

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ФИЛИАЛ ПГУПС

ОДОБРЕНО

на заседании цикловой комиссии

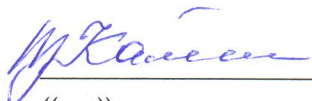
протокол № 13 от 23.06.2017

Председатель цикловой комиссии:

 (И.В.Стрельцова)

УТВЕРЖДАЮ

Начальник УМО

 А.В. Калько  
«  »                      201   г.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **по организации и проведению лабораторных работ**

МДК.01.02. Эксплуатация подвижного состава (электроподвижной состав) и обеспечение безопасности движения поездов

Тема 2.4. Электроснабжение ЭПС

Специальность: 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Тема: «Лабораторные работы»

Разработал: Дедовец Дмитрий Тимофеевич

2017 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по проведению лабораторных работ разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 23.02.06

Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог для изучения темы 2.4. Электроснабжение электроподвижного состава МДК 01.02.

Эксплуатация подвижного состава и обеспечение безопасности движения поездов (электроподвижной состав), ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава.

Методическое пособие содержит 3 лабораторных работы, которые предназначены для закрепления теоретических знаний студентов после изучения соответствующих разделов. В каждой работе указаны тема и цель занятия, необходимое оборудование, краткие сведения и описание хода работы. Для проведения лабораторных работ учебные заведения должны иметь учебный полигон, лабораторию «Электрические аппараты и цепи подвижного состава», учебный кабинет «Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения», необходимое оборудование. При отсутствии оборудования отдельные работы могут выполняться на базовых предприятиях. Реализуя междисциплинарные связи необходимо опираться на знания, полученные при изучении дисциплин ОП.07. «Железные дороги», ОП.03. «Электротехника».

Перед началом каждого занятия преподаватель проводит инструктаж по охране труда.

Студенты также должны предварительно подготовиться к каждому занятию: повторить теоретический материал, изучить содержание работы и порядок ее выполнения.

После выполнения лабораторных работ студент должен представить отчет и защитить работу.

В результате изучения МДК 01.02. Эксплуатация подвижного состава и обеспечение безопасности движения поездов (электроподвижной состав) Тема 2.4. Электроснабжение электроподвижного состава студент должен: уметь:

— управлять системами подвижного состава в соответствии с установленными требованиями

знать:

— конструкцию, принцип действия и технические характеристики оборудования подвижного состава;

— нормативные документы по обеспечению безопасности движения поездов.

**осуществить поэтапное формирование элементов следующих общих компетенций:**

- ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

- ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;
- ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности;
- ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;
- ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий
- ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;
- ОК 9. Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

**осуществить поэтапное формирование элементов следующих профессиональных компетенций:**

ПК 1.1. Эксплуатировать подвижной состав железных дорог.

ПК 1.2. Производить техническое обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог в соответствии с требованиями технологических процессов.

ПК 1.3. Обеспечивать безопасность движения подвижного состава.

Цель работы: Исследовать конструкцию контактной сети и визуально выявить неисправности.

Оборудование:

1. Полигон.
2. Действующий перегон.
3. Бинокль.

**Осваиваемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.3 Обеспечивать безопасность движения поездов.

Порядок выполнения работы.

1. Осмотреть элементы контактной сети.
2. Сделать заключение о состоянии элементов контактной сети.
3. Привести эскиз контактной сети, и указать её элементы.
4. Результаты осмотра технического состояния контактной сети отобразить в таблице 1.

					ЛР 01.23.02.06(электроподвижной состав)		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.					Исследование конструкции контактной сети. Выявление визуальных неисправностей контактной сети.	Лит.	Лист
Провер.	Леловен Л.Т.						
Реценз.							
Н. Контр.	.						
Утверд.							

