

## ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

II издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 12-14 сентября 2017 г.,  
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Согласовано совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 24-26 октября 2017 г.,  
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 26 октября 2017 г.

Примечание: Теряет силу I издание Памятки от 05.11.2004 г.

**Р 649**

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВУ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ПОДЛЕЖАЩИХ РЕГИСТРАЦИИ В ЦЕЛЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Определения	3
2. Цель рекомендаций и область применения	3
3. Вводные положения	4
4. Состав физических величин, значения которых подлежат регистрации в целях постоянного технического диагностирования устройств железнодорожного электроснабжения	4

## **1. Определения**

1.1. (Техническое) диагностирование электроустановок или их частей – обобщающее наименование для совокупности процессов определения (прогнозирования) технического состояния электроустановок или их частей (электрических машин или аппаратов, строительной части, прочих элементов), проводимых либо без вывода подлежащих диагностированию изделий из работы, либо с выводом из работы при минимальном объеме затрат на разборку, измерения и испытания с целью, как правило, предотвращения отказов, вызванных скрытыми дефектами, износом или старением.

1.2. Постоянное (техническое) диагностирование – разновидность (технического) диагностирования, при которой определение (прогнозирование) технического состояния конкретной электроустановки или ее отдельной части производится непрерывно, при помощи специализированного стационарного комплекса технических средств.

1.3. Средство постоянного (технического) диагностирования – обобщающее наименование для аппаратных средств и(или) специализированного программного обеспечения, в число функциональных задач которых входит применение в целях определения (прогнозирования) фактического технического состояния электроустановок или их отдельных частей.

## **2. Цель рекомендаций и область применения**

2.1. Целью настоящей памятки является выработка единых (или близких к единым) рекомендаций по составу физических величин, значения которых подлежат регистрации и(или) передаче средствами телеизмерений и телесигнализации в целях постоянного технического диагностирования электроустановок или контроля режимов их работы.

Памятка может быть использована при предъявлении требований владельцев железнодорожных инфраструктур или иных органов управления железнодорожным транспортом стран-участниц к продукции промышленных предприятий, выпускающих аппаратные и программные комплексы для постоянного технического диагностирования электроустановок или контроля режимов их работы (включая средства телемеханизации).

2.2. Указанные выше программные комплексы для постоянного технического диагностирования электроустановок или контроля режимов их работы (включая средства телемеханизации) являются основной областью применения настоящей памятки.

Содержащиеся в памятке предельные значения тех или иных физических величин, характеризующих техническое состояние электроустановок, могут использоваться (в том числе полностью, частично, непосредственно или в опосредованном виде) в целях принятия решения о необходимости (отсутствии необходимости) вывода электроустановки в целом или какой-либо ее части в ремонт.

## **3. Вводные положения**

Техническое диагностирование рассматривается как эффективное средство оптимизации затрат на эксплуатацию любых сложных технических систем. Основным эффектообразующим фактором является снижение объема затрат ресурсов всех видов (трудовых, энергетических и пр.) при полном или частичном отказе от

планово-предупредительных систем технического обслуживания и ремонта техники, которое возможно лишь с внедрением систем технического диагностирования.

В процессе эксплуатации любая техническая система подвержена процессам износа и старения. Эти процессы приводят к образованию и постепенному накоплению скрытых дефектов. На определенном этапе (зачастую спустя несколько лет после момента возникновения) такие дефекты могут перейти в критическую стадию и привести к отказу. Внезапный отказ любого вида техники, а в особенности таких сложных и дорогостоящих, как например силовые трансформаторы или выключатели, приводит к незапланированным материальным потерям (расходы на ремонт, восстановление, замену, компенсацию упущенной выгоды). Существенный объем таких затрат еще более усугубляется фактором их внезапности. Предотвращение такого рода затрат является дополнительным эффектообразующим фактором от внедрения средств и систем технического диагностирования.

