

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник Управления  
автоматики и телемеханики  
ЦДИ – филиала ОАО «РЖД»

  
В.В.Аношкин  
«28» 10 2016 г.

Центральная дирекция инфраструктуры – филиал ОАО «РЖД»  
Управление автоматике и телемеханики



## ТЕХНИКО-НОРМИРОВОЧНАЯ КАРТА

№ ТНК ЦДИ 0633-2016

Защитные устройства

Измерение сопротивления всех заземляющих устройств, в том числе металлических оболочек кабеля. Проверка целостности выравнивающих контуров измерительным прибором

\_\_\_\_\_  
(код наименования работы в ЕК АСУТР)

Регламентированное техническое обслуживание

(вид технического обслуживания (ремонта))

Заземляющее устройство

(единица измерения)

0,397; 0,402; 0,233; 0,237

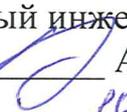
\_\_\_\_\_  
(средний разряд работ)

(норма времени)

13  
(количество листов)

1  
(номер листа)

Разработал:  
Отделение автоматике  
и телемеханики ПКБ И  
Главный инженер отделения

  
А.В.Новиков  
«26» 10 2016 г.

## **1. Состав исполнителей**

Электромеханик.

## **2. Условия производства работ**

2.1. Работа по измерению сопротивления всех заземляющих устройств и проверке целостности выравнивающих контуров измерительным прибором выполняется линейным электромехаником СЦБ или специализированной бригадой дистанции СЦБ, выполняющей комплексную проверку заземляющих устройств.

2.2. Работа выполняется электротехническим персоналом, имеющим группу по электробезопасности при работе в электроустановках до 1000 В не ниже III.

## **3. Средства защиты, измерений, технологического оснащения; монтажные приспособления, испытательное оборудование, инструменты и материалы**

- измеритель сопротивления заземления ИС-10 (М416);
- измерительная рулетка;
- вспомогательные стальные штыри заземления длиной 1 м и диаметром 10-12 мм;
- измерительные провода;
- гаечные ключи для отключения заземлений;
- слесарный молоток массой 0,5 кг;
- шлицевая отвертка с изолирующей рукояткой 0,8x5,5x200 мм;
- сигнальные жилеты по числу членов бригады (при выполнении работы на напольных устройствах);
- рукавицы хлопчатобумажные (по числу членов бригады);
- очки закрытые защитные по ГОСТ Р 12.4.230.1-2007;
- носимые радиостанции или другие мобильные средства связи;
- паспорта заземлений, подлежащих измерению;
- схемы устройств СЦБ.

Примечание – Допускается использование разрешенных к применению аналогов указанного выше оборудования.

## **4. Подготовительные мероприятия**

4.1. Подготовить средства технологического оснащения и материалы, указанные в разделе 3 данной технико-нормировочной карты.

**ВНИМАНИЕ.** Гаечные рожковые ключи должны соответствовать размерам гаек и головок болтов и не должны иметь трещин и выбоин.

Молоток должен быть плотно насажен на рукоять и не иметь люфта,

ударная часть должна быть без сколов, трещин, наклепов и заусенцев, рукоять без повреждений.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** использовать инструмент с изолированными рукоятками при наличии сколов, вздутий и прочих дефектов изоляции.

## **5. Обеспечение безопасности движения поездов**

5.1. Неисправности, выявленные в процессе работы, которые требуют немедленного устранения, устраняются в ходе проверки, остальные неисправности устраняются в плановом порядке по технологиям, регламентирующим процессы ремонта.

5.2. Замена неисправных элементов заземляющих устройств производится по технологиям, регламентирующим процессы ремонта при условии выполнения требований «Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ (ЦШ-530-11)», утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 № 2055р (далее – Инструкция ЦШ-530-11).

Примечание – Здесь и далее по тексту целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании данной картой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то применяется та часть текста, где не затрагивается ссылка на этот документ.

## **6. Обеспечение требований охраны труда**

6.1. При проверке заземляющих устройств следует руководствоваться требованиями разделов 2, 3, подразделов 5.1 и 5.4 «Правил по охране труда при техническом обслуживании и ремонте устройств сигнализации, централизации и блокировки в ОАО «РЖД» (ПОТ РЖД-4100612-ЦШ -074-2015), утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 26 ноября 2015 года №2765р, а также требованиями раздела 3, подразделов 4.1, 4.3, 4.4, 4.7, 5.1 и раздела 10 «Инструкции по охране труда для электромеханика и электромонтера устройств сигнализации, централизации и блокировки в ОАО «РЖД», утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 3 ноября 2015 года №2616р.

