

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.09 Монтаж электрооборудования и средств автоматизации.

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль образовательной программы Электрооборудование и электротехнологии

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция № 1 Общие вопросы электромонтажа.....	3
1.2 Лекция № 2,3 Монтаж электрических проводок.....	5
1.3 Лекция № 4 Организация и выполнение пусконаладочных работ.....	8
1.4 Лекция № 5 Техника безопасности при выполнении электромонтажных работ.....	11
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....	15
2.1 Лабораторная работа 1 ЛР-1,2 Сборка и проверка схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска	15
2.2 Лабораторная работа 2 ЛР-3,4 Сборка и проверка схемы максимальной токовой защиты асинхронного двигателя, основанной на использовании автоматического выключателя	16
2.3 Лабораторная работа № ЛР-5 Определение зависимостей, характеризующих явления при стекании тока в землю через защитный заземлитель.....	19
2.4 Лабораторная работа № ЛР-6 Натурное моделирование защитного заземления самозаземления электрооборудования.....	21

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция № 1 (2 часа).

Тема: «Общие вопросы электромонтажа»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Место и значение электромонтажных работ в электрификации и автоматизации сельского хозяйства.
2. Документы ПУЭ, ПТЭЭ, ПТБ, СНиП, ведомственные инструкции по монтажу электрооборудования и средств автоматизации производственных процессов с.х. производства.
3. Классификация помещений по условиям окружающей среды, степени поражения электрическим током.
4. Электроустановки и их классификации.
5. Требования к зданиям и сооружениям, принимаемым под монтаж электрооборудования, приемка помещений под монтаж.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Место и значение электромонтажных работ в электрификации и автоматизации сельского хозяйства. № 1

Электромонтажные работы представляют собой сложный комплекс разнообразных трудовых операций.

Внедряя сложные системы автоматизации, базирующиеся на микропроцессорной технике, постоянно совершенствуют электротехническое оборудование, применяемое в сельском хозяйстве. Поэтому персонал, осуществляющий электромонтажные работы, должен обладать высокой квалификацией.

Повышение качества электромонтажных работ связано с систематическим углублением профессиональных знаний электротехнического персонала, совершенствованием деловых качеств руководящих работников и специалистов монтажных организаций.

Существенное значение при этом имеет расширение индустриальных методов монтажа укрупненными блоками, внедрение высокопроизводительных инструментов и монтажных механизмов, совершенствование системы управления монтажным производством на основе современных средств вычислительной техники.

2. Документы ПУЭ, ПТЭЭ, ПТБ, СНиП, ведомственные инструкции по монтажу электрооборудования и средств автоматизации производственных процессов с.х. производства. № 2

Техническая документация. Основной технический документ — это *проект* электроустановки, в строгом соответствии с которым проводят электромонтажные работы. Изменять принятые проектом технические решения, если они носят принципиальный характер, допускается только по согласованию с проектной организацией — автором проекта. Изменения непринципиального характера вносят по согласованию с заказчиком.

В состав проекта входят следующие разделы.

1. **Пояснительная записка** с кратким изложением содержания проекта, результатов сопоставления вариантов технических решений, со сведениями о проведенных согласованиях.
2. **Технико-экономическая часть**, содержащая обоснования технико-

экономической эффективности использования новейших достижений науки и техники, расчеты потребности в рабочей силе и инженерно-технических работниках.

Директивная документация. Основные директивные документы — действующие Правила устройств электроустановок (ПУЭ) и Строительные нормы и правила (СНиП). На их основе в монтажных организациях создают монтажные инструкции и технологические карты, а поставщики электрооборудования и материалов разрабатывают заводские инструкции, которыми исполнители электромонтажных работ руководствуются в своей практической деятельности.

3. Классификация помещений по условиям окружающей среды, степени поражения электрическим током. № 3

Нормальная работа электроустановок зависит от различных факторов окружающей среды, таких, как температура, ее изменение, влажность, пыль, агрессивные газы, солнечная радиация и др. Эти факторы могут ухудшать условия работы, вызывать аварийные ситуации и сокращать срок службы электрооборудования. Поэтому влияние неблагоприятных факторов необходимо учитывать при монтаже и эксплуатации электроустановок.

Зоны класса П-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С. Горючая жидкость — это жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки выше 61 °С. Горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С относят к пожароопасным, нагретые в условиях производства до температуры вспышки и выше — к взрывоопасным.

Зоны класса П-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³ к объему воздуха.

Зоны класса П-III — зоны, расположенные вне помещения, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые горючие вещества.

4. Электроустановки и их классификации. № 4

Электрические установки — совокупность электрических машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи и распределения электрической энергии, а также для преобразования ее в другой вид энергии.

Все электрооборудование подразделяют на классы, в которых отражен не уровень безопасности оборудования, а лишь способ защиты от поражения электрическим током.

Оборудование класса 0. Это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечена основной изоляцией. При этом отсутствует электрическое соединение открытых проводящих частей, если таковые имеются, с защитным проводом стационарной проводки. При пробое основной изоляции защита должна обеспечиваться окружающей средой (воздух, изоляция пола и т. д.)

Оборудование класса I. Это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечена основной изоляцией и соединением открытых проводящих частей, доступных прикосновению, с защитным проводником стационарной проводки. В этом случае открытые проводящие части, доступные прикосновению, не

могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции после срабатывания соответствующей защиты.

Оборудование класса II. Это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током основана на применении двойной или усиленной изоляции. В оборудовании класса II отсутствуют средства защитного заземления и защитные свойства окружающей среды не используют в качестве меры обеспечения безопасности.