Одной из наиболее значительных проблем, с которыми владельцам железнодорожных инфраструктур пришлось столкнуться на начальных этапах внедрения средств и систем технического диагностирования, является отсутствие единого подхода к составу физических величин, значения которых подлежат регистрации и(или) передаче средствами телеизмерений и телесигнализации в целях постоянного технического диагностирования электроустановок или контроля режимов их работы. Практика показала, что организации, занимающиеся разработкой и изготовлением средств телемеханизации, интеллектуальных терминалов присоединения, а также других средств, реализующих функции постоянного технического диагностирования электроустановок, зачастую выбирают состав необходимых физических величин по собственному усмотрению. Такой подход не в полной мере соответствует интересам достижения оптимального соотношения между затратами, которые владельцы железнодорожных инфраструктур несут на приобретение продукции, и указанными выше эффектами от внедрения систем технического диагностирования.

На устранение этой проблемы направлена (в числе прочих мер) настоящая памятка.

#### **4. Состав физических величин, значения которых подлежат регистрации в целях постоянного технического диагностирования устройств железнодорожного электроснабжения**

4.1. Состав физических величин, значения которых подлежат регистрации в целях технического диагностирования устройств железнодорожного электроснабжения, приведен:

для контактной сети – в таблице 1;

для тяговых и трансформаторных подстанций – в таблице 2.

4.2. Состав физических величин для контактной сети, приведенный в таблице 1, различается для измерительных комплексов:

типа А – для комплексов, размещаемых на пассажирских вагонах локомотивной тяги, электропоездах или электровозах;

типа Б – для комплексов, размещаемых на специальном самоходном подвижном составе.

Дискретность измерения физических величин, указанных в таблице 1 (за исключением температуры окружающего воздуха) должна быть не менее:

для комплексов типа А – 1 измерения на 0,25 м пройденного пути;

для комплексов типа Б – 1 измерения на 1,00 м пройденного пути.

Дискретность измерения температуры окружающего воздуха должна быть не менее 1 измерения в секунду.

4.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений эластичности контактной подвески  $\Delta A$ , мм/Н, определяют по формуле:

$$\Delta A = \frac{2\Delta h \cdot P + \Delta P \cdot h}{P^2 + \Delta P \cdot P}, \quad (1)$$

где  $h$  – отжатие контактного провода, определяемое как разность между значениями высоты подвеса контактного провода при проходе с поднятым и опущенным измерительным токоприемником, мм;

$\Delta h$  – абсолютная погрешность измерения высоты подвеса контактного провода, мм;

$P$  – сила нажатия токоприемника на контактный провод, Н;

$\Delta P$  – абсолютная погрешность измерения силы нажатия токоприемника на контактный провод, Н.

Таблица 1 – Состав физических величин, значения которых подлежат регистрации в целях периодического технического диагностирования устройств железнодорожного электроснабжения (для контактной сети)