Примечание – Меры безопасности персонала, приведенные ниже, должны рассматриваться как дополнительные по отношению к мерам, установленным указанными выше Правилами.

6.2. Работа выполняется бригадой, состоящей не менее чем из двух работников. Члены бригады перед началом работ должны быть проинструктированы установленным порядком.

6.3. Подключение и отключение переносных измерительных приборов под напряжением допускается при наличии на проводах специальных наконечников с изолирующими рукоятками.

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** При сборке измерительных схем следует соблюдать последовательность соединения проводов токовой и потенциальной цепи. Приборы должны быть установлены на изолированном основании.

**ВНИМАНИЕ.** Металлические штыри не должны иметь наклепов и заусенцев. Забивать электроды в землю необходимо в рукавицах и защитных очках.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** проведение работ во время аварийных ситуаций на линиях внешнего электроснабжения, а также во время грозы, дождя, густого тумана или в темное время суток.

## **7. Измерение сопротивления заземляющих устройств измерителем сопротивления заземления типа ИС-10**

### *7.1. Общие положения*

7.1.1. Для измерения сопротивления заземляющего устройства (ЗУ) используют метод с применением вспомогательных токового «Т» и потенциального «П» заземлителей (металлических штырей толщиной 10-12 мм и длиной 1 м).

7.1.2. Прибор ИС-10 формирует измерительный стабилизированный импульсный ток переменной полярности (меандр), частотой 128 Гц, амплитудное значение силы тока не более 260 мА.

Падение напряжения в измеряемой цепи при стабилизированном токе пропорционально её сопротивлению. Это напряжение фильтруется и поступает на входной усилитель, в котором происходит его усиление и преобразование в сигнал постоянного напряжения. Далее этот сигнал поступает в процессор, в котором происходит измерение, а результат выводится на индикатор в удобной для восприятия форме. Единицы измерения определяются автоматически.

7.1.3. Расположение органов управления и гнезд подключения прибора ИС-10 показано на рис.1.



Рисунок 1. Расположение органов управления и гнезд подключения

Кнопка «» предназначена для включения и выключения прибора. Кнопка «RX /», предназначена для измерения сопротивления. При входе в «МЕНЮ» она выполняет функцию выбранного параметра работы прибора.

Кнопка «РЕЖИМ» предназначена для переключения прибора в режимы двух-, трёх-, и четырёхпроводного метода измерения, измерения с автоматическим расчётом удельного сопротивления грунта и работы с клещами для измерения тока или определения процентного распределения токов. При этом на индикаторе отображается режим измерения и название гнезд, к которым необходимо подключать измерительные кабели. При входе в «МЕНЮ» она выполняет функцию движения по меню вверх.

Кнопка «МЕНЮ» предназначена для перехода прибора в режим «МЕНЮ» установки параметров. После входа в «МЕНЮ» она выполняет функцию движения по меню вниз.

Гнёзда T1, П1, T2, П2 предназначены для подключения измерительных проводов.

Подробное описание работы изложено в Руководстве по эксплуатации на прибор ИС-10.

## 7.2. Подготовка к выполнению измерений

7.2.1. Определить приемлемую схему измерения сопротивления заземления.

Как правило, для измерения сопротивления заземления применяют однолучевую схему, при этом место подключения прибора к заземляющему устройству (ЗУ), и дополнительные штыри «П» и «Т» располагают на одной линии (луче). Если такое расположение штырей невозможно, применяют

двухлучевую схему (треугольником). Для ЗУ с одиночным заземлителем (релейный шкаф, кабельный ящик, и т.д.) в зависимости от выбранной схемы оптимальные расстояния между штырями «П», «Т» и ЗУ показаны на рис. 2.

