

## 1.2. Тяговые подстанции

Одним из основных подразделений дистанции электроснабжения является тяговая подстанция (ТПС).

Тяговые подстанции представляют собой электроустановки, предназначенные для электроснабжения ЭПС, устройств СЦБ, железнодорожных станций и узлов, других промышленных и сельскохозяйственных потребителей. Тяговые подстанции в системе электроснабжения электрифицированных железных дорог преобразуют трехфазный переменный ток, получаемый от энергосистем, в однофазный переменный ток напряжением 27,5 кВ или в постоянный ток напряжением 3,3 кВ.

Производственная площадь территории ТПС с расположенными на ней открытыми распределительными устройствами (ОРУ) и здания общеподстанционного пункта управления, закрытых распределительных устройств (ЗРУ) определяются типом тяговой подстанции.

В зависимости от схемы первичного электроснабжения тяговые подстанции подразделяются на *опорные* и *промежуточные*. *Опорные* тяговые подстанции служат для распределения электроэнергии, поступающей от электрической системы; от их шин отходят высоковольтные линии электропередачи для питания других тяговых подстанций. Опорной считается подстанция, к шинам 110-220 кВ которой присоединяется не менее трех питающих линий электропередачи. *Промежуточные* подстанции могут быть *отпаечными* или *транзитными*. *Отпаечные* подключаются к ответвлениям от линий электропередачи, а *транзитные* – в расщелку питающих высоковольтных линий.

*Начальник тяговой подстанции* осуществляет техническое и хозяйственное руководство персоналом; планирование и организацию своевременного проведения работ по содержанию и ремонту оборудования, а также по его усилению и реконструкции; контролирует качество работ, выполняемых персоналом ремонтно-ревизионного цеха и строительно-монтажных организаций; лично организует и осуществляет проведение сложных технологических работ; ведет техническую, учетную и отчетную документацию; организует техническую учебу; контролирует очередную проверку знаний персонала подстанции, проведение дней охраны труда; подготовку кадров для подстанции и так далее.

*Старший электромеханик* тяговой подстанции (на некоторых дистанциях энергоснабжения эти функции возложены на электромеханика по ремонту) непосредственно осуществляет ремонтные и профилактические работы на подстанции согласно годовому графику планово-предупредительных ремонтов (ППР) и осмотров. Он контролирует хранение и использование материалов, инструмента и инвентаря, состояние здания и территории и т.д. При необходимости он может заменить начальника тяговой подстанции и дежурного электромеханика. При «кустовом» методе обслуживания ряда подстанций старший электромеханик выполняет почти все обязанности, предусмотренные должностной инструкцией начальника подстанции.

*Дежурный электромеханик* должен хорошо знать схемы всех присоединений подстанции, условия работы, назначение и уставки защит всего оборудования, схемы автоматики, расположение, назначение и действие сигнальной аппаратуры, блокировок, допустимые нагрузки и т.д. Он также должен хорошо знать внешние признаки, предшествующие возможным повреждениям, и уметь устранять простейшие неполадки. При обслуживании подстанции оперативно-ремонтным персоналом электромеханики могут принимать непосредственное участие в производстве ремонтных работ.

*Электромонтеры* тяговых подстанций, как правило, имеют IV и V квалификационные группы по технике безопасности. Они должны уметь выполнять все электромонтажные и требующиеся слесарные работы, а также знать оборудование, правила производства переключений и при необходимости выполнять обязанности дежурного персонала. Электромонтеры, имеющие V квалификационную группу, могут

руководить ремонтной бригадой и при необходимости выполнять обязанности электромеханика по ремонту. При «кустовом» методе обслуживания тяговых подстанций обслуживающий персонал базовой подстанции должен еще знать и схемы всех обслуживаемых бригадой подстанций, входящих в «куст».

*Материально-техническая база* тяговой подстанции состоит из оборудования распределительных устройств: ОРУ-220; 110; 35 кВ; ЗРУ-10 кВ, а также ЗРУ-3,3 кВ (на тяговых подстанциях постоянного тока) или ЗРУ-27,5 кВ (переменного тока).