Рисунок 1 – Основные элементы контактной сети

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_
- 3. \_\_\_\_\_
- 4. \_\_\_\_\_
- 5. \_\_\_\_\_
- 6. \_\_\_\_\_
- 7. \_\_\_\_\_
- 8. \_\_\_\_\_
- 9. \_\_\_\_\_
- 10. \_\_\_\_\_
- 11. \_\_\_\_\_
- 12. \_\_\_\_\_
- 13. \_\_\_\_\_
- 14. \_\_\_\_\_
- 15. \_\_\_\_\_
- 16. \_\_\_\_\_
- 17. \_\_\_\_\_
- 18.Г \_\_\_\_\_
- 19.Н \_\_\_\_\_
- 20. УГР \_\_\_\_\_

## Неисправности контактной сети

Таблица 1

Параметр\Результат	Да	Нет
Пережог контактного провода на изолирующих сопряжениях (воздушных промежутках) в момент прохода токоприёмника		
Пережог контактного провода в период прохода токоприёмника		
Пережог контактного провода под струновыми зажимами на воздушных промежутках или секционных изоляторах		
Пережог КП при наличии экранов на разделах питания в местах неизолированных (открытых) отходящих ветвей		
Пережог провода между питающими зажимами присоединений шлейфов секционных разъединителей в местах секционирования контактной сети		
Пережог контактного провода на секционном воздушном изоляторе		
Обрыв рабочего контактного провода		
Пережог несущего троса вместе скрепления его зажимом с другим тросом на отходящей ветви		
Срыв токоприёмниками фиксирующего троса		
Обрыв контактного провода в месте концевой заделки		
Обрыв несущего и фиксирующего тросов на гибких поперечинах		
Обрыв контактного провода над неисправным токоприёмником		
Повреждение сочленённых фиксаторов токоприёмниками		
Повреждение воздушной стрелки, поломка токоприёмников		
Нарушение фиксации контактных проводов на переходной опоре		
Повреждение сочленённых фиксаторов, вызванное прогаром ушка на стойке прямого стержня		
Срыв струн и повреждение фиксаторов на кривой		
Срыв фиксирующего зажима с держателя контактного провода		
Неправильный монтаж зоны подхвата		
При проходе токоприёмника по воздушной стрелке выдавливание одного контактного провода выше подходящего провода или фиксирующего троса		
Отжатие дополнительного фиксатора и задевание лыжей за основной стержень фиксатора или фиксирующий трос		
Отпадание балансира выравнивающего уровни контактных проводов на воздушной стрелке		
Наклон опоры более 2% по длине опоры в сторону противоположную нагрузке и 1% вдоль пути		

Вывод по работе: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Цель работы: Практически исследовать устройство тяговой подстанции.

Оборудование: Тяговая подстанция переменного тока.

**Осваиваемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.3 Обеспечивать безопасность движения поездов.

Порядок выполнения работы.

1. Исследовать устройство тяговой подстанции.
2. Привести в отчёт упрощенную схему расположения оборудования подстанции.

1. Упрощенная схема тяговой подстанции

Рисунок 1 - Упрощенная схема питания тяги и нетяговых потребителей от ТП однофазного переменного тока 25 кВ.

					ЛР 02.23.02.06 (электроподвижной состав)						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.					Устройство тяговой подстанции	Лит.	Лист	Листов			
Провер.	Дедовец Д.Т.										
Реценз.											
Н. Контр.											
Утверд.											



Напряжение трансформатора Т подается на шины А, В, С 27,5 кВ и используется для питания ЭПС через тяговую сеть.

Для равномерной загрузки всех трех фаз системы внешнего электроснабжения в тяговую сеть станции и перегона слева подается напряжение, отличающееся по фазе от напряжения, подаваемого в тяговую сеть перегона справа.

Контактная сеть перегона слева от станции получает питание от шины фазы В через выключатель  $Q_1$  по питающей линии, тяговый рельс подключен к шине фазы С, которая на подстанции заземляется, контактная сеть станции получает питание от шины фазы В через выключатель  $Q_2$ , перегон справа питается от фазы А через выключатель  $Q_3$ .

Контактная сеть станции отделяется от перегона слева изолирующим сопряжением ИС, а от перегона справа — нейтральной вставкой НВ, состоящей из двух изолирующих сопряжений. Нейтральная вставка позволяет токоприемнику ЭПС переходить с фазы В станции на фазу А перегона, не создавая короткого замыкания между фазами, так как изолирующие сопряжения НВ перекрываются токоприемником поочередно.

