

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.03 Электротехническое оборудование

Направление подготовки (специальность) 35.04.06 Агроинженерия

**Профиль образовательной программы Электротехнологии и
электрооборудование в сельском хозяйстве**

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Методические указания по проведению практических занятий | 3 |
| Практическое занятие №1 «Классификация электрооборудования»..... | 3 |
| Практическое занятие №2 «Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения – низковольтные (до 1000 В)»..... | 4 |
| Практическое занятие №3 «Асинхронные двигатели. Синхронные двигатели»..... | 5 |
| Практическое занятие №4 «Генераторы»..... | 6 |
| Практическое занятие №5 «Схемы электроснабжения. Понятие электрической сети»..... | 7 |
| Практическое занятие №6 «Регулирование напряжения в электрических сетях. Особенности сельских и городских сетей»..... | 9 |
| Практическое занятие №7 «Электротехническое оборудование. Принципы работы и технические характеристики»..... | 10 |
| Практическое занятие №8 «Электротехническое оборудование»..... | 11 |

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1.1 Практическое занятие №1(2 часа).

Тема: «Классификация электрооборудования»

1.1.1 Задание для работы:

1. Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения
2. Электротехническое оборудование по величине рабочего или коммутируемого тока

1.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

Электротехническое оборудование классифицируют по различным признакам:

- 1) по величине рабочего напряжения - низковольтные (до 1000 В и высоковольтные (более 1000 В);
- 2) по величине рабочего или коммутируемого тока — слаботочные (аппараты управления, защиты, сигнализации) и силовоточные, используемые в силовых цепях;
- 3) по выполняемой функции:
 - коммутирующие аппараты: выключатели, разъединители, контакторы, магнитные пускатели;
 - управления, защиты, сигнализации: реле различного типа, путевые и конечные выключатели (контактные и бесконтактные);
 - командные: кнопки управления, ключи, командоконтроллеры и командоаппараты;
 - аппараты защиты: разрядники, плавкие предохранители.

К электрическим аппаратам относят также пускорегулировочные сопротивления.

В настоящее время электрооборудование делится на классы - по способу защиты людей от поражения током и на типы - по степени защиты оборудования от влаги и пыли (IP-коды). Классы оборудования нормируются в соответствии с ГОСТР 536 - 94 (МЭК 536 - 94).

Класс 0 - защита оборудования обеспечивается за счет основной изоляции. Сам корпус и открытые части его не присоединены к защитному проводнику, и в случае пробоя изоляции защита обеспечивается только степенью прикосновения человека между оборудованием и полом (или стеной).

Класс 1 - защита оборудования обеспечивается за счет основной изоляции и соединения токопроводящих частей оборудования с защитным проводником. При этом сама розетка также должна иметь третий заземляющий проводник, а подключаемое оборудование имеет 3-х жильный кабель.

Класс 2 - защита обеспечивается двойной или усиленной изоляцией, но средства защитного заземления отсутствуют.

Класс 3 - оборудование питается от источника низкого напряжения (12вольт, 24вольт, 36 вольт, 48вольт) - то есть менее опасного для человека.

Степень защиты от пыли и влаги обозначается на электрооборудовании в соответствии с ГОСТР 14254 - 96 (МЭК 529 - 89). Это IP-код (Index of Protection) и он имеет в своем обозначении две цифры и две буквы, например, IP23CS. Первая цифра означает защищенность оборудования от пыли и степень защиты человека от прикосновения к токоведущим и движущимся частям оборудования.

1.1.3 Результаты и выводы:

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

1.2 Практическое занятие №2(2 часа).

Тема: «Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения – низковольтные (до 1000 В)»

1.2.1 Задание для работы:

1. Обзор электротехнического оборудования (до 1000 В) прошлого столетия.
2. Обозначение основных элементов электротехнического оборудования на принципиальных электрических схемах.

1.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Изучить виды низковольтного оборудования ,такие как: предохранители, магнитные пускатели .Реле. Командоаппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели. Устройство, назначение и принцип работы.

Автоматические выключатели (автоматы) низкого напряжения (до 1500 В) предназначены для автоматической защиты электрических сетей и оборудования от аварийных режимов (токов короткого замыкания, токов перегрузки, снижения или исчезновения напряжения, изменения направления тока, возникновения магнитного поля мощных генераторов в аварийных условиях и др.), а также для нечастой коммутации номинальных токов (6-30 раз в сутки). Иногда автоматом можно производить редкий запуск и останов асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Для обеспечения селективной (избирательной) защиты в автоматах предусматривается возможность регулирования уставок по току и по времени. Быстродействующие автоматы снижают время срабатывания и ограничивают отключаемый ток сопротивлением возникающей электрической дуги в автомате.

Контакты, магнитные пускатели.

В промышленности и мелкомоторном секторе, гражданском и коммерческом строительстве, задачи связанные с пуском и остановкой электродвигателей, а также с дистанционным управлением электрическими цепями возложены на контакторы и магнитные пускатели. Данные устройства применяются там, где необходимы частые пуски либо коммутация электрических устройств с большими токами нагрузки.