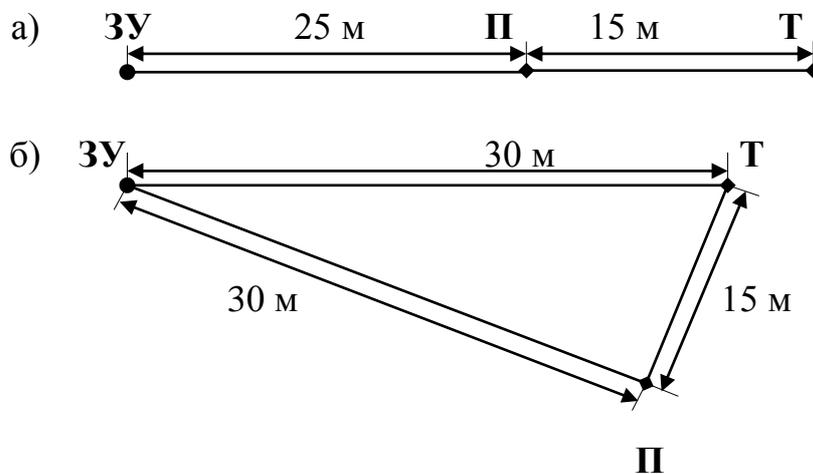


Рисунок 2. Взаимное расположения токового «Т» и потенциального «П» штырей при измерении сопротивления одиночного заземлителя ЗУ

Направление разноса штырей «Т» и «П» выбирается так, чтобы соединительные провода не проходили вблизи металлоконструкций, имеющих связь с ЗУ или параллельно трассе высоковольтных линий и контактной сети, т.к. их влияние может привести к дополнительной погрешности результатов измерения.

Для сложных заземлителей (например, постов ЭЦ) токовый и потенциальный штыри следует устанавливать вне заземляющего устройства, расстояние от ЗУ до этих штырей определяется размером «D» ЗУ. В качестве размера «D» ЗУ принимается длина наибольшей диагонали сложного заземлителя (см. рис. 3).

Измерение геометрических размеров заземляющего устройства и максимальную диагональ D определить при помощи измерительной рулетки.

Для сложных ЗУ схема расположения штырей показаны на рис. 3.

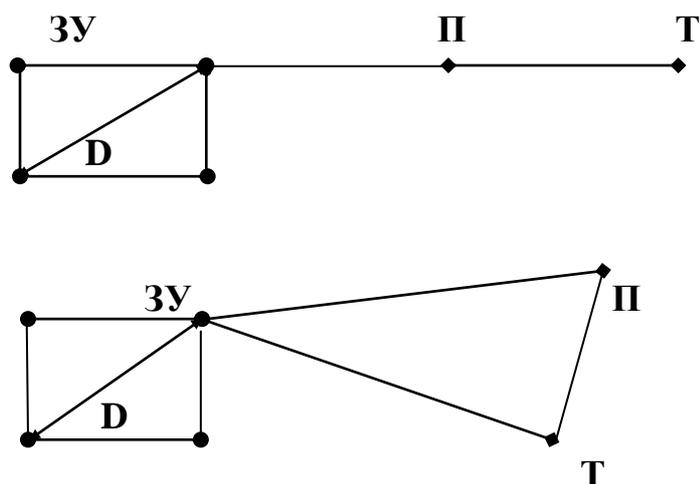


Рисунок 3. Схема расположения штырей «Т» и «П» сложных заземлителей

Оптимальные расстояния между сложным ЗУ и штырями «Т» и «П» указаны в таблице 1.

Таблица 1

Размер D ЗУ	Оптимальное расстояние при схемах измерения	
	однолучевой	двухлучевой
До 10 м	ЗУ-П = 30 м; П-Т = 30 м	ЗУ-П = 30 м; ЗУ-Т = 30 м; П-Т = 20 м
10...40 м	ЗУ-П = 60 м; П-Т = 60 м	ЗУ-П = 60 м; ЗУ-Т = 60 м; П-Т = 40 м
Более 40 м	ЗУ-П = 1,5 D; П-Т = 1,5 D	ЗУ-П = 1,5 D; ЗУ-Т = 1,5 D; П-Т = D

### 7.2.2. Забить в грунт токовый «Т» и потенциальный «П» штыри.

В местах забивки штырей растительный или насыпной слой должен быть удален.

Во избежание увеличения переходного сопротивления штыри «Т» и «П» следует забивать в грунт прямыми ударами, стараясь не раскачивать их. Допускается увлажнять почву в месте установки штырей.

7.2.3. Проверить комплектность прибора ИС-10, исправность и состояние его аккумулятора. Степень заряда аккумулятора отображается на индикаторе условным символом в виде «батарейки» и определяется по величине её зачернённости. Порядок зарядки аккумулятора изложен в Руководстве по эксплуатации на прибор ИС-10.