Физические величины:				Необходимость:				
наименование и единицы измерения (без учета кратных и дольных приставок)	пределы изменения	применение для комплексов (см. п. 4.2)		регистрации:		передачи средствами:		телесигнализации
		типа А	типа Б	есть / нет	погрешность, не более	телеизмерений:		
						есть / нет	относительная погрешность, %, не более	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1 Физические величины, непосредственно характеризующие техническое состояние контактной сети</b>								
1.1 Высота подвеса контактного провода, мм, при количестве контактных проводов от 1 до 4	от 5400 до 6900	+	+	+	±10 мм	-	-	-
1.2 Величина зигзага контактного провода, мм, при количестве контактных проводов от 1 до 4	от 0 до 700	+	+	+	±10 мм	-	-	-
1.3 Величина выноса контактного провода, мм, при количестве контактных проводов от 1 до 4	от 0 до 700	+	+	+	±10 мм	-	-	-
1.4 Расстояние по вертикали между контактным проводом и основным стержнем сочлененного фиксатора контактного провода, мм	от 200 до 600	+	-	+	±50 мм	-	-	-
1.5 Сила нажатия токоприемника на контактный провод, Н	от 0 до 250	+	-	+	±10 Н	-	-	-
1.6 Эластичность контактной подвески, мм/Н	от 0 до 0,9	+	-	+	см. п. 4.3	-	-	-
1.7 Уклон контактного провода, мм/м	от 0 до 15	+	+	+	±0,25 мм/м	-	-	-
1.8 Высота оставшегося сечения контактного провода, мм, при количестве контактных проводов от 1 до 4	от 6,80 до 14,50	+	+	+	±0,3 мм <sup>1)</sup>	-	-	-
1.9 Разность высоты подвеса двух контактных проводов, мм	от 0 до 30	+	+	+	±1,0 мм <sup>1)</sup>	-	-	-
1.10 Расстояние от оси пути до опор контактной	от 2450 до 7000	+	-	+	±50 мм	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
сети, мм									
<b>2 Вспомогательные физические величины</b>									
2.1 Высота правого и левого бортов вагона или кузова специального самоходного подвижного состава, на которых установлен комплекс, относительно плоскости, в которой находятся головки рельсов, мм	от 0 до 120	+	-	+	±1,0 мм	-	-	-	
		-	+	+	±2,0 мм	-	-	-	
2.2 Путь, пройденный вагоном или специальным самоходным подвижным составом, на которых установлен комплекс, км	-	+	+	+	±0,2 км <sup>2)</sup>	-	-	-	
2.3 Скорость движения вагона или специального самоходного подвижного состава, на которых установлен комплекс, км/ч	от 3 до 200	+	-	+	±2 км/ч	-	-	-	
	от 2 до 100	-	+						
2.4 Температура окружающего воздуха, °С	от минус 50 °С до плюс 50 °С	+	-	+	±2 °С	-	-	-	
2.5 Напряжение контактной сети, кВ:	а) постоянного тока	от 1,5 до 4,5	+	-	+	±10 %	-	-	-
	б) переменного тока	от 14,0 до 33,0							
<sup>1)</sup> При движении комплекса со скоростью до 72 км/ч. <sup>2)</sup> На каждые 20 км пройденного пути.									

Таблица 2 – Состав физических величин, значения которых подлежат регистрации в целях постоянного технического диагностирования устройств железнодорожного электроснабжения (для тяговых и трансформаторных подстанций)

Физические величины:		Необходимость:				
наименование и единицы измерения (без учета кратных и дольных приставок)	пределы изменения	регистрации:		передачи средствами:		
		есть / нет	относительная погрешность, %, не более	телеизмерений:		телесигнализации (дискретные сигналы при достижении той или иной физической величиной определенных значений)
				есть / нет	относительная погрешность, %, не более	
1	2	3	4	5	6	7
<b>1 Для распределительных устройств переменного тока напряжением от 6 до 220 кВ</b>						
1.1 Мгновенные значения токов каждой из оборудованных трансформаторами тока фаз отходящих линий электропередачи <sup>1)</sup> , А:	в пределах изменения тока, соответствующих классу точности 1 трансформаторов тока <sup>2)</sup>	+	1,5	-	-	-
	вне этих пределов		6,0			
1.2 Действующие значения токов каждой из оборудованных трансформаторами тока фаз отходящих линий электропередачи <sup>1)</sup> , А:	в пределах изменения тока, соответствующих классу точности 1 трансформаторов тока <sup>2)</sup>	+	1,5	+	4,0	-
	вне этих пределов		6,0		10,0	
1.3 Мгновенные значения токов каждой из оборудованных трансформаторами тока фаз секционной, шиносоединительной, обходной, рабочей или ремонтной перемычек, А:	в пределах изменения тока, соответствующих классу точности 1 трансформаторов тока <sup>2)</sup>	+	1,5	-	-	-
	вне этих пределов		6,0			