Контактор - это дистанционно управляемый коммутационный аппарат, позволяющий коммутировать мощные (в том числе индуктивные) нагрузки как переменного, так и постоянного тока. Отличительной особенностью электромагнитных контакторов, по сравнению с близкими к ним электромагнитными реле является то, что контакторы разрывают электрическую цепь в нескольких точках одновременно, в то время как электромагнитные реле обычно разрывают цепь только в одной точке.

1.2.3 Результаты и выводы:

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

1.3 Практическое занятие №3 (2 часа).

Тема: «Асинхронные двигатели. Синхронные двигатели»

1.3.1 Задание для работы:

1. Асинхронные двигатели. Их классификация, назначение, конструкция, принцип работы.
2. Синхронные двигатели. Их классификация, назначение, конструкция, принцип работы.

1.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

Существуют различные виды электродвигателей, и очень часто возникает вопрос, чем же различаются между собой синхронный и асинхронный двигатель. В асинхронном обмотки, расположенные в статоре, создают вращающееся магнитное поле, взаимодействующее с токами, образующимися в роторе, благодаря чему он приходит во вращающееся состояние. Поэтому, в настоящее время, наиболее популярным считается простой и надежный асинхронный электродвигатель, имеющий короткозамкнутый ротор. Особенности асинхронного двигателя В его пазах расположены токопроводящие стержни из алюминия или меди, соединенные своими концами с кольцами из такого же материала, которые производят короткое замыкание этих стержней. Поэтому, ротор и называется короткозамкнутым. Вихревые токи, взаимодействующие с полем, вызывают вращение ротора со скоростью, меньшей, чем скорость вращения самого поля. Таким образом, весь двигатель получил название асинхронного. Это движение получило название относительного скольжения, поскольку скорости ротора и магнитного поля неравны и магнитное поле не пересекается с токопроводящими стержнями ротора. Поэтому, они не создают вращающийся момент.

Синхронный двигатель отличается возможностью значительного опережения током напряжения по фазе. Повышая коэффициент мощности по типу конденсаторных батарей. Асинхронные электродвигатели отличаются простотой конструкции и надежностью в эксплуатации. Единственный недостаток этих

агрегатов заключается в достаточной трудности регулировки частоты их вращения. Трёхфазные асинхронные двигатели могут быть легко реверсированы, то есть вращение двигателя может измениться на противоположное направление. Для этого, достаточно изменить место расположения двух линейных проводов или фаз, которые замыкаются на обмотку статора. В отличие от синхронного, это простой и дешёвый двигатель, применяющийся повсеместно.

1.3.3 Результаты и выводы:

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

1.4 Практическое занятие №4(2 часа).

Тема: «Генераторы»

1.4.1 Задание для работы:

1. Классификация, назначение, конструкция, принцип работы генераторов.

1.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

Генератор — это устройство, в котором неэлектрические виды энергии (механическая, химическая, тепловая) преобразуются в электрическую энергию.

Классификация электромеханических генераторов

По типу первичного двигателя:

- Турбогенератор — электрический генератор, приводимый в движение паровой турбиной или газотурбинным двигателем;
- Гидрогенератор — электрический генератор, приводимый в движение гидравлической турбиной;
- Дизель-генератор — электрический генератор, приводимый в движение дизельным двигателем;
- Ветрогенератор — электрический генератор, преобразующий в электричество кинетическую энергию ветра;

По виду выходного электрического тока

- Трёхфазный генератор
 - С включением обмоток звездой
 - С включением обмоток треугольником

По способу возбуждения

- С возбуждением постоянными магнитами
- С внешним возбуждением
- С самовозбуждением
 - С последовательным возбуждением
 - С параллельным возбуждением
 - Со смешанным возбуждением

1.4.3 Результаты и выводы:

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

1.5 Практическое занятие №5(2 часа).

Тема: «Схемы электроснабжения. Понятие электрической сети»

1.5.1 Задание для работы:

1. Схемы электроснабжения. Классификация, назначение, конструкция, принципы построения сетей.
2. Понятие электрической сети.

1.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

Основным вопросом распределения электроэнергии является выбор схемы. Правильно составленная схема должна обеспечивать надежность питания потребителей. Все встречающиеся на данный момент схемы представляют собой конструкцию отдельных элементов: фидеров, магистралей и ответвлений.

Отходящая линия - линия, предназначенная для передачи электроэнергии от распределительного устройства к распределительному пункту, магистрали или отдельному электроприемнику.

Магистраль – линия, предназначенная для передачи электроэнергии нескольким распределительным пунктам или электроприемникам, присоединенным к ней в разных точках.

Ответвление – линия, отходящая от магистрали и предназначенная для передачи электроэнергии к одному распределительному пункту или электроприемнику.

Одним из главных вопросов при проектировании сетей электроснабжения является выбор схем.

Основными являются магистральные и радиальные.

Электрическая сеть — совокупность электроустановок, предназначенных для передачи и распределения электроэнергии от электростанции к потребителю.