Оборудование класса III. Это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током основана на питании от источника безопасного сверхнизкого напряжения и в котором не возникают напряжения выше безопасного сверхнизкого напряжения.

5. Требования к зданиям и сооружениям, принимаемым под монтаж электрооборудования, приемка помещений под монтаж. № 5

Электромонтажные работы на строительных объектах следует проводить после приемки по акту готовности помещений, территорий или участков под монтаж электроустановок.

До начала электромонтажных работ строительной организацией должно быть выполнено следующее:

возведены необходимые временные сооружения, производственные и бытовые помещения;

проложены постоянные или временные сети, подводящие электроэнергию, воду и прочее;

сооружены санитарно-технические устройства (отопление, вентиляция).

При приемке готовых помещений под монтаж электрооборудования проверяют соответствие их проектным размерам, схемам расположения закладных деталей, наличие отверстий и проемов.

Объекты электроснабжения (подстанции, помещения силовых сборок, кабельные каналы) следует строить и монтировать с опережением сроков сооружения других объектов строительства.

Помещения для ведения электромонтажных работ доводят до состояния, обеспечивающего нормальное и безопасное ведение электромонтажа, защиту монтируемого оборудования от влияния атмосферных осадков, загрязнений, случайных повреждений при проведении дальнейших строительно-отделочных, санитарно-технических и других работ.

1. 2 Лекция № 2,3 (4 часа).

Тема: «Монтаж электрических проводок»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Виды электропроводок.
2. Установочные провода и кабельные изделия: назначения, классификации, маркировка.
3. Выбор типов проводов и кабелей для выполнения электрических проводок.
4. Сечения их жил по допустимому току, по потере напряжения по механической прочности.

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Виды электропроводок. № 1

Современный монтаж электропроводок выполняют в две стадии. Первая стадия включает в себя подготовительные работы, вторая — прокладку проводов по подготовленным трассам с выполнением подключений.

Работы первой стадии монтажа непосредственно на объекте состоят из подготовки трасс для прокладки проводов, заземляющих проводников, установки закладных элементов и деталей для последующего крепления к ним электрооборудования. До проведения штукатурных и отделочных работ проводят монтаж стальных и пластмассовых труб для электропроводок, прокладку проводов скрытой проводки.

Работы второй стадии монтажа проводят одновременно с монтажом технологического оборудования. Прокладывают шинопроводы, кабели, провода и подключают их к выводам электрооборудования.

Подготовка трасс электропроводок включает в себя: *разметку* трасс и мест установки крепежных деталей; *пробивные работы* для установки крепежных деталей; *пробивку проходов'*, *крепежные работы* по установке крепежных деталей в бетонных, кирпичных, шлакоблочных строительных конструкциях.

Разметка. Ее начинают с привязки трасс к местам расположения вводов, распределительных устройств, приемников электроэнергии. Для этого сначала размечают места пробивки отверстий, гнезд для установки приборов при скрытой проводке, ниш для установки в них щитков, места установки закладных элементов для крепления электрооборудования, а затем определяют и размечают трассу электропроводки, места проходов через стены и перекрытия, установки коробок и крепежных деталей для труб и кабелей. Расположение трассы и мест установки электрооборудования определяют по рабочим чертежам проекта с использованием заданных отметок от уровня чистого пола или потолка и расстояний от колонн, ферм и других строительных элементов.

2. Установочные провода и кабельные изделия: назначения, классификации, маркировка. № 2

Проводом называют металлический проводник электрического тока, состоящий из одной или нескольких токопроводящих жил. Токопроводящая жила провода может состоять из одной проволоки (однопроволочная) или из нескольких проволок, скрученных вместе (многопроволочная). Провода с многопроволочными токопроводящими жилами обладают большей гибкостью, чем провода с однопроволочными жилами. Токопроводящие жилы изготавливают из алюминия и меди. В современных электроустановках в целях экономии дорогостоящей меди применяют преимущественно провода с алюминиевыми жилами.

Провода бывают *голые* (без изоляции) и *изолированные* [покрытые изоляцией из резины, поливинилхlorида (ПВХ) или полиэтилена]. Различают также *незащищенные* изолированные провода (АППВ, АППР, АППВС, АПРТО и др.) и *защищенные* изолированные провода (АПРН, АВТВ, АПРФ, ПРВД и др.). Интервал рабочих температур проводов с резиновой изоляцией ($-40\dots+65$) °C, а проводов с ПВХ и полиэтиленовой изоляцией — ($-50\dots+70$) °C.

Электрическим шнуром называют провод с изолированными жилами повышенной гибкости, служащий для соединения с подвижными устройствами.

В маркировке проводов и шнуров первая буква указывает материал токоведущей жилы (А — алюминий); отсутствие в марке провода буквы А означает, что токоведущая жила из меди. Вторая буква П означает провод. Третья буква указывает материал изоля-

ции: Р — резина, В — ПВХ, П — полиэтилен. В марках проводов и шнурков могут быть и другие буквы, характеризующие элементы конструкции: О — оплётка, Т — для прокладки в трубах, П — плоский с разделительным основанием, Г — гибкий. Далее следуют цифры, характеризующие площадь поперечного сечения провода в мм^2 .

Неизолированные провода для воздушных линий (ВЛ). Используют алюминиевые провода следующих марок:

А — провод, состоящий из скрученных алюминиевых проволок марки АТ (алюминий твердый);

АС — провод, состоящий из скрученных алюминиевых проволок марки АТ и стального сердечника;

ACK. — провод марки АС, где стальной сердечник покрыт нейтральной смазкой повышенной теплостойкости и изолирован от алюминиевых проволок двумя лентами пластмассовой пленки.