В ЗРУ-10 кВ установлено оборудование для электроснабжения в основном нетяговых потребителей: маломасляные или вакуумные выключатели, разъединители, приборы контроля и учета, релейная защита фидеров. ЗРУ-3,3 кВ представляет собой ряд ячеек с находящимися в них быстродействующими выключателями, разъединителями и шинами постоянного тока, сглаживающими устройствами. В РУ-27,5 кВ используются масляные и вакуумные выключатели. Сердцем подстанции называют аккумуляторную батарею. Здесь устанавливаются обычно 50-100 аккумуляторов в зависимости от величины напряжения оперативного тока. Отсюда питаются цепи управления релейной защиты и катушки управления выключателей. Большинство аккумуляторов работают в режиме постоянного подзаряда, поэтому главный щит подстанции должен быть укомплектован зарядно-подзарядным устройством.

От шин 10 кВ тяговой подстанции питаются высоковольтные линии СЦБ. Резервное питание линии 10 кВ СЦБ обеспечивается от дизель-генераторной установки, которая также располагается на ТПС. Панели управления тяговой подстанцией занимают достаточно большое помещение, где расположены ключи дистанционного управления коммутационными аппаратами. Кроме того, на пульте имеется сигнализация положения основных коммутирующих аппаратов, установлены приборы контроля и учета электроэнергии, аппаратура релейной защиты вводов, силовых трансформаторов, трансформаторов собственных нужд, стойки телеуправления и телесигнализации. Оперативная связь с энергодиспетчером осуществляется по телефону, селектору.

*Планирование и организацию работ* персонала ТПС определяет годовой план проведения ППР с разбивкой по месяцам. В нем указываются все работы, проводимые оперативным персоналом, по которым начальник подстанции отчитывается ежемесячно. Современные инструкции рекомендуют применять при организации эксплуатации электроустановок прогрессивные методы технического обслуживания. Они позволяют повысить производительность труда и качество выполненных работ.

Начальники линейных подразделений дистанции электроснабжения, в том числе и начальники тяговых подстанций, ведут различные формы первичной учетной и отчетной документации и в установленные сроки предоставляют ее в ЭЧ. Вся документация подразделяется на оперативно-техническую, учетную, отчетную и документацию по охране труда.

В зону обслуживания персонала входят также территория и здания тяговой подстанции. При «кустовом» методе в зону обслуживания входят 2-5 тяговых подстанций. По местным условиям в зону обслуживания могут входить смежные с подстанцией посты секционирования (ПС) и пункты параллельного соединения (ППС) контактной сети.

Административно тяговая подстанция подчинена дистанции электроснабжения, а по оперативной работе – дежурному энергодиспетчеру. Осмотры и ремонты оборудования выполняются оперативно-ремонтным персоналом ТПС и специализированными бригадами ремонтно-ревизионного участка. Объем работ по тяговой подстанции определяется планами технического обслуживания, ремонта, усиления и повышения надежности работы оборудования и устройств. На тяговых подстанциях, кроме обслуживания, проводят следующие виды работ: текущий, внеочередной и капитальный ремонты, а также профилактические испытания оборудования.

Выполнение работ осуществляется по графику планово-предупредительных ремонтов. Объем работ распределяется между бригадами ТПС и бригадами РРУ.

Бригада подстанции выполняет следующие виды работ:

- периодические осмотры, техническое обслуживание оборудования и устройств;
- устранение отказов и неисправностей;
- все виды ремонтов сборных шин напряжением до 1 кВ и выше, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей и их приводов, заземляющих устройств, освещения;
- текущий ремонт остального оборудования, кроме измерительных приборов, устройств автоматики и телемеханики релейной защиты;
- ремонт защитных средств, приспособлений, инструмента, инвентаря;
- поддержание в исправном состоянии конструкций, фундаментов, кабельных каналов, помещений, территории и ограждения тяговой подстанции;
- работы по усилению, повышению надежности устройств.

Все остальные виды ремонта электроустановок выполняют специализированные бригады РРУ по обслуживанию преобразователей, масляного хозяйства, защиты, автоматики, телемеханики, приборов, кабельного хозяйства и проведению высоковольтных испытаний.

Объем работ, распределяемый между бригадами ТПС и РРУ, уточняется по годовым графикам и ежемесячным планам работ по каждой тяговой подстанции в зависимости от принятого метода технического обслуживания. Планирование и организация своевременного проведения работ на основе научной организации труда являются обязанностями начальников тяговых подстанций и ремонтно-ревизионного участка.

