

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «29» августа 2024 г. № 2054

Регистрационный № 93071-24

Лист № 1  
Всего листов 12

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Системы диагностики подвижного состава DTscan**

**Назначение средства измерений**

Системы диагностики подвижного состава DTscan (далее – системы) предназначены для измерений параметров (акустической эмиссии, амплитуды ускорения и электрического тока), поступающих от первичных измерительных преобразователей (далее – ПИП), установленных на элементах подвижного состава (далее – ПС), их регистрации, обработки и анализа в целях повышения безопасности эксплуатации ПС, а также локомотивной бригады, обслуживающего персонала и пассажиров.

**Описание средства измерений**

Принцип действия систем основан на измерении, регистрации, обработке и анализе при помощи блока главного вычислительного (далее – БГВ) входных сигналов, поступающих по измерительным каналам (далее – ИК) от ПИП.

Системы осуществляют измерение параметров следующим образом:

- ПИП преобразуют текущие значения измеряемых параметров в аналоговые электрические сигналы напряжения постоянного и переменного тока;
- аналоговые электрические сигналы напряжения постоянного и переменного тока поступают на входы измерительных модулей БГВ;
- цифровые коды, преобразованные посредством измерительных модулей БГВ в значения физических параметров, отображаются на мониторе операторской станции в виде числовых значений.

Конструктивно системы состоят из:

- средств измерений (СИ) утвержденного типа: преобразователей акустической эмиссии широкополосных GT300 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 24254-11), акселерометров AP2037-50 (рег. № 88508-23) и датчиков тока SM (рег. № 83551-21);
- блока главного вычислительного (далее – БГВ), состоящего из модулей измерительных, в комплекте с преобразователем интерфейсов и коммутационным оборудованием;
- вспомогательного оборудования, включающего в себя согласующее устройство, усилитель, модуль навигации и передачи данных, и прочее;
- автоматизированной информационной подсистемы с применением системного и прикладного программного обеспечения (ПО).

Системы выпускаются в трех модификациях, отличающихся количеством ПИП: DTscan ЦСРТ.421451.001 (допускает установку до 31 шт. акселерометров AP2037-50 и до 12 шт. датчиков тока SM), DTscan ЦСРТ.421451.001-01 (допускает установку до 23 шт. акселерометров AP2037-50) и DTscan ЦСРТ.421451.001-02 (допускает установку до 31 шт. акселерометров AP2037-50, до 6 шт. датчиков тока SM и до 4 шт. преобразователей акустической эмиссии широкополосных GT300).

Системы являются многоканальными, многофункциональными автоматизированными СИ. Системы могут использоваться как автономно, так и в составе укрупненных систем мониторинга и диагностики ПС.

Состав, назначение и принцип действия СИ, применяемых в качестве ПИП ИК, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – СИ, применяемые в качестве ПИП ИК

Наименование ИК	Наименование, тип и рег. № ПИП ИК	Назначение СИ	Принцип действия СИ
ИК акустической эмиссии	Преобразователи акустической эмиссии широкополосные GT300 (рег. № 24254-11)	Измерения колебательного смещения или скорости смещения поверхности твердых тел в диапазоне частот от 100 до 800 кГц	Основан на использовании пьезоэлектрического эффекта, при котором колебательные смещения или скорости смещения поверхности твердых тел преобразуются в электрические сигналы с помощью пьезокерамических преобразователей
ИК амплитуды ускорения	Акселерометры AP2037-50 (рег. № 88508-23)	Измерения вибрационных и ударных ускорений	Основан на генерации электрического сигнала, пропорционального воздействию ускорению
ИК электрического тока	Датчики тока SM (рег. № 83551-21)	Преобразование входного сигнала силы постоянного и переменного токов в цепях, гальванически изолированных от питания и выхода, в пропорциональные напряжение, силу тока, сигнал интерфейса «токовая петля 4/20 (0/20) мА» или унифицированный сигнал 0-5 (0-10) В	Основан на преобразовании магнитной напряженности, создаваемой током, протекающим через шину, пропущенную в отверстие магнитопровода, в пропорциональное напряжение соответствующего знака с применением датчика Холла

