневмомодуль
ПОНАБ	– Приборов обнаружения букс, нагретых выше допустимого уровня
ППЗУ	– Программируемое постоянное запоминающее устройство
ПТ	– Подготовительная позиция торможения
ПЭВМ	– Персональная электронно-вычислительная машина
РБ	– Реле боксования
РП	– Реле перегрузки
РПДА	– Регистратор параметров движения и автоведения
РПДА	– Регистратор параметров движения и автоведения электропоезда (постоянного тока)
РПДА-Г	– Регистратор параметров движения грузового электровоза (постоянного тока)

---

РПДА-ГПТ	– Регистратор параметров движения грузового электровоза переменного тока
РПДА-П	– Регистратор параметров движения пассажирского электровоза (постоянного тока)
РПДА-ПТ	– Регистратор параметров движения электропоезда переменного тока
РПДА-Т	– Регистратор параметров движения и автоведения тепловоза
РПДА-Т	– Регистратор параметров работы тепловоза
САУТ	– Система автоматического управления торможением поездов
СМРК	– Сетевым модулем радиоканала
СЭТ	– Счетчик электроэнергии
ТВ	– Тормозной вентиль
ТКС	– Точечный канал связи
ТМ	– Тормозная магистраль
ТПС	– Тяговый подвижной состав
ТСКБМ	– Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста
ТСКБМ-И	– Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста интеллектуальная
ТУ	– Технические условия
ТЦ	– Тормозные цилиндры
УВОН	– Устройство выявления опасных неисправностей тягового, тормозного и вспомогательного оборудования
УККНП	– Блок корректировки координаты нахождения поезда
УККНП	– Общесистемный блок корректировки координаты нахождения поезда
УР	– Уравнительный резервуар
УСАВП	– Универсальная система автоведения поездов
УСАВП-Г	– Система автоведения грузового электровоза
УСАВП-П	– Система автоведения пассажирского электровоза
УСАВП-Т	– Система автоматизированного ведения пассажирского тепловоза
ЦПИ	– Блок центрального процессора и индикации
ШИМ	– Широкоимпульсная модуляция
ЭДТ	– Электродинамическое торможение
ЭММ	– Электронный маршрут машиниста
ЭПК	– Электропневматический клапан автостопа
ЭПТ	– Электропневматическое торможение