1	2	3	4	5	6	7
1.4 Действующие значения токов каждой из оборудованных трансформаторами тока фаз секционной, шиносоединительной, обходной, рабочей или ремонтной переключателей, А:	в пределах изменения тока, соответствующих классу точности 1 трансформаторов тока <sup>2)</sup>	+	1,5	+	4,0	-
	вне этих пределов		6,0		10,0	
1.5 Мгновенные значения фазных напряжений всех фаз каждой из оборудованных трансформаторами напряжения секций и(или) систем сборных шин, а также оборудованных линейными трансформаторами напряжения отходящих линий электропередачи <sup>3)</sup> , В:	в пределах изменения напряжения от 0,02 до 1,50 номинального напряжения первичной обмотки трансформатора напряжения	+	1,5	-	-	-
	вне этих пределов		4,0			
1.6 Действующие значения фазных напряжений всех фаз каждой из оборудованных трансформаторами напряжения секций и(или) систем сборных шин, а также оборудованных линейными трансформаторами напряжения отходящих линий электропередачи <sup>3)</sup> , В:	в пределах изменения напряжения от 0,02 до 1,50 номинального напряжения первичной обмотки трансформатора напряжения	+	1,5	+	2,5	1) при уменьшении - от (1,00±0,02) до (0,50±0,02) номинального напряжения первичной обмотки трансформатора напряжения; 2) при увеличении - от (1,00±0,02) до (1,50±0,02) номинального напряжения первичной обмотки трансформатора напряжения
	вне этих пределов		4,0		6,0	
1.7 Сдвиг фаз между напряжениями разных фаз, эл. град.		+	1,5 <sup>4)</sup>	+	3,0 <sup>4)</sup>	-
1.8 Сдвиг фаз между током и напряжением одной и той же фазы, эл. град.		+	1,5 <sup>4)</sup>	+	3,0 <sup>4)</sup>	-
1.9 Частота напряжения каждой из оборудованных	в диапазоне (50,0±0,5) Гц	+	1,5	+	2,5	1) при уменьшении - (49,00±0,02) Гц;
	вне этого диапазона	+	6,0	+	10,0	

1	2	3	4	5	6	7
трансформаторами напряжения секций и(или) систем сборных шин, Гц:						2) при увеличении (51,00±0,02) Гц -
1.10 Расстояние до места короткого замыкания на отходящих воздушных линиях электропередачи <sup>5)</sup> , км		+	6,0	+	10,0	-
1.11 Амплитуда частичных разрядов в изоляции, В		+	-	-	-	-
1.12 Мощность частичных разрядов в изоляции, Вт		+	-	-	-	-
<b>2 Для распределительных устройств постоянного тока напряжением выше 1000 В</b>						
2.1 Мгновенные значения тока каждого из оборудованных датчиками тока присоединений питающих линий и преобразовательных агрегатов, А:	в пределах изменения тока от 0 до 1,0 номинального тока датчика	+	1,5	+	2,5	-
	вне этих пределов		6,0		10,0	
2.2 Мгновенные значения напряжения каждого из оборудованных датчиками напряжения присоединений питающих линий и преобразовательных агрегатов, В:	в пределах изменения напряжения от 0 до 1,0 номинального напряжения датчика	+	1,0	+	1,5	-
	вне этих пределов		4,0		6,0	
2.3 Температура втычных контактов главных цепей шкафов комплектных распределительных устройств, °С		+	10,0	-	-	(1,00±0,10) предельного значения, установленного изготовителем («аварийное состояние»)
<b>3 Для силовых трансформаторов</b>						
3.1 Мгновенные значения токов каждой из оборудованных трансформаторами тока фаз каждой из обмоток, А:	в пределах изменения тока, соответствующих классу точности 1 трансформаторов тока <sup>2)</sup>	+	1,5	-	-	-
	вне этих пределов		6,0			
3.2 Действующие значения токов каждой из оборудованных трансформаторами тока фаз каждой из обмоток, А:	в пределах изменения тока, соответствующих классу точности 1 трансформаторов тока <sup>2)</sup>	+	1,5	+	4,0	(1,30±0,01) номинального тока обмотки высшего напряжения для масляных трансформаторов;
	вне этих пределов		6,0		10,0	