3. Выбор типов проводов и кабелей для выполнения электрических проводок. № 3

При монтаже электропроводок необходимо соблюдать приведенные в ПУЭ требования.

Проходы небронированных кабелей, защищенных и незащищенных проводов через несгораемые стены (перегородки) и междуэтажные перекрытия должны быть выполнены в отрезках труб, или в коробах, или в проемах, а через сгораемые — в отрезках стальных труб. В целях пожарной безопасности кабель, прокладываемый в помещении, освобождают от горючих наружных покровов (например, джута). В местах прохода проводов и кабелей через стены, перекрытия или их выхода наружу следует заделывать зазоры между проводами, кабелями и трубой (коробом, проемом) легко удаляемой массой из несгораемого материала (цемент с песком 1:10 или глина с песком 1:3 по объему). Уплотнение следует выполнять с каждой стороны трубы (короба и т. п.).

Электропроводки трехфазных цепей в стальных трубах выполняют в одной трубе. Соединения и ответвления проводов, проложенных внутри труб или гибких металлических рукавов при скрытой и открытой прокладке, проводят в ответвительных коробках. Места выхода проводов из труб, коробов, металлических рукавов и т. п. необходимо защищать от механических повреждений резиновыми полутвердыми трубками, втулками или воронками, раззенковкой трубы и т. п.

Открытая электропроводка — электропроводка, проложенная по поверхности стен, потолков, ферм и другим строительным элементам зданий и сооружений, опорам и т. п.

Скрытая электропроводка — электропроводка, проложенная внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях, за непроходными подвесными потолками), а также по перекрытиям в подготовке пола, непосредственно под съемным полом и т. п.

Наружная электропроводка — электропроводка, проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами и т. п., а также между зданиями на опорах (не более четырех пролетов длиной 25 м каждый) вне улиц, дорог и т. п. Она может быть открытой и скрытой.

Монтаж открытых электропроводок, выполняемых плоскими проводами АППР, АППВ, ППВ, проводят в определенной технологической последовательности. Сначала размечают места установки светильников, выключателей и штепсельных розеток, линий

электропроводки, крепления проводов, т. е. точек забивки гвоздей, установки скоб и мест прохода провода через стены и перекрытия, начиная от группового щитка с постепенным переходом к отдельным помещениям.

4. Сечения их жил по допустимому току, по потере напряжения по механической прочности. № 4

В жилых домах линию трехфазного переменного тока с напряжением 380/220 В от вводно-распределительного щита разводят через стояки по этажным и квартирным групповым щиткам, расположенным в нишах лестничных клеток, на этажных площадках или в прихожей квартиры. На групповых щитках устанавливают расчетные счетчики для каждой квартиры, а также выключатели и аппараты защиты (предохранители или автоматические выключатели) для каждой групповой линии. В одну квартиру может вводиться несколько самостоятельных групповых линий, в том числе отдельная силовая линия для питания электроплиты, стиральной машины и других электроприборов. Для каждой групповой линии в квартиру вводят один фазный провод и нулевой рабочий провод, соединенный на трансформаторной подстанции с заземленной нейтралью. Нулевой и фазный провода составляют одну фазу. Аппараты защиты, стоящие на групповом щитке, включают в фазный провод.

Внутри помещений выключатели устанавливают у входной двери со стороны ручки на расстоянии не менее 0,1 м от дверного откоса на высоте 1,5 м от пола, а штепсельные розетки — на высоте 0,8 м и на расстоянии не менее 0,5 м от заземленных частей (трубопроводы, батареи, раковины). Запрещено также устанавливать розетки ближе 50 см от заземленных металлических устройств (трубы, батареи, раковины, газовые и электроплиты). Розетки на стене, разделяющей две комнаты одной квартиры, удобно ставить с каждой стороны стены, включая их параллельно через отверстие в стене. В детских учреждениях и школах выключатели устанавливают на высоте 1,8 м, а розетки — на высоте 1,5 м от пола. В ванных комнатах и туалетах выключатели размещают вне этих помещений. На кухнях должно быть не менее двух розеток, а в коридорах жилых квартир — не менее одной розетки на каждые m^2 площади коридора.

1.3 Лекция № 4(2 часа).

Тема: «Организация и выполнение пусконаладочных работ»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Состав наладочных работ, приборы и инструменты.

2. Многоэтапная технология наладки электроустановок: без подачи напряжения, с подачей напряжения в оперативные цепи, с подачей напряжения в силовые цепи, испытание, режимная наладка.

3. Меры безопасности при пусконаладочных работах.

4. Организация приемки и сдачи электроустановок в эксплуатацию.

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Состав наладочных работ, приборы и инструменты. № 1

Работы по наладке электроустановок — завершающая часть комплекса электромонтажных работ. Их выполняет та организация, которая проводит основные электромонтажные работы и несет за них ответственность.

Цель пусконаладочных работ — обеспечение электрических параметров и режимов работы электрооборудования для возможности комплексного или поузлового опробования технологической установки в сроки, определяемые утвержденным графиком; обеспечение заданных проектом технических показателей (например, скорости, производительности) и надежности работы.

Для достижения указанных целей должен быть выполнен комплекс приемо-сдаточных испытаний, объем которых определен действующими Правилами устройства электроустановок.

Перед выполнением измерений, связанных с наладкой или испытанием каких-либо устройств, следует: ознакомиться с объектом работ; установить номинальные параметры оборудования, подлежащего наладке и испытанию, а также нормы испытательных напряжений, токов и пр.; составить схему и выбрать способы измерений; подготовить необходимые приборы и оборудование; подготовить рабочее место для сборки схемы; выполнить мероприятия, обеспечивающие безопасное производство работ; составить схему измерений.