Распределение обязанностей внутри бригады осуществляет производитель работ перед началом работ. Он непосредственно на рабочем месте проводит инструктаж членов бригады по безопасному проведению предстоящей работы и в соответствии с предусмотренной технологией. Все работы должны выполняться по технологии, предусмотренной картами технологических процессов, производственными инструкциями и правилами техники безопасности.

Наиболее распространенными методами ремонта электрооборудования тяговых подстанций являются: комплексный метод организации планово-предупредительного ремонта, централизованный и индустриальный методы.

Учитывая, что в механических мастерских имеется специальное технологическое оборудование (металлообрабатывающие станки, кузнечное и сварочное оборудование), некоторые детали и узлы электрооборудования тяговых подстанций изготавливаются здесь, а в РУ подстанций ведется их сборка. Для повышения производительности труда и снижения себестоимости ремонтных работ и выпускаемой продукции создаются крупные электромеханические мастерские с хорошо развитой индустриальной базой. В настоящее время все механические мастерские переданы в Дирекцию капитального ремонта и реконструкции объектов электрификации и электроснабжения – филиала ОАО «РЖД» (ДКРЭ).

Этот метод дает более полное использование современных технических средств и рациональной технологии. Ремонт выполняется с высоким качеством.

Централизованный метод ремонта подразумевает объединение бригад РРУ и куста ТПС на время плановых работ. Управление этим объединением осуществляется руководством РРУ. Работы объединены в комплексы по видам ремонта и выполняются по графику, составленному на несколько лет. При этом ремонт некоторых приборов и аппаратов производится в РРУ, а отдельных узлов и деталей – в механических мастерских дистанции электроснабжения. Применение централизованного метода обеспечивает сокращение штата, повышение качества работ и производительности труда.

Система планирования и учета работы по нормам времени (по нормированным заданиям) повышает производительность труда и качество работ. Зона трудовых действий оперативно-ремонтного персонала тяговой подстанции, как правило, совпадает с границами территории подстанции с размещенными на ней открытыми и закрытыми

распределительными устройствами. В отдельных случаях обслуживаемые устройства (линии 6-10 кВ, фидерные разъединители 3,3 кВ и др.) находятся вне территории тяговой подстанции, границы определяются актами разграничения по обслуживанию устройств между энергоснабжающими организациями, тяговыми подстанциями, районами контактной сети, районами электроснабжения и др.

Рабочие места на технологическом оборудовании расположены в закрытых помещениях и на открытом воздухе, их количество принимается конкретно для каждой подстанции.

Границы рабочего места при производстве работ в электроустановках определяются нарядом или распоряжением, оформленным в оперативном журнале. Размеры здания тяговой подстанции определены ее типом и изменяются в зависимости от применяемых строительных конструкций и деталей модернизации оборудования, норм технологического проектирования электрификации новых железнодорожных линий и других причин. Тяговые подстанции располагаются, как правило, на отдельных пунктах с путевым развитием и возможностью примыкания подъездного пути к подстанции.

Проектом предусмотрены отдельные помещения: гардеробная, служебное помещение (кабинет начальника подстанции), кладовая, мастерская (рис. 1.3).