После подачи напряжения в тяговую сеть выключателями  $Q_1, Q_2, Q_3$  машинист может, подняв токоприемник электровоза и включив Выключатель  $Q_5$ , подать напряжение на первичную обмотку тягового трансформатора электровоза ТЭ.

Напряжение, снимаемое со вторичной обмотки ТЭ, выпрямляется выпрямителем UD и через сглаживающий реактор LR подводится к тяговым двигателям М, через которые протекает ток. Вращение двигателей приводит ЭПС в движение.

От шин 27,5 кВ тяговой подстанции получают питание также нетяговые потребители. Для этого через выключатель  $Q_4$  к шинам А и В подключены два провода, проложенные на опорах контактной сети с полевой стороны, третьим проводом этой системы является рельс. Система получила название ДПР (два провода-рельс). Понижающие трансформаторы комплектных трансформаторных подстанций потребителей ТКТП подключаются к проводам и рельсу системы ДПР, понижают напряжение до величины необходимой потребителю.

Электроэнергию для собственных нужд подстанции СН (питание цепей управления, сигнализации, защиты, автоматики, освещения, отопления, вентиляции) получают от трансформатора собственных нужд Тт. От шин собственных нужд через трансформатор Т<sub>СЦБ</sub> напряжение подается в линию ВЛ СЦБ 10 кВ, предназначенную для питания устройств СЦБ. От ВЛ СЦБ получают электроэнергию трансформаторы сигнальных точек автоблокировки Т<sub>СТА</sub>, которые, в свою очередь, питают релейные шкафы СЦБ, а через них — лампы светофоров. Так как от работы устройств СЦБ зависит бесперебойное движение поездов на участке, они должны иметь резервный источник питания. В качестве резервного источника используется трансформатор напряжения TV, подключенный к одному из проводов линий ДПР и рельсу. Система электроснабжения переменного тока имеет и ряд недостатков.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Один из них заключается в значительном электромагнитном влиянии тяговой сети на линии связи, проходящие вдоль железных дорог, что заставляет выполнять их не воздушными, как на постоянном токе, а кабельными. Это приводит к увеличению стоимости электрификации железных дорог.

Возникают также проблемы несимметрии токов и напряжений как в тяговой так и во внешней системе электроснабжения из-за того, что электровагоны потребляют однофазный ток, а линии электропередачи трехфазные. Так как перегоны, прилегающие к станции, на которой находится тяговая подстанция, питаются от разных фаз системы внешнего электроснабжения, то появляется необходимость монтажа нейтральных вставок ИВ (рис. 1) у каждой подстанции. На нейтральную вставку напряжение не подается, поэтому ЭПС может потреблять ток при своем движении только до ИВ. После перехода токоприемника на нейтральную вставку протекание тока через двигатели ЭПС должно прекратиться.

Однако при большом токе это сразу не происходит, за токоприемником тянется электрическая дуга, которая за доли секунды может пережечь контактный провод. Во избежание этого машинист обязан отключить ток, подъезжая к нейтральной вставке. Однако преждевременное отключение тока может вызвать остановку поезда на нейтральной вставке. Следовательно, проезд нейтральной вставки требует от машиниста большого внимания, а наличие таких вставок увеличивает вероятность пережога контактного провода. К недостаткам системы переменного тока можно отнести усложнение и удорожание электровагонов, т.к. на них перенесены с подстанций постоянного тока тяговые трансформаторы Тэ и выпрямители UD.

Вывод по работе: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Цель работы: Практически научиться устанавливать и снимать заземляющую штангу.

Оборудование:

1. Заземляющая штанга.
2. Контактная сеть.

### Осваиваемые профессиональные компетенции:

ПК 1.3 Обеспечивать безопасность движения поездов.

#### 1. Порядок установки и снятия заземляющей штанги.

После получения приказа энергодиспетчера руководитель работ должен заземлить к тяговому рельсу участок контактной сети, на котором будет производиться работа, после чего только разрешается приступить к работе на контактной сети.

Заземление контактной сети на месте работ является основным мероприятием, гарантирующим безопасность работающих в случае ошибочной или случайной подачи напряжения на отключённый для работ участок сети.