На схеме измерений должны быть указаны возле обозначений соответствующих приборов или в спецификации тип, класс и пределы измерения.

Выводы схемы измерения, подключаемые к объекту, должны быть маркованы в соответствии с обозначениями, принятыми в принципиальной схеме налаживаемой установки.

Измерения проводят приборами любой системы, за исключением магнитоэлектрической.

Для измерения больших токов, а также высоких напряжений и токов в высоковольтных установках применяют приборы электромагнитной системы, включаемые через специальные измерительные трансформаторы тока и напряжения.

2. Многоэтапная технология наладки электроустановок: без подачи напряжения, с подачей напряжения в оперативные цепи, с подачей напряжения в силовые цепи, испытание, режимная наладка. № 2

До начала пусконаладочных работ должны быть выполнены следующие подготовительные мероприятия: изучены электрическая часть проекта, а также ее связь с технологией производства и техническая документация заводов—поставщиков электрооборудования; проведен поверочный расчет и согласование уставок реле управления и защиты; составлен проект производства пусконаладочных работ; согласован график производства работ; подобраны необходимые инструкции и техническая литература, подобраны и размножены в необходимом количестве формы протоколов; подготовлен парк приборов и приспособлений.

Проект производства пусконаладочных работ. Это документ, определяющий техническую подготовку производства работ на объекте и организацию работ в процессе наладки. Проект должен включать в себя следующие вопросы: объем предстоящих пусконаладочных работ; численность и квалификация технического персонала, необходимого для проведения работ, и его распределение на объекте, в том числе по участкам, узлам; организация технической подготовки пусконаладочного персонала: подбор справочной и технической литературы, инструкций, проведение технической учебы и инструктажа; программы (задания) по наладке отдельных видов

электрооборудования; графики совмещенного выполнения пусконаладочных и монтажных работ; объем пусконаладочных операций, которые могут быть выполнены до монтажа электрооборудования на объекте; перечень приборов и приспособлений, необходимых при проведении работ, материалов для выполнения временных схем питания электроэнергией и средств техники безопасности (перчатки, штанги, коврики и т. д.).

3. Меры безопасности при пусконаладочных работах. № 3

Каждый работник, принимающий непосредственное участие в пусконаладочных, экспериментальных и лабораторных работах по электрооборудованию, обязан: пройти медицинское освидетельствование; пройти проверку знаний и получить квалификационную группу по технике безопасности (по электробезопасности); получить вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте по технике безопасности; изучить правила, действующие на объекте, касающиеся мер индивидуальной защиты и личной гигиены; освоить методику проведения соответствующих работ с учетом требований правил безопасности по наладке электрооборудования.

Лица, не достигшие 18-летнего возраста, не могут быть допущены к пусконаладочным работам в электроустановках.

Персонал пусконаладочных организаций, не имеющий практического опыта работы, наряду с обучением по технике безопасности обязан пройти стажировку в течение 3...12 смен. После окончания срока стажировки проверяют знания правил техники безопасности. Периодичность прохождения медицинского осмотра составляет 1 раз в 2 года.

Повторную проверку знаний правил техники безопасности (по электробезопасности) проводят 1 раз в год, а также после каждого случая нарушения правил. Знания наладчиков правил безопасности проверяет комиссия. Не допускается проведение экзаменов квалификационной комиссией в составе менее 3 чел.

Правила и инструкции по технике безопасности пусконаладчики изучают самостоятельно. Все работники должны быть обучены мерам оказания первой помощи при несчастных случаях. Для этого инженер по технике безопасности организует краткосрочные семинары под руководством врача.

4. Организация приемки и сдачи электроустановок в эксплуатацию. № 4

Новые или реконструированные электроустановки и пусковые комплексы должны быть приняты в эксплуатацию в порядке, изложенном в настоящих Правилах и других нормативных документах.

До начала монтажа или реконструкции электроустановок необходимо:
получить технические условия в энергоснабжающей организации;
выполнить проектную документацию;
согласовать проектную документацию с энергоснабжающей организацией, выдавшей технические условия, и органом государственного энергетического надзора.

Перед приемкой в эксплуатацию электроустановок должны быть проведены:
в период строительства и монтажа энергообъекта - промежуточные приемки узлов оборудования и сооружений, в том числе скрытых работ;
приемосдаточные испытания оборудования и пусконаладочные испытания отдельных систем электроустановок;
комплексное опробование оборудования.

Приемосдаточные испытания оборудования и пусконаладочные испытания отдельных систем должны проводиться по проектным схемам подрядчиком (генподрядчиком) с привлечением персонала заказчика после окончания всех строительных и монтажных работ по сдаваемой электроустановке, а комплексное опробование должно быть проведено заказчиком.

Перед приемосдаточными и пусконаладочными испытаниями и комплексным опробованием оборудования должно быть проверено выполнение настоящих Правил, правил устройства электроустановок, строительных норм и правил, государственных стандартов, правил безопасности труда, правил взрыво- и пожаробезопасности, указаний заводов-изготовителей, инструкций по монтажу оборудования.

Для проведения пусконаладочных работ и опробования [электрооборудования](#) допускается включение электроустановок по проектной схеме на основании временного разрешения, выданного органами госэнергонадзора.