1	2	3	4	5	6	7
						(1,20±0,01) номинального тока обмотки высшего напряжения для сухих трансформаторов
3.3 Температура верхних слоев масла в баке <sup>6)</sup> , °C		+	5 <sup>7)</sup>	+	4,0	(75±5) °C для трансформаторов с системой охлаждения ДЦ; (95±5) °C для трансформаторов с системами охлаждения М и Д
3.4 Тангенс угла диэлектрических потерь масла в баке <sup>8)</sup> , %		+	2,5	-	-	(5,0±0,2) %
3.5 Влагосодержание масла в баке <sup>9)</sup> , г/г		+	4,0	-	-	(30,0±2,0) г/г
3.6 Концентрация в масле в баке газов <sup>10)</sup> , ppm:						
а) водорода		+	6,0	-	-	100
б) метана	100					
в) ацетилена	10					
г) этилена						100
д) этана						50
е) оксида углерода						+
ж) углекислого газа						4000 для трансформаторов с азотной или пленочной защитой масла; 8000 для трансформаторов со свободным дыханием
3.7 Относительная скорость роста концентрации каждого из газов, перечисленных в строке 3.6, % в месяц		+	10,0	-	-	10 % в месяц
3.8 Тангенс угла диэлектрических потерь масла в маслонаполненных вводах <sup>10)</sup> , %		+	2,5	-	-	От 1,5 до 5,0 % в зависимости от

1	2	3	4	5	6	7
						конструкции ввода
3.9	Емкость изоляции маслонаполненных вводов <sup>10)</sup> , Ф	+	6,0	-	-	1,05 значения емкости, измеренного при испытаниях на заводе-изготовителе
3.10	Амплитуда частичных разрядов в изоляции, В	+	-	-	-	-
3.11	Мощность частичных разрядов в изоляции, Вт	+	-	-	-	-
4	Для полупроводниковых преобразователей					
4.1	Действующее значение гармоники частотой 100 Гц в выпрямленном напряжении преобразователя, В	+	2,5	-	-	(0,200±0,025) номинального значения напряжения на выходе преобразователя
4.2	Температура корпуса каждого из полупроводниковых приборов, °С	+	10,0	-	-	(1,0±0,1) температуры, установленной изготовителем при номинальном значении тока на выходе преобразователя
4.3	Коэффициент неравномерности распределения тока между параллельно соединенными полупроводниковыми приборами	+	2,5	-	-	(1,150±0,025)
4.4	Коэффициент неравномерности распределения напряжения между последовательно соединенными полупроводниковыми приборами	+	2,5	-	-	(1,200±0,025)
4.5	Физические величины, устанавливаемые изготовителем для отдельных типов преобразователей в индивидуальном порядке	Устанавливаются изготовителем для отдельных типов преобразователей в индивидуальном порядке				
5	Для выключателей переменного тока напряжением от 6 до 220 кВ					
5.1	Сумма максимальных действующих значений тока через каждый из полюсов выключателя при каждой операции отключения, А	+	10,0	-	-	(0,90±0,10) предельного значения, установленного изготовителем («предаварийное состояние»); (1,00±0,10) предельного значения, установленного изготовителем («аварийное

1	2	3	4	5	6	7
						состояние»)
5.2 Количество циклов «включено – отключено»		+	0,2	-	-	(0,900±0,002) предельного значения, установленного изготовителем («предаварийное состояние»); (1,000±0,002) предельного значения, установленного изготовителем («аварийное состояние»)
5.3 Полное время отключения при каждой операции отключения, с		+	2,0	-	-	(1,10±0,02) предельного значения, установленного изготовителем («аварийное состояние»)
5.4 Тангенс угла диэлектрических потерь масла в маслонаполненных вводах <sup>11)</sup> , %		+	2,5	-	-	От 1,5 до 5,0 % в зависимости от конструкции ввода
5.5 Емкость изоляции маслонаполненных вводов <sup>10)</sup> , Ф		+	6,0	-	-	1,05 значения емкости, измеренного при испытаниях на заводе- изготовителе
<b>6 Для выключателей постоянного тока напряжением выше 1000 В</b>						
6.1 Сумма максимальных значений тока через выключатель при каждой операции отключения, А		+	10,0	-	-	(0,90±0,10) предельного значения, установленного изготовителем («предаварийное состояние»); (1,00±0,10) предельного значения, установленного изготовителем («аварийное состояние»)