При правильно установленном заземлении провода заземляющих штанг надёжно шунтируют работающих. В случае подачи в сеть напряжения происходит короткое замыкание, вызывающее отключение соответствующих быстродействующих выключателей тяговых подстанций и постов секционирования. При этом почти весь ток короткого замыкания пройдёт через провода заземляющих штанг и лишь ничтожная доля его (неопасная для жизни) может пройти через работающих.

Заземляющие штанги должны находиться обязательно на виду у работников, особенно на тех участках, где надёжная защита от токов короткого замыкания полностью не обеспечена. Это необходимо для того, чтобы немедленно прекратить работу в случае появления под штангой искрения, указывающего на прохождение через штангу тока.

Заземление сети производится посредством заземляющей штанги, состоящей из деревянного (чаще всего бамбукового) сухого шеста длиной около 5 м, снабжённого в верхнем своём конце крюком из круглой меди (обычно из контактного провода). От крюка отходит медный заземляющий провод длиной около 10 м, в нижнем конце которого присоединяется специальный башмак, служащий для присоединения провода к рельсу. Сечение заземляющего провода должно быть не менее 50 мм<sup>2</sup>.

Каждая отдельно работающая на контактной сети группа должна быть

					ЛР 03.23.02.06 (электроподвижной состав)					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.					Установка и снятие заземляющей штанги			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Дедовец Д.Т.								
Реценз.										
Н. Контр.										
Утверд.										

ограждена двумя заземляющими штангами, установленными не далее 300 м с обеих сторон от места производства работ.

Если работа охватывает две или несколько электрически разделённых секций контактной сети, то каждая из этих секций должна быть заземлена самостоятельно. При работе на перегоне во всех случаях контактная сеть каждого из путей, на которых производится работа, должна быть заземлена самостоятельно в соответствии с приведёнными выше указаниями.

Если путь остаётся открытым для движения паровых поездов, заземляющие штанги должны устанавливаться таким образом, чтобы все их части (сами штанги и заземляющие провода) не выходили из пределов очертания габарита приближения строений.

#### Рисунок 1 – Установка заземляющих штанг

На участках с автоблокировкой заземляющие штанги, устанавливаемые на провода одной секции или различных секций, электрически соединённых между собой и располагающихся в пределах одного блок-участка, должны присоединяться к одному и тому же рельсу, так как в противном случае произойдёт замыкание рельсовых нитей через контактный провод, вследствие чего загорится красный огонь на ограждающем данный блок-участок сигнале автоблокировки.

На участках с однопутными рельсовыми цепями заземляющие штанги должны присоединяться обязательно к тяговой нити рельсового пути.

Присоединение заземляющей штанги к рельсам, не включённым в цепь обратного тягового тока, не обеспечивает надёжного заземления контактной сети.

При установке заземляющей штанги необходимо прежде всего надёжно закрепить башмак к рельсу и затем прикоснуться специально для этой цели предназначенным остриём штанги к трубе фиксатора не ближе 1 м от изолятора или к другой нормально находящейся под напряжением части контактной сети,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

но не к тросу или контактному проводу, после чего, убедившись, что напряжение снято с контактной сети, завесить штангу на фиксатор или, при его отсутствии, на контактный провод.

Необходимо при этом следить, чтобы работник, производящий установку заземляющей штанги, не касался заземляющего провода и рельсов, находясь возможно дальше от них.

## Рисунок 2 – Определение наличия напряжения

Прикосновение остриём заземляющей штанги к частям контактной сети до завески штанги необходимо для того, чтобы убедиться что напряжение действительно снято и что можно установить заземление и приступить к работе. Если прикосновение остриём штанги делать к контактному проводу или к несущему тросу, то в случае, если напряжение не снято, может произойти перегор и обрыв этого провода или троса.

Необходимость прикосновения к фиксатору на расстоянии не менее 1 м от изолятора определяется тем, чтобы в случае, если напряжение не снято, не вызвать перекрытия изолятора дугой, образующейся в момент отрыва острия штанги от трубы фиксатора.