При комплексном опробовании оборудования должна быть проверена работоспособность оборудования и технологических схем, безопасность их [эксплуатации](#); проведены проверка и настройка всех систем контроля и управления, устройств защиты и блокировок, устройств сигнализации и контрольно-измерительных приборов. Комплексное опробование считается проведенным при условии нормальной и непрерывной работы основного и вспомогательного оборудования в течение 72 ч, а линий электропередачи - в течение 24 ч.

Дефекты и недоделки, допущенные в ходе строительства и монтажа, а также дефекты оборудования, выявленные в процессе приемосдаточных и пусконаладочных испытаний, комплексного опробования электроустановок, должны быть устранены. Приемка в эксплуатацию электроустановок с дефектами и недоделками не допускается.

Перед опробованием и приемкой должны быть подготовлены условия для надежной и безопасной эксплуатации энергообъекта:

укомплектован, обучен (с проверкой знаний) электротехнический и электротехнологический персонал;

разработаны и утверждены эксплуатационные инструкции, инструкции по охране труда и оперативные схемы, техническая документация по учету и отчетности;

подготовлены и испытаны защитные средства, инструмент, запасные части и материалы; введены в действие средства связи, сигнализации и пожаротушения, аварийного освещения и вентиляции.

Перед допуском в эксплуатацию [электроустановки](#) должны быть приняты Потребителем (заказчиком) в установленном порядке.

Подача напряжения на электроустановки производится только после получения разрешения от органов госэнергонадзора и на основании договора на электроснабжение между Потребителем и энергоснабжающей организацией.

1.4 Лекция №5(2 часа).

Тема: «Техника безопасности при выполнении электромонтажных работ»

1.4.1 Вопросы лекции:

1. Меры безопасности при пусконаладочных работах.
2. Меры безопасности при транспортировки оборудования и погрузочно-разгрузочных операциях.

3. Правила безопасности при строительстве и монтаже трансформаторных подстанций, кабельных и воздушных линий электропередачи.

4. Меры безопасности при строительстве и монтаже трансформаторных подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач.

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Меры безопасности при пусконаладочных работах. № 1

Пусконаладочные работы (ПНР) — это комплекс работ, включающий проверку, настройку и испытания смонтированного электрооборудования. Конечная цель пусконаладочных работ как заключительной стадии электромонтажных работ состоит в том, чтобы обеспечить надежную работу электрооборудования в эксплуатации при заданных проектом режимах и параметрах. Организация пусконаладочных работ - важнейшая составляющая ведения работ при наладке электрооборудования.

Наладочный персонал выполняет свои функции в сложных и опасных условиях. Для сокращения сроков ввода оборудования в эксплуатацию пусконаладочные работы начинают обычно до полного завершения монтажа. Действия всех участников совмещенных работ должны быть четко согласованы, чтобы гарантировать безопасность работающих. Повышенная опасность для окружающих создается, в частности, при подаче наладчиками напряжения от временных схем и испытательных установок. В начальной стадии пусконаладочные работы производятся в условиях, когда эксплуатационный режим на объекте еще не установлен, а на завершающей стадии работы зачастую выполняются в действующих электроустановках. Поэтому к персоналу ПНУ предъявляются наиболее жесткие требования по электробезопасности. Наладочные работы разрешается производить только лицам, достигшим 18 лет, прошедшим медицинское освидетельствование, необходимые виды инструктажа и имеющим квалификационную группу по ЭБ (как правило, не ниже III).

Руководитель наладочной группы на объекте (прораб, ведущий инженер, инженер I категории) перед началом работ должен проверить выполнение технических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасное ведение пусконаладочных работ, в частности расстановку ограждений, плакатов, отключение напряжения. Осуществление этих мероприятий по наряду производится только силами и средствами службы эксплуатации, наладочному же персоналу производить эту работу или участвовать в ней не разрешается. Руководитель проводит вводный инструктаж для всей группы, разъясняя в нем особенности технологического процесса, характер и степень опасности. При проведении инструктажа на рабочем месте руководитель обязан:

- Четко сформулировать задание по испытаниям, измерениям и т. д.
- Рассказать о безопасных методах производства порученных работ, включая применение тех или иных защитных средств, проверить их.
- Ознакомить всех членов бригады (звена) по чертежам и в натуре с электрической схемой установки, расположением технологического и электрооборудования.
- Уточнить порядок подачи напряжения для наладки и опробования схем.
- Указать местонахождение телефона и других средств связи, с помощью которых в случае необходимости можно передать срочное сообщение руководству участка и управления.

2. Меры безопасности при транспортировки оборудования и погрузочно-разгрузочных операциях. № 2

Одна из основных операций при транспортировке грузов — погрузочно-разгрузочные работы. К их выполнению вручную допускают лиц, не имеющих медицинских противопоказаний, прошедших вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по безопасности труда. При использовании грузоподъемных механизмов обязательно наличие удостоверения на право их обслуживания.

Для обеспечения безопасности погрузочно-разгрузочных работ администрация предприятия издает приказ о назначении старшего — ответственного лица, указания которого обязательны для выполнения всеми членами бригады. Ответственное лицо обязано:

обеспечить перед началом работы охранную зону;

роверять исправность используемых при работе оборудования и приспособлений, запрещать работу на неисправных механизмах и с неисправным инвентарем;

контролировать соответствие выбранных способов погрузки, разгрузки и перемещения грузов правилам безопасности;

следить за соблюдением норм переноски и перемещения тяжестей работающими;

запрещать погрузочно-разгрузочные работы с помощью механизмов при скорости ветра более 12 м/с;

принимать при возникновении опасных ситуаций необходимые меры предосторожности и прекращать работы до их устранения.