## 7.3. Последовательность и порядок выполнения измерений

### 7.3.1. Измерение сопротивления заземлений релейных шкафов и кабельных ящиков

Выполнить подготовительные действия согласно подразделу 7.2 данной технико-нормировочной карты, при этом токовый «Т» и

потенциальный «П» штыри расположить, как показано на рис. 2, и забить в грунт на глубину не менее 0,5 м.

При помощи соединительных проводов соединить штыри «Т» и «П» с гнездами Т2 и П2 прибора (см. рис. 4). Снять монтажный провод заземления (шину) с заземляющего болта корпуса релейного шкафа (РШ) или кабельного ящика и соединить заземляющий болт с гнездами Т1 и П1 прибора измерительными проводами минимально допустимой длины (не более 1,5 м), т.к. сопротивление проводов влияет на результат измерения сопротивления ЗУ.

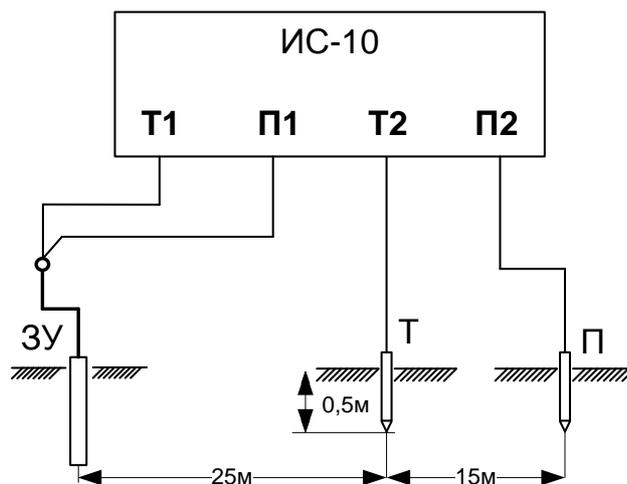


Рисунок 4. Схема подключения прибора ИС-10 при измерении сопротивления заземления

Включить питание прибора. Прибор автоматически переходит в режим измерения напряжения помехи между входами П1 и П2. При наличии напряжения помехи между входами П1 и П2 на индикаторе отобразится её амплитудное значение в вольтах. Если напряжение помехи не превышает 24 В, то можно производить дальнейшие измерения. Если напряжение помехи превышает 24 В, то для получения достоверного результата следует найти оптимальное направление расположения измерительных штырей, при котором величина напряжения помехи будет минимальной.

Кнопкой «РЕЖИМ» выбрать четырёхпроводный метод измерения, а затем кратковременно нажать кнопку «RX /┘». На индикаторе появится надпись «ИЗМЕРЕНИЕ» и в течение нескольких секунд произойдет измерение сопротивления заземления.

Записать результат измерения в протокол измерений. Подключить заземляющую шину к ЗУ.

### 7.3.2. Измерение сопротивление заземления постов ЭЦ и релейных будок

Выполнить подготовительные действия согласно подразделу 7.2 данной технико-нормировочной карты, при этом:

- при помощи измерительной рулетки определить максимальную диагональ  $D$  сложного заземляющего устройства поста;
- из таблицы 1 выбрать оптимальные расстояния между сложным ЗУ и штырями «Т» и «П»;
- расположить токовый «Т» и потенциальный «П» штыри, как показано на рис. 3, и забить в грунт на глубину не менее 0,5 м.

При помощи соединительных проводов соединить (см. рис. 4) штыри «Т» и «П» с гнездами Т2 и П2 прибора. Раскрутить болтовые соединения и отключить заземляющее устройство (заземляющий контур) от общей шины заземления поста ЭЦ (релейной будки). Соединить ЗУ с гнездами Т1 и П1 прибора и произвести измерения аналогично описанным в пункте 3.3.1.

Записать результат измерения в протокол измерений. Подключить ЗУ (контур) к заземляющей шине поста ЭЦ (релейной будки).

Если особенности территории вокруг ЗУ таковы, что разместить штыри Т2 и П2 на указанных в таблице 1 расстояниях не представляется возможным, токовый штырь размещают на расстоянии  $3D$  от ЗУ и, последовательно изменяя место установки потенциального штыря П2 относительно ЗУ (рекомендуется  $0,4 \times 3D$ ;  $0,5 \times 3D$ ;  $0,6 \times 3D$ ;  $0,7 \times 3D$ ), производят измерение сопротивления. Далее строится кривая зависимости значения сопротивления от расстояния. Если на графике между точками  $0,4 \times 3D$  и  $0,7 \times 3D$  значения сопротивления изменяются не более чем на  $\pm 5\%$  от среднего значения, среднее значение сопротивления на этом участке регистрируется как результат измерения сопротивления ЗУ. Если такого участка нет, измерения повторяются при расположении штырей в другом направлении от ЗУ или при увеличенном расстоянии между ЗУ и Т2.