Системы предусматривают оценку показателей ПС по следующим категориям:

- «Комфорт», согласно ГОСТ 33942-2016. Услуги на железнодорожном транспорте. Обслуживание пассажиров. Термины и определения;
- «Безопасность» согласно ГОСТ 33942-2016. Услуги на железнодорожном транспорте. Обслуживание пассажиров. Термины и определения;
- «Динамические качества» согласно ГОСТ 33796-2016. Моторвагонный подвижной состав. Требования к прочности и динамическим качествам;
- «Техническое состояние механических узлов» согласно ГОСТ 520-2011. Подшипники качения. Общие технические условия;
- «Техническое состояние тяговых электродвигателей» согласно ГОСТ 2582-2013. Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия.

Система осуществляет регистрацию сигналов от устанавливаемых ПИП для диагностики технического состояния ПС при движении, в том числе при перевозке пассажиров.

БГВ располагается на ПС и с применением автоматизированной информационной подсистемы с помощью системного и прикладного ПО осуществляет сбор данных с ПИП и вспомогательного оборудования по различным интерфейсам передачи данных, регистрацию, хранение и обработку измеренных во время движения ПС значений с привязкой к абсолютному времени и координатам мест измерений. Полученные данные накапливаются, хранятся и обрабатываются в памяти БГВ, могут быть выгружены в необходимом формате, а также переданы по каналам связи на удаленный сервер, в том числе по каналам связи сетей 4G/LTE. На основании расчетов и моделирования БГВ анализирует и оценивает изменения и тенденции к изменениям в ПС и его конструктивных элементах.

Акселерометры AP2037-50 устанавливаются на буксовых узлах каждой из осей тележки ПС, на раме тележки ПС, а также на корпусах тяговых электродвигателей и тяговых редукторов (при их наличии для соответствующего типа ПС).

Датчик тока SM устанавливается на входе каждой из фаз статорной обмотки тяговых электродвигателей (при их наличии для соответствующего типа ПС).

Преобразователи акустической эмиссии широкополосные GT300 устанавливаются на буксовых узлах, расположенных по диагонали в одной тележке ПС.

Общий вид системы и ПИП из ее состава представлен на рисунках 1-4. Заводской номер системы наносится на идентификационный шильд на лицевую панель БГВ с помощью самоклеящейся наклейки типографским способом в формате «XXXXXXX», где «XXXXXXX» – обозначение из семи цифр, заводские номера на ПИП наносятся в соответствии с их описаниями типа. Место нанесения заводского номера и знака утверждения типа представлено на рисунке 1. Нанесение знака поверки на систему не предусмотрено. Защита от несанкционированного доступа предусмотрена с помощью разрывной наклейки. Место пломбировки от несанкционированного доступа представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид системы (корпус БГВ), места нанесения заводского номера, знака утверждения типа и пломбировки от несанкционированного доступа