Погрузочно-разгрузочные площадки и подъездные пути оборудуют общепринятыми дорожными знаками, знаками безопасности, плакатами и предупреждающими надписями. Постоянные пункты приема, перевалки и складирования грузов оснащают необходимыми механизированными средствами. Размеры площадок для погрузки и выгрузки определяют таким образом, чтобы при максимальной насыщенности пункта транспортными средствами между ними выдерживались безопасные интервалы. Место производства работ по подъему и перемещению грузов во время выполнения операций трудового процесса должно быть освещено.

3. Правила безопасности при строительстве и монтаже трансформаторных подстанций, кабельных и воздушных линий электропередачи. № 3

Строительные работы в помещениях и на территории трансформаторной подстанции должны быть полностью закончены до начала электромонтажных работ. Должны быть приняты фундаменты, порталы, конечные опоры воздушных линий А- и П- образных конструкций. Эти конструкции при монтаже оборудования испытывают значительные нагрузки, поэтому требуется надежное выполнение всех болтовых и сварных соединений, правильная установка анкерных болтов. Кабельные траншеи до начала электромонтажных работ должны быть закрыты временными настилами.

Наиболее ответственные и опасные при монтаже трансформаторных подстанций — это **такелажные работы**. При выполнении такелажных работ все конструкции и оборудование массой более 30 кг поднимают при помощи грузоподъемных механизмов. Основную массу элементов подстанции монтируют при помощи автомобильного крана (разъединители, металлические шкафы КТП, шкафы КРУ, КРУН). Стропы к грузам крепят стропальщики, а управляет автокраном машинист, прошедший специальное обучение. Поднимать и перемещать опорные конструкции и электрооборудование разрешено только после принятия мер, предупреждающих опрокидывание конструкций.

Для этого стропы следует крепить выше центра тяжести, применять оттяжки, расчалки и т. п.

4. Меры безопасности при строительстве и монтаже трансформаторных подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач. № 4

Электрооборудование распределительных устройств после монтажа проходит соответствующие испытания и наладку, после чего сдается в эксплуатацию по акту. При сдаче комиссии предъявляют перечень отклонений от проекта, чертежи рабочего проекта с нанесенными на них изменениями, акты скрытых работ, протоколы сушки, ревизии, формовки батарей, принципиальные схемы, а также протоколы испытаний и наладки электрооборудования с указанием исправлений, произведенных в процессе наладки. Электрооборудование распределительных устройств предъявляется к сдаче после устранения всех дефектов и недоделок, обнаруженных в процессе предварительных осмотров. При приеме законченных электромонтажных работ комиссия проверяет соответствие их проекту и требованиям ПУЭ и СНиПа. Прежде чем приступить к работам по такелажу оборудования и аппаратуры РУ, проверяется исправность такелажных и монтажных приспособлений, проверяется целость тросов, канатов и их соответствие весу перемещаемых грузов. Петли на концах тросов выполняют заплеткой длины, равной не менее 25 диаметров троса, или ставят не менее трех болтовых зажимов, укрепляя конец троса. Перед применением тросов убеждаются в том, что в них нет петлеобразных заломов (баращков). На тросах или пеньковых канатах, применяемых в полиспастах и талах, не должно быть сращений. Прежде чем приступить к подъему груза, точно определяют расположение строп на монтируемом элементе. Если поднимают длинные элементы оборудования, то их крепят не менее чем двумя стропами с применением траверсы. Электрооборудование поднимается только за ушки и кольца (рымы), предназначенные специально для этой цели. Перед монтажом ошиновки, чтобы не поранить руки, с фланцев изоляторов, болтов и шпилек перед их установкой на конструкциях распределительного устройства удаляют заусенцы. Разъединители и электроконструкции весом 30 кг поднимают только механизмами и специальными приспособлениями. Подъемные тросы и стропы нельзя крепить за изоляторы и контактные детали; их поднимают на высоту при помощи тросов, которые пропускают через отверстия в установочных лапах — рамках. Поднятый разъединитель закрепляют и только после этого снимают стропы. Перемещение, подъем и установку разъединителей и других аппаратов «рубящего» типа производят в положении «ВКЛЮЧЕНО».

Подъем, перемещение и установку выключателей напряжением выше 1000 в и автоматов, снабженных возвратными пружинами или механизмами свободного расцепления, производят в положении «ОТКЛЮЧЕНО». Строительство и монтаж воздушных линий электропередач (ВЛ) связаны с повышенной опасностью травматизма при подъеме людей и материалов, работе на высоте, в сложных атмосферных условиях, вблизи действующих ВЛ и др. Перед началом работ мастер или прораб должен проехать по трассе ВЛ и принять по акту котлован (яму) и фундаменты для опор, лично осмотреть инструмент, предохранительные и защитные приспособления (когти, пояса, тросы и др.), а также подъемно-транспортные и тяговые механизмы (вышки, краны, лебедки, блоки и т.п.) и определить их пригодность. Текущий инструктаж рабочих производится на каждом участке трассы, причем обращается внимание на особенности мер безопасности при

подъеме и установке опор и изоляторов, размещении людей, материалов и механизмов в соответствии с условиями местности.

Электромонтажники-линейщики должны четко знать правила и иметь практические навыки пользования специальным линейным инструментом и защитными средствами, следить за их исправностью; соблюдать меры предосторожности при использовании машин и механизмов. Работы по монтажу воздушных линий производятся только при хорошем освещении рабочего места (естественном или искусственном). Посторонним лицам находиться в зоне работ запрещается. С приближением грозы работы на опорах прекращаются, а бригада выводится в безопасное место.