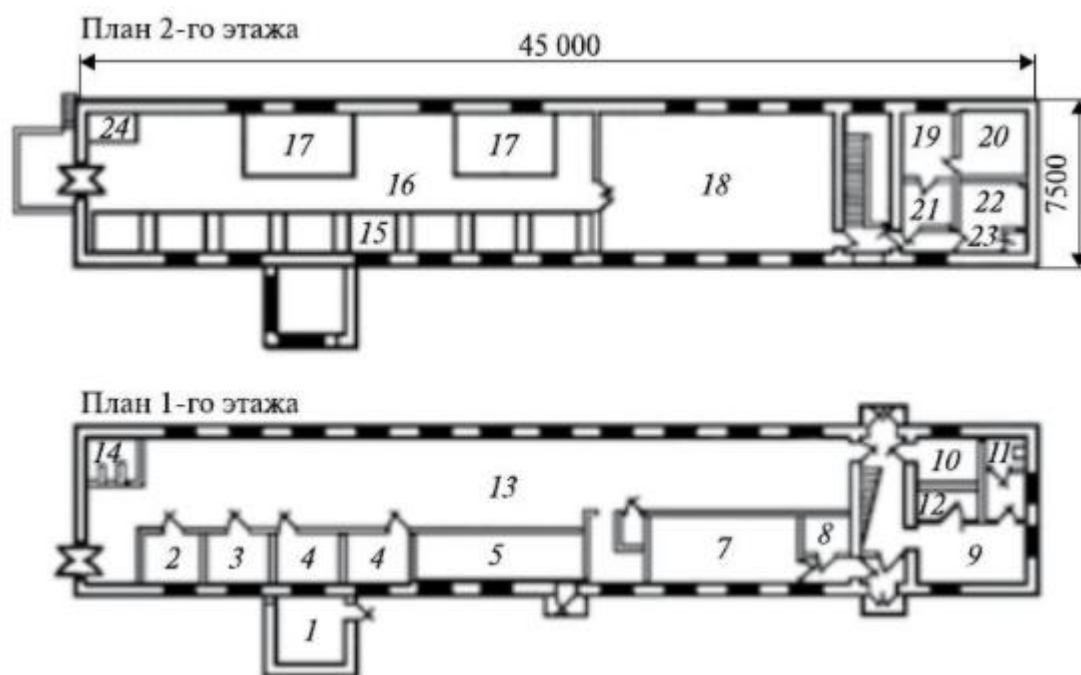


Рис. 1.3. План и разрез двухэтажной тяговой подстанции: 1 – помещение реактора; 2 – кладовая; 3 – мастерская; 4 – фильтрующее устройство; 5 – помещение для техучебы; 6 – вентиляционная камера; 7 – аккумуляторная; 8 – кислотная; 9 – гардероб; 10 – аппаратная; 11 – туалет; 12 – душевая; 13 – вспомогательное помещение для вентиляторов, кабелей и пр.; 14 – камера трансформатора автоблокировки; 15 – РУ 3,3 кВ и ячейки быстродействующих выключателей фидеров; 16 – машинный зал; 17 – кремниевые выпрямители; 18 – щитовая; 19 – служебное помещение; 20 – кладовая; 21 – комната приема пищи; 22 – помещение для стирки спецодежды; 23 – сушильный шкаф; 24 – РУ 10 кВ фидеров СЦБ

Эти помещения и их оснащение одинаковы независимо от метода обслуживания тяговой подстанции и рода тока, системы электрической тяги и независимо от того, круглосуточно или в течение одной смены находится на ней персонал.

Идея создания необслуживаемой подстанции без постоянного эксплуатационного персонала базируется на следующих принципах:

– использование при сооружении новых и реконструкции действующих подстанций высоконадежного оборудования, включенного по схемам, позволяющим обеспечить необходимое резервирование питания контактной сети, работа которого не требует постоянного присутствия дежурного персонала, а техническое обслуживание – минимально;

– применение средств автоматизации обслуживания и диагностики всего оборудования подстанции, что позволит перейти от обслуживания «по регламенту» к обслуживанию «по необходимости» (по фактическому состоянию). Ранее подстанции сооружались на основе использования оборудования, весьма разнородного по степени функциональной завершенности, а также по своим конструктивным, технологическим, эксплуатационным и прочим параметрам. Это создавало много проблем при проектировании и комплектации подстанций, при «стыковке» разнородного оборудования на месте эксплуатации, при его техническом обслуживании, ремонте и модернизации.

Кардинальное решение этих проблем может быть достигнуто только на основе создания комплекта укрупненных функциональных блоков полной заводской готовности, позволяющего путем *агрегатирования* соответствующих разновидностей блоков реализовать все требуемые типы подстанций и в то же время учесть особенности конкретных требований в каждом отдельном случае. Комплект функциональных блоков для модернизации и реконструкции подстанций должен удовлетворять следующим принципиальным требованиям:

– блоки должны поставляться на монтажную площадку подстанции в полностью смонтированном виде;

– агрегатирование должно сводиться к монтажу внешних ошинок, элементы которых также должны поставляться в готовом виде;

– блоки должны устанавливаться как в стационарных зданиях (если здания действующих подстанций это позволяют), так и в легко возводимых зданиях с общим объемом, а также в отдельных контейнерах, стыкуемых друг с другом для образования общих объемов (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Контейнер для функциональных блоков

Должна быть также обеспечена возможность использования контейнеров по отдельности (например, для создания временных схем при капитальном ремонте).