Рисунок 2 – Преобразователи акустической эмиссии широкополосные GT300



Рисунок 3 – Акселерометры AP2037-50

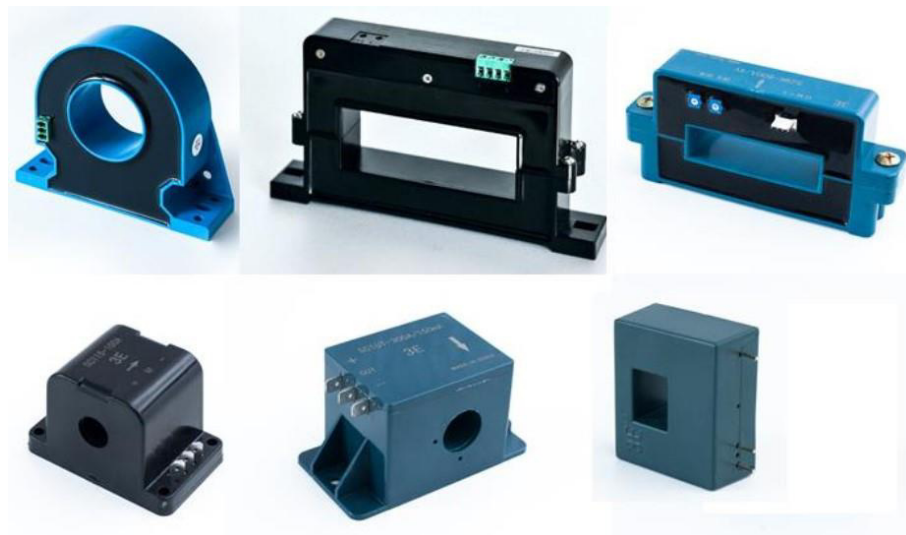


Рисунок 4 – Датчики тока SM

## Программное обеспечение

ПО систем включает в себя прикладное ПО автоматизированной информационной системы.

ПО выполняет следующие функции:

- прием и обработка данных от СИ и вспомогательного оборудования, входящего в состав системы;
- накопление, хранение и обеспечение доступа к базе данных измерений с возможностью выполнения поисковых запросов по диапазону времени и координатам;
- оперативное извещение пользователя о превышении заданных уровней контролируемых показателей;
- ведение справочников объектов измерений;
- передача результатов измерений по каналам связи на сервер, в том числе по каналам связи сетей 4G/LTE.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО указаны в таблице 2.

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 2 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	dtscan-ltr
Номер версии (идентификационный номер) ПО	0.5.16
Цифровой идентификатор ПО	6527098de5861223def8cb8bee8c627a
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	md5

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики ПИП из состава систем

Наименование характеристики	Значение характеристики
<b>Преобразователи акустической эмиссии широкополосные GT300</b>	
Коэффициент электроакустического преобразования на среднегеометрической частоте диапазона рабочих частот $K_{\text{пр}}$ при воздействии продольных волн, В/м, не менее	$18 \cdot 10^6$ (45 дБ отн. 1 В/(м/с))
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразования, %	$\pm 25$
Диапазон рабочих частот, кГц	от 100 до 800
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики преобразователя в диапазоне рабочих частот при воздействии продольных волн, дБ	$\pm 8$
<b>Акселерометры AP2037-50</b>	
Диапазон измерений амплитуды ускорения, м/с <sup>2</sup>	от 0,1 до 1000,0
Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте 200 Гц, мВ/(м·с <sup>-2</sup> )	5
Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения, %, в пределах: - для исполнений AP2037-50-X; - для исполнений AP2037-50-N	$\pm 10$ $\pm 2$
Нелинейность амплитудной характеристики, %: - от минимального измеряемого ускорения до 300 м/с <sup>2</sup> включительно; - от 300 м/с <sup>2</sup> до максимального измеряемого ускорения	$\pm 1$ $\pm 4$

Наименование характеристики	Значение характеристики
Рабочий диапазон частот, Гц: - диапазон А; - диапазон В; - диапазон С	от 0,3 до 20000,0 от 0,5 до 15000,0 от 5,0 до 5000,0
Неравномерность частотной характеристики в диапазоне, %: - диапазон А; - диапазон В; - диапазон С	± 45 ± 12,5 ± 4
Частота установочного резонанса в осевом направлении, кГц, не менее	45
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении виброускорения в рабочих диапазонах амплитуд и частот, %: - диапазон В; - диапазон С, при измерении ускорения до 300 м/с <sup>2</sup> включительно	± 15 ± 5
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5
Коэффициент влияния температуры окружающего воздуха, %/°С	± 0,2
Коэффициент влияния переменного магнитного поля, м·с <sup>-2</sup> /(А·м <sup>-1</sup> ), не более	1·10 <sup>-3</sup>
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С; - относительная влажность воздуха, %, не более	от +18 до +25 80
<b>Датчики тока SM</b>	
Диапазон номинальных первичных значений силы постоянного тока $I_n$ , А	от 0,005 до 20000,000
Диапазон преобразования первичного значения силы постоянного тока, А	(0,1-1,5) × $I_n$
Диапазон значений коэффициента масштабного преобразования силы постоянного тока	от 10 до 20000
Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему значению диапазона) погрешности преобразования силы постоянного тока, %	± 1
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к верхнему значению диапазона) погрешности преобразования силы постоянного тока, связанной с температурным дрейфом (в диапазоне рабочих температур), %	± 3,9
Диапазон номинальных первичных значений силы переменного тока с частотой 50±5 Гц, $I_n$ , А, эфф. значение	от 0,005 до 20000,000
Диапазон преобразования первичного значения силы переменного тока, А	(0,1-1,5) × $I_n$
Диапазон значений коэффициента масштабного преобразования силы переменного тока	от 10 до 20000
Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему значению диапазона) погрешности преобразования эфф. знач. силы переменного тока частотой 50±5 Гц, %	± 1