Засыпку котлована (или ям) ведут непрерывно, не допуская попадания влажного или мерзлого грунта, снега и льда. Когда опора установлена, нельзя прерывать засыпку до полного ее окончания. Через каждые 0,2 м производится послойная утрамбовка грунта.

Во избежание травм при случайном падении сверху инструментов запрещается стоять вблизи основания опоры, на которой ведутся работы. Работать следует, стоя на обоих когтях и закрепившись на опоре предохранительным поясом. Перед переходом на траверсу рабочий-линейщик должен закрепить пояс за вершину опоры, чтобы не упасть в случае поломки траверсы. Запрещаются подъем и работа: на анкерных опорах — со стороны натяжения провода, на угловых опорах — со стороны внутреннего угла трассы. Если работа ведется с вышки или с люльки, запрещается перевешиваться за борт, не закрепившись предохранительным поясом, а также находиться на выдвинутой площадке вышки во время ее горизонтального перемещения. Гирлянды изоляторов поднимают на траверсу опоры через подвешенный блок с помощью пенькового каната.

При сооружении переходов через воздушные линии электропередач свыше 1 кВ работы по отрыву котлованов и установке опор выполняются по наряду. Запрещается устанавливать такелажные приспособления под проводами действующей линии. Тросы и расчалки следует располагать таким образом, чтобы при рывках, перекосах и обрывах исключить возможность захлестываний в сторону действующей линии. Металлические расчалки и корпуса лебедок должны быть заземлены.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1,2 (4 часа).

Тема: «Сборка и проверка схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска»

2.1.1 Цель работы: Изучение режимов работы и приобретение специальных навыков в управление асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска и реверса.

2.1.2 Задачи работы:

1. Собрать электрическую схему;
2. Перечислить элементы схемы;
3. Изучить режим работы асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска и реверса.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Обозначен ие	Наименование	Код	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.2	-400 В /16 А
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120 Вт/-380 В / 1500 мин ¹
A1	Автоматический трехполюсный выключатель	360	-440 В / 10 А
A2, A8	Контактор	364	-380 В /10 А
A3	Электротепловое реле	356	-660 В /10 А / уставка 0,42...0,58 А
A4	Автоматический однополюсный выключатель	359	-230 В /0,5 А
A5, A10	Клеммная колодка	363	-660 В /10 А / 10 перемычек
A6	Кнопочный пост управления	354.1	-500 В /10 А / 3 кнопки
A7	Блок световой сигнализации	355.1	- 220 В / 3 лампы
P1	Вольтметр	512	-0...500В
P2	Амперметр	513	-0...2 А

2.1.4 Описание (ход) работы:

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сетей электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "Р" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений.
- Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- Включите выключатель A1.
- Включите выключатель A4. В результате загорится зеленая лампа блока А", сигнализирующая о готовности двигателя M1 к пуску.
- Нажмите верхнюю кнопку поста управления А6. В результате произойдет прямой пуск двигателя M1, о чем будет сигнализировать загоревшаяся верхняя красная лампа в блоке A7. Стрелки вольтметра P1 и амперметра P2 укажут напряжение и ток двигателя M1. Зеленая лампа в блоке A7 погаснет.
- Нажмите среднюю кнопку поста управления А6. В результате произойдет реверс двигателя M1, о чем будет сигнализировать загоревшаяся средняя красная лампа в блоке A7. Стрелки вольтметра P1 и амперметра P2 укажут напряжение и ток двигателя M1.
- Нажмите нижнюю кнопку поста управления А6. В результате произойдет отключение двигателя M1 от электрической сети и последующий его останов. Двигатель M1 будет готов к очередному пуску, о чем будет сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа в блоке A7. Красная лампа в блоке A7 погаснет.

- По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания G1 нажатием на кнопку «красный гриб».

2.2 Лабораторная работа № 3,4 (4 часа).

Тема: «Сборка и проверка схемы максимальной токовой защиты асинхронного двигателя, основанной на использовании автоматического выключателя»

2.2.1 Цель работы: Изучение режимов работы и приобретение специальных навыков в проверке схем максимальной токовой защиты асинхронного двигателя, основанной на использование автоматического выключателя.

2.2.2 Задачи работы:

1. Собрать электрическую схему;
2. Назвать элементы схемы;
3. Изучить режимы работы в проверке схем максимальной токовой защиты асинхронного двигателя.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Обозначен ие	Наименование	Код	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.2	~400 В /16 А
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120 Вт/-380 В / 1500 мин ⁻¹
A1	Автоматический трехполюсный выключатель	360	-440 В / 10 А
A2, A8	Контактор	364	-380 В /10 А
A3	Электротепловое реле	356	-660 В /10 А / уставка 0,42...0,58 А
A4	Автоматический однополюсный выключатель	359	-230 В /0,5 А
A5	Клеммная колодка	363	-660 В /10 А / 10 перемычек
A6, A23	Кнопочный пост управления	354.1	-500 В /10 А / 3 кнопки
A7	Блок световой сигнализации	355.1	- 220 В / 3 лампы
P1	Вольтметр	512	-0...500В
P2	Амперметр	513	-0...2 А

2.2.4 Описание (ход) работы:

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
 - Соедините гнезда защитного заземления "Р" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания G1.
 - Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений.
 - Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
 - Включите выключатель A1.