1	2	3	4	5	6	7
6.2 Сумма значений энергии, выделившейся в дугогасительной камере при каждой операции отключения, Дж		+	4,0	-	-	(0,90±0,04) предельного значения, установленного изготовителем («предаварийное состояние»); (1,00±0,04) предельного значения, установленного изготовителем («аварийное состояние»)
6.3 Количество циклов «включено – отключено»		+	0,2	-	-	(0,900±0,002) предельного значения, установленного изготовителем («предаварийное состояние»); (1,000±0,002) предельного значения, установленного изготовителем («аварийное состояние»)
6.4 Полное время отключения при каждой операции отключения, с		+	2,0	-	-	(2,00±0,02) предельного значения, установленного изготовителем («аварийное состояние»)
<b>7 Сеть собственных нужд и сеть оперативного тока</b>						
7.1 Действующие значения фазного напряжения всех фаз сборных шин распределительного устройства напряжением до 1000 В собственных нужд <sup>12)</sup> , В		+	1,5	+	2,5	(0,90±0,02) и (1,10±0,02) номинального напряжения
7.2 Сопротивление изоляции сети собственных нужд <sup>13)</sup> , МОм		+	4,0	-	-	(1,0±0,4) МОм
7.3 Напряжение в системе оперативного тока, В		+	1,5	-	-	(0,90±0,02) и (1,10±0,02) номинального

1	2	3	4	5	6	7
						напряжения
7.4	Сопротивление изоляции сети оперативного тока, кОм	+	4,0	-	-	(10,0±0,4) кОм при номинальном напряжении 110 В; (20,0±0,9) кОм при номинальном напряжении 220 В
7.5	Ток аккумуляторной батареи, А	+	2,5	-	-	(0,85±0,02) значения тока, соответствующего нормальному режиму сети
<p><sup>1)</sup> Для распределительных устройств первичного (высшего) напряжения подстанции - в том числе линий электропередачи, по которым данная подстанция получает электроэнергию из внешней сети.</p> <p><sup>2)</sup> По ГОСТ 7746 (таблица 9).</p> <p><sup>3)</sup> К линиям электропередачи, оборудованных линейными трансформаторами напряжения, относятся линии электропередачи автоблокировки (во всех случаях), а также линии электропередачи продольного электроснабжения и линии электропередачи иного назначения, на которых линейный трансформатор напряжения предусмотрен проектом.</p> <p><sup>4)</sup> Абсолютная погрешность в эл. град.</p> <p><sup>5)</sup> Только для распределительных устройств и линий электропередачи напряжением 110 и 220 кВ.</p> <p><sup>6)</sup> Только для масляных трансформаторов, оборудованных манометрическими термометрами.</p> <p><sup>7)</sup> Абсолютная погрешность в °С.</p> <p><sup>8)</sup> Только для трансформаторов с высшим напряжением 110 и 220 кВ и независимо от высшего напряжения мощностью 31500 кВ·А и более.</p> <p><sup>9)</sup> Только для масляных трансформаторов с высшим напряжением 35 кВ и выше.</p> <p><sup>10)</sup> Только для трансформаторов с высшим напряжением 110 и 220 кВ.</p> <p><sup>11)</sup> Только для выключателей на напряжение 110 и 220 кВ с маслонаполненными вводами.</p> <p><sup>12)</sup> При секционированных сборных шинах – на каждой из секций сборных шин.</p> <p><sup>13)</sup> Только сети (или ее отдельных частей) с изолированной нейтралью, а для однофазных сетей – с изолированными полюсами.</p>						