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к верхнему значению диапазона) погрешности преобразования эфф. знач. силы переменного тока, связанной с температурным дрейфом (в диапазоне рабочих температур), %	$\pm 3$

Таблица 4 – Метрологические характеристики вторичной части ИК систем

Наименование характеристики	Значение характеристики
<b>Модуль ввода/вывода LTR-210</b>	
Диапазон измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,01 до 499 кГц, В	от $1 \cdot 10^{-3}$ до 7
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, %	$\pm 5$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждые $10^{\circ}\text{C}$ , в долях от пределов допускаемой основной погрешности	0,5
<b>Модуль ввода/вывода LTR-25</b>	
Диапазон измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,025 до 50 кГц, В	от $1 \cdot 10^{-3}$ до 5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, %	$\pm 3$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждые $10^{\circ}\text{C}$ , в долях от пределов допускаемой основной погрешности	1
<b>Модуль ввода/вывода LTR-24</b>	
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 10
Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему значению предела измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока для пределов измерений 2 и 10 В, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к верхнему значению предела измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждые $10^{\circ}\text{C}$ , в долях от пределов допускаемой основной погрешности	$\pm 0,5$

Таблица 5 – Метрологические характеристики ИК систем

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК			
			ПИП		Вторичная часть	
Наименование ИК	Диапазоны измерений (рабочих частот)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип выходного сигнала	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности
ИК акустической эмиссии	от 100 до 800 кГц	$\delta: \pm 29 \%$	Напряжение переменного тока	$\delta: \pm 25 \%$	LTR-210	$\delta: \pm 5 \%$
ИК амплитуды ускорения	от 0,1 до 1000 м/с <sup>2</sup>	$\delta: \pm 17 \%$ (для диапазона В) $\delta: \pm 7 \%$ (для диапазона С, при измерении ускорения до 300 м/с <sup>2</sup> включительно)	Напряжение переменного тока	$\delta: \pm 15 \%$ (для диапазона В) $\delta: \pm 5 \%$ (для диапазона С, при измерении ускорения до 300 м/с <sup>2</sup> включительно)	LTR-25	$\delta: \pm 3 \%$
ИК электрического тока	от 0,005 до 20000 А	$\gamma: \pm 1,4 \%$	Напряжение постоянного тока	$\gamma: \pm 1 \%$	LTR-24	$\gamma: \pm 0,2 \%$

Примечания

1 Приняты следующие обозначения:  
 $\delta$  – относительная погрешность, %;  
 $\gamma$  – приведенная к диапазону измерений погрешность, %.

2 Пределы допускаемой основной погрешности ИК рассчитываются по формулам:  
- относительная  $\delta_{ИК}$ , %:

$$\delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{ПП}^2 + \delta_{ВП}^2},$$

где  $\delta_{ПП}$  – пределы допускаемой основной относительной погрешности ПП ИК, %;  
 $\delta_{ВП}$  – пределы допускаемой основной относительной погрешности вторичной части ИК, %.

- приведенная  $\gamma_{ИК}$ , %:

$$\gamma_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{ПП}^2 + \gamma_{ВП}^2},$$



где  $\gamma_{\text{ПП}}$  – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности ПП ИК, %;  
 $\gamma_{\text{ВП}}$  – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части ИК, %.