- Включите выключатель А4. В результате загорится зеленая лампа блока А7, сигнализирующая о готовности двигателя М1 к пуску.
- Нажмите верхнюю кнопку поста управления А6. В результате произойдет прямой пуск двигателя М1, о чем будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа в блоке А7. Стрелки вольтметра Р1 и амперметра Р2 укажут напряжение и ток двигателя М1. Зеленая лампа в блоке А7 погаснет.
- Имитируйте двухфазное короткое замыкание на выводах двигателя М1 нажатием на верхнюю кнопку поста управления А23. В результате через малое время выключатель А1 отключит двигатель М1 от электрической сети и последний остановится.
- Включите выключатель А1. Двигатель М1 будет готов к очередному пуску, о чем будет сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа в блоке А7.
- По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания G1 нажатием на кнопку «красный гриб».

2.3 Лабораторная работа № 5 (2 часа).

Тема: «Определение зависимостей, характеризующих явления при стекании тока в землю через защитный заземлитель»

2.3.1 Цель работы: Изучение режимов работы и определение зависимостей, характеризующих явление при стекание тока в землю через защитный заземлитель.

2.3.2 Задачи работы:

1. Собрать электрическую схему;
2. Перечислить элементы схемы;
3. Изучить режим работы при стекание тока в землю через защитный заземлитель.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры (предельные)
G1	Трехфазный источник питания	201.2	400 В ~; 16 А
A1	Блок линейных дросселей	337	6x1,0 Гн; 0,5 А
A2	Трехфазный трансформатор	302	250 В·А, 380/380 В, Y-0/Y-0
A6	Модель заземлителя полусферическим электродом Модель заземлителя	c 325 326 327	380 В ~; 3 × 0.5 А

	вертикальным трубчатым электродом Модель заземлителя с протяженным трубчатым электродом на поверхности		
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра 0...1000 В ~V ; 0...10 А ~A ; 0...20 МОм

2.3.4 Описание (ход) работы:

- Используйте первоначально в эксперименте, например, модель А6 заземлителя с полусферическим электродом (код 325).
 - Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
 - Соедините гнезда защитного заземления "⊕" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" источника G1.
 - Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
 - Включите источник G1 и питание блока мультиметров P1.
 - При заданных сопротивлениях грунта ρ модели заземлителя А6, снимите с помощью вольтметра блока P1 зависимости от расстояния x : потенциала основания электрооборудования $\varphi_{\text{осн}} = f(x)$ (вольтметр включать между гнездом « \perp » и гнездами, соответствующими расстоянию x), напряжения прикосновения $U_{\text{пр}} = f(x)$ (вольтметр включать между гнездом «0» и гнездами, соответствующими расстоянию x), шагового напряжения $U_{\text{ш}} = f(x)$ (вольтметр включать между соседними гнездами, соответствующими расстоянию x).
 - Ток стекания в землю контролируйте с помощью амперметра блока P1. Он не должен превышать 0,5 А!
 - Отключите источник G1 и замените в электрической схеме модель А6 заземлителя с полусферическим электродом (код 325) на модель А6 заземлителя с вертикальным трубчатым электродом (код 326).
 - Включите источник G1 и вновь снимите вышеупомянутые зависимости.
 - Еще раз отключите источник G1 и замените в электрической схеме модель А6 заземлителя с вертикальным трубчатым электродом (код 326) на модель А6 заземлителя с протяженным трубчатым электродом на поверхности (код 327).
 - Вновь включите источник G1 и в третий раз снимите вышеупомянутые зависимости.
 - По завершении эксперимента отключите источник G1 и питание блока мультиметров P1.
 - Используйте полученные зависимости для формулирования выводов о влиянии на электробезопасность типа заземлителя, удельного сопротивления грунта, в котором он

заложен, и расстояния от заземлителя до места установки защищаемого электрооборудования.

2.4 Лабораторная работа №6 (2 часа).

Тема: «Натурное моделирование защитного заземления / самозаземления электрооборудования»

2.4.1 Цель работы: Приобретение навыков и специальных практических знаний в области натурного моделирования защитного заземления и самозаземления электрооборудования.

2.4.2 Задачи работы:

1. Собрать электрическую схему;
2. Перечислить элементы схемы;

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры (предельные)
G1	Трехфазный источник питания	201.2	400 В ~; 16 А
A1	Блок линейных дросселей	337	6x1,0 Гн; 0,5 А
A2	Трехфазный трансформатор	302	250 В·А, 380/380 В, Y-0/Y-0
A3	Модель участка электрической сети	303	380 В ~; 3 × 0.5 А
A10	Модель защитного заземления/самозаземления	328	380 В ~; 3 × 0.5 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра 0...1000 В ∙; 0...10 А ∙; 0...20 МОм

2.4.4 Описание (ход) работы:

• Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

- Соедините гнезда защитного заземления "⊕" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" источника G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
- Включите источник G1 и питание блока мультиметров P1.

• Режим глухозаземленной (изолированной) нейтрали питающей электрической сети моделируйте установкой (отсутствием) перемычки между гнездом нейтральной точки трансформатора и гнездом сопротивления заземлителя R_0 в блоке трехфазного трансформатора А2.

• Замыкание фазы на корпус электрооборудования моделируйте установкой перемычки между гнездами 3 и 4 модели А10.

• Токи короткого замыкания измеряйте с помощью амперметров блока мультиметров Р1, включенных между гнездами 5, 6 и 7, 8 модели А10.

• Напряжения на корпусах электрооборудования и экскаватора измеряйте с помощью вольтметра блока мультиметров Р1, включая его между гнездами 1, Е и 2, Е модели А10.

• Грунт, в котором проложен заземлитель, характеризуется удельным электрическим сопротивлением ρ_1 , а грунт, на котором стоит экскаватор, - удельным электрическим сопротивлением ρ_2 .

• По завершении эксперимента отключите источник G1 и питание блока мультиметров Р1.