При производстве работ в местах секционирования контактной сети (на секционных изоляторах, воздушных промежутках, секционных разъединителях, изоляторах и фиксирующих тросах гибких поперечин) необходимо заземлять эти места с обеих сторон и ни в коем случае не допускать работы с односторонним заземлением. При подаче заявок на разрешение работы в таких местах необходимо особо отмечать в передаваемой энергодиспетчеру заявке, что работа будет производиться в месте секционирования.

Установка заземляющих штанг на провода обеих секций контактной сети необходима для того, чтобы была обеспечена безопасность работающих в случае каких-либо неправильных действий со стороны энергодиспетчера или других лиц, в результате чего одна из секций контактной сети, на которых ведётся работа, может оказаться под напряжением.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При работе на фидерных разъединителях в тех случаях, когда установка заземляющих штанг с обеих сторон разъединителя затруднительна, разрешается производство работ с установкой заземляющей штанги только со стороны контактной сети и с шунтировкой разъединителя медным проводом сечением не менее 50 мм<sup>2</sup>. Установка этого шунтирующего провода должна производиться после установки заземляющей штанги со стороны контактной сети и обязательно при включённом положении разъединителя. Шунтирующий провод должен крепиться к шлейфам разъединителя или к шапкам его изоляторов способом, обеспечивающим надёжное электрическое соединение между контактами разъединителя при отключённом его положении.

При работах на удалённых от путей опорах воздушного питающего фидера заземляющие штанги должны устанавливаться по концам фидера и присоединяться с одной стороны к контуру заземления тяговой подстанции, а с другой — к тяговому рельсу.

Ограждение работ на питающем фидере одной заземляющей штангой, присоединённой к контуру заземления подстанции или к тяговому рельсу, допускается только при условии установки штанги не далее одного мачтового пролёта от места работ.

При работе на опорах, на которые выведен кабель, до начала работ должно быть установлено также заземление брони кабеля, если по условиям работы необходимо предусматривать возможность прикосновения к броне кабеля во время работы. Порядок заземления брони кабелей устанавливается в каждом отдельном случае энергодиспетчером.

При производстве работ на контактной сети на участках с оборванными проводами, лежащими на земле или касающимися других заземлённых конструкций, руководитель работ обязан перед началом работы установить с обеих сторон от места обрыва заземляющие штанги, после чего только можно приступить к работе и прикасаться к оборванным проводам.

После окончания работ на контактной сети руководитель работ объявляет всем работникам своей группы о том, что работа закончена, и в сеть подаётся напряжение. Затем, убедившись, что все работники его группы оставили работу и поняли его, даёт распоряжение снять заземляющие штанги и только после этого сообщает электродиспетчеру телефонограммой об окончании работ.

При снятии заземляющей штанги необходимо сначала снять заземляющую штангу с контактной сети и только после этого производить отсоединение башмака от рельса.

## 2. Устройство заземляющей штанги.

Устройство заземляющее переносное УЗП-3 (с пружинным захватом); УЗП-3П (с головкой поворотной), предназначено для заземления контактной сети постоянного и переменного тока электрифицированных железных дорог.

Устройство состоит из следующих составных частей: штанга, фиксирующая головка типа "Ласточкин хвост" (для УЗП-3); ролик (для УЗП-3П), башмак,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

заземляющий провод, запирающий ключ. Устройство устанавливается на высоте не менее 6800 мм от головки рельса до контактного провода. Устройство надежно фиксируется на проводах МФ85 и МФ100, а УЗП-3 также устанавливается на несущих металлоконструкциях контактной сети (уголок, сабля, труба) и т. д. Длина заземляющего провода составляет 10 м. Изолирующая часть штанги выдерживает повышенное напряжение переменного тока 30 кВ, частотой 50 Гц в течение 5 мин. Заземляющий провод выполнен из медного многожильного провода сечением 50 мм. Шарнир между двумя частями токоведущей и изолирующей обеспечивает надежное их соединение. Костыль башмака выполнен цельнолитым, что значительно повышает его износостойкость. Блокировка осуществляется с помощью запирающего ключа, находящегося в башмаке и освобождаемом только после закрепления его за рельс. Ключ-ручка является единственным элементом с помощью которого можно собрать штангу в рабочее положение.

Вывод по работе: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		