Таким требованиям отвечает использование блочно-модульных подстанций. Блочно-комплектное оборудование является конструктивно и функционально законченным изделием, состоящим из сборки ячеек, шкафов, панелей, отдельных компонентов, объединенных несущими конструкциями, общим силовым токопроводом и вторичными цепями. Объект электроснабжения сооружается из блочно-комплектных изделий, легко механически стыкующихся между собой, с набором готовых шин и кабелей для быстрого электрического соединения.

На рабочих местах, расположенных в закрытом помещении, условия труда должны соответствовать санитарным нормам и психофизиологическим требованиям. При обслуживании подстанции с дежурством на дому или без дежурного персонала в помещениях должна автоматически поддерживаться температура не менее  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  с возможностью доведения ее во время присутствия персонала до температуры воздуха рабочей зоны. В аккумуляторных помещениях температура должна быть не менее  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Не рекомендуется производить плановые работы (кроме неотложных, аварийных) на открытой части подстанции при температуре воздуха ниже  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  или выше  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Электрическое освещение тяговых подстанций должно соответствовать требованиям СНиП и Нормам искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта. В закрытой части подстанции предусматривается аварийное освещение (от независимого источника), используемое в необходимых случаях для продолжения работы. Наименьшая освещенность рабочих поверхностей должна составлять 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе общего освещения. Уровни освещенности открытых территорий должны обеспечиваться независимо от типа источника света. Должно быть предусмотрено освещение от независимого источника, необходимое для выполнения работ и обеспечивающее освещенность не менее 1 лк.

Персонал, обслуживающий тяговые подстанции, должен быть снабжен всеми необходимыми средствами защиты, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках. Ответственность за своевременное обеспечение персонала и комплектование электроустановок средствами защиты в соответствии с нормами, организацию их правильного хранения и создание необходимого резерва, своевременное проведение периодических осмотров и испытаний, изъятие непригодных средств, а также за организацию учета несет начальник тяговой подстанции, старший электромеханик, а в целом по дистанции электроснабжения – главный инженер. Инвентарные средства защиты распределяются между объектами, оперативно-выездными бригадами в соответствии с организацией технического обслуживания, местными условиями и нормами комплектования, установленными Правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках. Такое распределение средств защиты с указанием мест их хранения должно быть зафиксировано в списках, утвержденных главным инженером дистанции электроснабжения.

Нормы комплектования средствами защиты для распределительных устройств (РУ) напряжением выше 1 кВ и на рабочем месте дежурного электромеханика приведены в табл. 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

Нормы комплектования средствами защиты для РУ

Средства защиты	Количество
Изолирующая штанга (оперативная или универсальная)	2 шт. на каждое напряжение
Указатель напряжения	То же
Изолирующие клещи (при отсутствии универсальной штанги)	По 1 шт. на напряжение 10 и 35 кВ при наличии предохранителей на эти напряжения

Диэлектрические перчатки	Не менее 2 пар
Диэлектрические боты (для ОРУ)	1 пара
Переносные заземления	Не менее 2 шт. на каждое напряжение
Временные ограждения (шиты)	Не менее 2 шт.
Переносные плакаты и знаки безопасности	По местным условиям
Шланговый противогаз	2 шт.
Защитные очки	2 пары

Таблица 1.2

Нормы комплектования средствами защиты на рабочем месте дежурного электромеханика (щитовая)

Средства защиты	Количество
Указатель напряжения	По 1 шт. на каждое напряжение выше 1 кВ и 2 шт. на напряжение до 1 кВ
Изолирующие клещи на напряжение выше 1 кВ (при отсутствии универсальной штанги)	По 1 шт. на напряжение 10 и 35 кВ при наличии предохранителей на эти напряжения
Изолирующие клещи на напряжение до 1 кВ	1 шт.
Электроизмерительные клещи	По местным условиям
Диэлектрические перчатки	2 пары
Диэлектрические галоши	2 пары
Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками	1 комплект
Переносные заземления	По местным условиям
Изолирующие накладки и диэлектрические ковры	То же
Переносные плакаты и знаки безопасности	По местным условиям
Защитные каски	По 1 шт. на каждого работающего
Респираторы	2 шт
Защитные очки	2 пары
Индивидуальные экранирующие комплекты	По местным условиям

*Примечания:* 1. Приведенные нормы комплектования являются минимальными. Главным инженерам дистанций электроснабжения предоставляется право в зависимости от местных условий (комплектовки и напряжения электроустановок, сферы обслуживания оперативного и ремонтного персонала и его численности в смене, бригаде и т.п.) исключать те или иные средства либо увеличивать их количество и дополнять номенклатуру.