Сопротивление защитного заземления постов электрической централизации и заземлений релейных будок независимо от проводимости грунта должно быть не более 10 Ом.

Сопротивление заземления, предназначенного для заземления брони кабелей при пересечении сигнальной линии автоблокировки с линией электропередачи, должно быть не более 5 Ом (каждого заземлителя).

Сопротивление индивидуальных заземлений релейных шкафов, низковольтных заземлителей кабельных ящиков опор сигнальной линии автоблокировки в зависимости от удельного сопротивления грунта приведены в таблице 2.

Таблица 2

Удельное сопротивление грунта, Ом	Сопротивление заземления, Ом,
до 100	30
100-300	40
300-500	50
Более 500	70

Порядок измерения удельного сопротивления грунта приведен ниже.

В зависимости от конфигурации ЗУ, состояния почвы и климатических условий результаты измерений корректируют путем введения поправочных коэффициентов К. Тогда сопротивление защитного заземления вычисляется по формуле ( $R_{з\text{у}} = K R_{и}$ ).

Значения поправочных коэффициентов для разной влажности грунта и разных типов ЗУ приведены в таблице 3.

Коэффициент К1 применяется, когда измерение производится при влажном грунте или к моменту измерения предшествовало выпадение большого количества осадков; коэффициент К2 — когда измерение производится при грунте средней влажности или моменту измерения предшествовало небольшое количество осадков; коэффициент К3 — когда измерение производится при сухом грунте или моменту измерения предшествовало выпадение незначительного количества осадков.

Таблица 3

### Поправочные коэффициенты к значениям сопротивления заземления

Тип заземляющего устройства	Параметры ЗУ	Влажный грунт (К1)	Грунт средней влажности (К2)	Сухой грунт (К3)
Одиночный вертикальный заземлитель	L = 2,5 м	3,80	3,00	2,30
	L = 3,5 м	2,10	1,90	1,60
	L = 5,0 м	1,60	1,45	1,30
Горизонтальная полоса	L = 5	8,0	6,2	4,4
	L = 20	6,5	5,2	3,8
Заземляющая сетка или контур	S = 400 м <sup>2</sup>	4,6	3,8	3,2
	S = 900 м <sup>2</sup>	3,6	3,0	2,7
	S = 3600 м <sup>2</sup>	3,0	2,6	2,3

Тип заземляющего устройства	Параметры ЗУ	Влажный грунт (К1)	Грунт средней влажности (К2)	Сухой грунт (К3)
Заземляющая сетка или контур с вертикальными электродами длиной 5 м более метров	$S = 900 \text{ м}^2$ $n \geq 10$ шт.	2,1	1,9	1,8
	$S = 3600 \text{ м}^2$ $n \geq 15$ шт.	2,0	1,9	1,7

В таблице: L – длина горизонтальной полосы или вертикального заземлителя; S – площадь заземляющей сетки или контура; n – количество вертикальных электродов.

Если результаты измерений не удовлетворяют вышеуказанным требованиям необходимо провести визуальный осмотр заземляющего устройства, выявленные недостатки устранить (при необходимости ЗУ дополняют заземлителями), и повторить измерения.

#### 7.4. Измерение удельного сопротивления грунта

Удельное сопротивление грунта не нормируется.

Измерения проводятся прибором ИС-10 по методу вертикального зондирования. Метод предполагает равные расстояния между электродами (**d**), которое следует принимать не менее чем в 5 раз больше глубины погружения штырей.

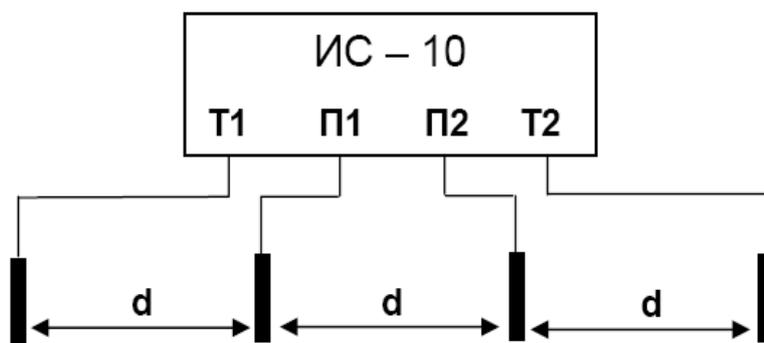


Рисунок 4. Схема измерения удельного сопротивления грунта

Измерительные штыри установить в грунт по прямой линии, через равные расстояния (**d**) и соединить с измерительными гнездами Т1, П1, П2 и Т2