Таблица 6 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Параметры электрического питания: - БГВ: - напряжение переменного тока, В; - частота переменного тока, Гц - акселерометра AP2037-50 (напряжение постоянного тока); - датчика тока SM (напряжение постоянного тока)	от 209 до 231 от 49 до 51 от + 18 до + 30 от + 5 до + 24
Габаритные размеры, мм: - БГВ (длина × ширина × высота), не более; - преобразователя акустической эмиссии широкополосного GT300 (диаметр × высота); - акселерометра AP2037-50 (диаметр × высота), не более; - датчика тока SM, не более	458×417×210,5  22,5×15,5 14×26 от 24,1×22×23,4 до 400×380×240
Масса, г: - БГВ, не более; - преобразователя акустической эмиссии широкополосного GT300 (с кабелем длиной 500 мм); - акселерометра AP2037-50 без кабеля; - датчика тока SM	100000  40 15 21300
Условия эксплуатации БГВ: - температура воздуха окружающей среды, °С; - относительная влажность воздуха окружающей среды (при температуре + 20 °С), %; - диапазон атмосферного давления, кПа	от - 50 до + 45  до 80 % от 84,0 до 106,7
Условия эксплуатации преобразователя акустической эмиссии широкополосного GT300: - рабочий диапазон температур, °С; - относительная влажность воздуха при температуре + 20 °С, %; - атмосферное давление, кПа	от -55 до +120 до 80 % от 84 до 106
Условия эксплуатации акселерометра AP2037-50: - температура окружающего воздуха, °С; - относительная влажность воздуха при температуре + 35 °С, %; - переменное магнитное поле частотой 50 Гц с напряженностью, А/м, не более	от - 55 до + 125 до 95 %  400
Условия эксплуатации датчика тока SM: - диапазон рабочих температур, °С	от - 50 до + 105

**Знак утверждения типа**

наносится на титульный лист эксплуатационной документации типографским способом и на идентификационный шильд металлографическим способом.

## Комплектность средства измерений

Таблица 7 – Комплектность систем

№ п/п	Наименование	Обозначение	Количество единиц изделия, входящего в состав исполнений системы		
			ЦСРТ.421451.001	ЦСРТ.421451.001-01	ЦСРТ.421451.001-02
1	БГВ	-	1	1	1
2	Преобразователь акустической эмиссии широкополосный GT300	-	-	-	4 шт.
3	Акселерометр AP2037-50	-	31 шт.	23 шт.	31 шт.
4	Датчик тока SM	-	12 шт.	-	6 шт.
5	Паспорт	ЦСРТ.421451.001ПС	1 шт.		
6	Руководство по эксплуатации	ЦСРТ.421451.001РЭ	1 шт. на партию		
7	Эксплуатационные документы на составные части	-	1 комплект		
Примечание – допускается осуществлять комплектацию системы в неполном объеме в зависимости от измеряемых и контролируемых параметров и потребностей заказчика					

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2 «Использование по назначению» документа ЦСРТ.421451.001РЭ Системы диагностики подвижного состава DTscan. Руководство по эксплуатации.

### Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1706 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

ЦСРТ.421451.001ТУ Системы диагностики подвижного состава DTscan. Технические условия.

### Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «Синара Алгоритм»  
(ООО «Синара Алгоритм»)

ИНН 6672327417

Телефон: (343) 310-33-61

Юридический адрес: 620014, Свердловская обл., г. Екатеринбург, пр-кт. Ленина, стр. 8

E-mail: algorithm@sinara-group.com

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Синара Алгоритм»  
(ООО «Синара Алгоритм»)  
ИНН 6672327417  
Адрес: 620014, Свердловская обл., г. Екатеринбург, пр-кт. Ленина, стр. 8  
Телефон: (343) 310-33-61  
E-mail: algorithm@sinara-group.com

**Испытательный центр**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации (ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России)  
Адрес: 141006, Московская обл., г. Мытищи, ул. Комарова, д. 13  
Телефон: +7 (495) 583-99-23, факс: +7 (495) 583-99-48  
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.311314.