2. При размещении оборудования РУ одного напряжения (выше или ниже 1000 В) на разных этажах или нескольких помещениях, отделенных одно от другого дверями или другими помещениями, указанное количество средств защиты относят ко всему РУ в целом.

3. ЗРУ одного напряжения (при числе их не более четырех), расположенных в пределах одного здания и обслуживаемые одним и тем же персоналом, могут обеспечиваться одним комплектом средств защиты (исключая временные ограждения и переносные заземления).

Тяговые подстанции (ТПС) относятся к непрерывно действующим предприятиям. На подстанциях, обслуживаемых с дежурством на дому, дежурные электромеханики чередуются через сутки. При этом 1 ч дежурства на дому (пассивное время) принимается за 0,25 часа активного времени, а 1 час работы на подстанции (в случае необходимости выхода электромеханика на подстанцию для осмотра или по аварийному вызову) принимается за 1 час активного времени. Ремонтный персонал работает 5 дней в неделю с двумя выходными днями. Количество рабочих часов в день должно соответствовать установленной норме.

Работники подстанции могут быть вызваны в нерабочее время для ликвидации неисправностей оборудования, нарушений нормального режима с последующим предоставлением отдыха.

Время обеда и обеспечения горячим питанием определяются местными условиями. На подстанции должно быть предусмотрено служебное помещение, в котором можно разместить комнату приема пищи, оснащенную холодильником, столом, шкафом для хранения посуды.

*Задание.*

*Дать ответы, оформив в текстовом редакторе Word, на контрольные вопросы.*

1. Что собой представляют и что преобразуют тяговые подстанции в системе электроснабжения электрифицированных железных дорог?
2. Что определяется типом тяговой подстанции?
3. Как подразделяются тяговые подстанции в зависимости от схемы первичного электроснабжения и для чего каждая из них служит, как подключается?
4. Перечислите персонал тяговой подстанции и основные обязанности.
5. Из чего состоит материально-техническая база тяговой подстанции?
6. Какое оборудование установлено в ЗРУ-10 кВ и что представляет собой ЗРУ-3,3 кВ?
7. Что используется в РУ-27,5 кВ?
8. Напишите про аккумуляторную батарею тяговой подстанции.
9. Что питается от шин 10 кВ тяговой подстанции и от чего обеспечивается резервное питание?
10. Напишите про панели управления тяговой подстанцией и пульт.
11. Что определяет планирование и организацию работ персонала ТПС, что там указывается?
12. Что ведут начальники линейных подразделений дистанции электроснабжения, в том числе и начальники тяговых подстанций, на что это подразделяется?
13. Что входит в зону обслуживания персонала?
14. Кому и как подчинена тяговая подстанция, кем выполняются осмотры и ремонты, чем определяется объем работ и какие ещё виды работ проводят?
15. По чему осуществляется выполнение работ?
16. Какие работы выполняет бригада подстанции?
17. Кто выполняет все остальные виды ремонта электроустановок?
18. Что осуществляет и проводит производитель работ?
19. Какие методы ремонта электрооборудования тяговых подстанций наиболее распространены?
20. Напишите про централизованный метод ремонта.
21. Чем определяются границы рабочего места при производстве работ в электроустановках?
22. Напишите про блочно-модульные подстанции.
23. За что несут общую ответственность начальник тяговой подстанции, старший электромеханик, а в целом по дистанции электроснабжения – главный инженер?
24. Что за распределение должно быть зафиксировано в списках, утвержденных главным инженером дистанции электроснабжения?
25. Как нормируются дежурства и рабочее время персонала на тяговой подстанции?



Присылать задания, выполненные в текстовом редакторе **Microsoft Word** и сохраненные в файл с расширением **doc** или **docx**:

Плохих А.В. – в ВК в личные сообщения

<https://vk.com/id134665099>

Название файла, пример: **Иванов И. ЭС-311 01.12**

**Срок исполнения задания: 08.12.2020**