Включить питание прибора. При помощи кнопки «РЕЖИМ» выбрать режим «R уд». Затем при помощи кнопки «МЕНЮ» выбрать режим «УСТ. РАССТ» и ввести расстояние между штырями (от 1 до 99 метров). Кратковременно нажать кнопку «RX /↵». В течение нескольких секунд произойдет измерение удельного сопротивления грунта и на индикаторе отобразится результат измерения.

## 8. Проверка целостности выравнивающего контура релейного шкафа

Отключить выводы контура от болтов заземления РШ. Измеритель сопротивления ИС-10 подключить к двум выводам контура, как показано на рисунке 5.

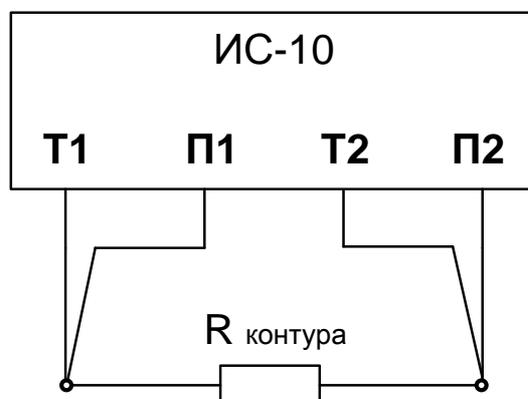


Рисунок 5. Схема проверки целостности контура

Включить питание прибора. При помощи кнопки «РЕЖИМ» выбрать четырёхпроводный метод измерения, а затем кратковременно нажать кнопку «RX /↵». На индикаторе появится надпись «ИЗМЕРЕНИЕ», в течение нескольких секунд произойдет измерение сопротивления и на индикаторе отобразится результат измерения.

При показаниях прибора значений меньших, чем 1 Ом, контур считается исправным.

## 9. Заключительные мероприятия, оформление результатов работы

9.1. Результаты электрических измерений сопротивления заземляющих устройств оформить в Ведомости формы ШУ-45.

9.2. В случае замены в ходе проверки заземляющих устройств данные вновь установленных устройств зафиксировать в журнале замены установленной формы или в системе автоматизированного учета приборов (при наличии).

9.3. О выполненной работе сделать запись в Журнале учета выполненных работ на объектах СЦБ и связи формы ШУ-2.

## 10. Нормы времени

(Нормы времени на техническое обслуживание устройств автоматики и телемеханики, утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 17 июля 2014 года № 1678р)

### НОРМА ВРЕМЕНИ № 210 (11.5.8)

Наименование работ		Измерение сопротивления всех защитных заземлений, в том числе заземлений оболочек кабеля. Проверка целостности выравнивающих контуров измерительным прибором					
Измеритель		Исполнитель		Количество исполнителей		Норма времени, чел.-ч	
						Станция	Перегон
Заземляющее устройство		Электромеханик		1		0,397	0,402
№ п/п	Содержание работы	Учтенный объем работы	Оборудование, инструмент, материал	Оперативное время на учтенный объем работы, чел.-мин			
1	Измерение сопротивления всех защитных заземлений, в том числе заземлений оболочек кабеля, произвести	1 заземляющее устройство	Измеритель сопротивления ИС-10	11,8			
2	Проверку целостности выравнивающих контуров измерительным прибором произвести	1 выравнивающий контур		8,6			
Итого				20,4			

### НОРМА ВРЕМЕНИ № 208.1 (11.5.6)

Наименование работ		Проверка вольтметром диодных заземлителей релейных шкафов и светофоров					
Измеритель		Исполнитель		Количество исполнителей		Норма времени, чел.-ч	
						Станция	Перегон
Диодный заземлитель		Электромеханик		1		0,233	0,237
№ п/п	Содержание работы	Учтенный объем работы	Оборудование, инструмент, материал	Оперативное время на учтенный объем работы, чел.-мин			
1	Проверку состояния и исправности диодных заземлителей релейных шкафов и светофоров произвести	1 диодный заземлитель	Ампервольтметр ЭК-2346	12			
Итого				12			