Классификация электрических сетей

1. Назначение, область применения

- *Сети общего назначения:* электроснабжение бытовых, промышленных, сельскохозяйственных и транспортных потребителей.
- *Сети автономного электроснабжения:* электроснабжение мобильных и автономных объектов (транспортные средства, суда, самолёты, космические аппараты, автономные станции, роботы и т. п.)

- *Сети технологических объектов*: электроснабжение производственных объектов и других инженерных сетей.
- *Контактная сеть*: специальная сеть, служащая для передачи электроэнергии на движущиеся вдоль неё транспортные средства

2. Масштабные признаки, размеры сети

- *Магистральные сети*: сети, связывающие отдельные регионы, страны и их крупнейшие источники и центры потребления. Характерны сверхвысоким и высоким уровнем напряжения и большими потоками мощности (гигаватты).
- *Региональные сети*: сети масштаба региона (в России — уровня субъектов Федерации). Имеют питание от магистральных сетей и собственных региональных источников питания, обслуживают крупных потребителей (город, район, предприятие, месторождение, транспортный терминал). Характерны высоким и средним уровнем напряжения и большими потоками мощности (сотни мегаватт, гигаватты).
- *Районные сети, распределительные сети*. Имеют питание от региональных сетей. Обычно не имеют собственных источников питания, обслуживают средних и мелких потребителей (внутриквартальные и поселковые сети, предприятия, небольшие месторождения, транспортные узлы). Характерны средним и низким уровнем напряжения и небольшими потоками мощности (мегаватты).
- *Внутренние сети*: распределяют электроэнергию на небольшом пространстве — в рамках района города, села, квартала, завода. Зачастую имеют всего 1 или 2 точки питания от внешней сети. При этом иногда имеют собственный резервный источник питания. Характерны низким уровнем напряжения и небольшими потоками мощности (сотни киловатт, мегаватты).
- *Электропроводка*: сети самого нижнего уровня — отдельного здания, цеха, помещения. Зачастую рассматриваются совместно с внутренними сетями. Характерны низким и бытовым уровнем напряжения и маленькими потоками мощности (десятки и сотни киловатт).

3. Род тока

- *Переменный трёхфазный ток*: большинство сетей высших, средних и низких классов напряжений, магистральные, региональные и распределительные сети. Переменный электрический ток передаётся по трём проводам таким образом, что фаза переменного тока в каждом из них смещена относительно других на 120° . Каждый провод и переменный ток в нём называются «фазой». Каждая «фаза» имеет определённое напряжение относительно земли, которая выступает в роли четвёртого проводника.
- *Переменный однофазный ток*: большинство сетей бытовой электропроводки, оконечных сетей потребителей. Переменный ток передаётся к потребителю от распределительного щита или подстанции по двум проводам (т. н. «фаза» и «ноль»). Потенциал «нуля» совпадает с потенциалом земли, однако конструктивно «ноль» отличается от провода заземления.
- *Постоянный ток*: большинство контактных сетей, некоторые сети автономного электроснабжения, а также ряд специальных сетей сверхвысокого и ультравысокого напряжения, имеющих пока ограниченное распространение.

1.5.3 Результаты и выводы:

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

1.6 Практическое занятие №6(2 часа).

Тема: «Регулирование напряжения в электрических сетях. Особенности сельских и городских сетей»

1.6.1 Задание для работы:

1. Регулирование напряжения в электрических сетях.
2. Особенности сельских и городских сетей.

1.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

Протекание тока по элементам электрической сети сопровождается потерями напряжения. В результате по мере удаления от источника питания напряжение уменьшается. В то же время для нормальной работы электроприемников подводимое к ним напряжение может только незначительно отличаться от номинального напряжения и должно находиться в допустимых пределах. Согласно ГОСТ 13109-97 на качество электроэнергии для большинства электроприемников отклонение напряжения от номинального значения не должно превышать $\pm 5\%$. В послеаварийных режимах работы, длительность которых сравнительно невелика, допустимое отклонение напряжения увеличивается еще на 5% . В электрических сетях высокого напряжения, к которым электроприемники непосредственно не присоединяются, также существуют допустимые пределы изменения напряжения. В частности, в установках высокого напряжения максимальное рабочее напряжение определяется условиями надежной работы изоляции и составляет от 105 до 120% номинального значения, увеличиваясь по мере уменьшения номинального напряжения. Допустимые снижения напряжений в ЭЭС определяются условиями устойчивости параллельной работы генераторов электростанций и узлов нагрузки. В питающих сетях нижние допустимые отклонения напряжений достигают $10\text{—}15\%$. При оценке уровней напряжения следует иметь в виду, что нагрузки в течение суток непрерывно изменяются и, следовательно, изменяются потери напряжения и уровни напряжений у электроприемников.

Задачей регулирования напряжения в электрических сетях является обеспечение нормальных технических условий и экономичности совместной работы электрических сетей, электроприемников и связанных с ними производственных механизмов.

Вопросы баланса и распределения реактивной мощности, выбора и размещения ее источников, повышения коэффициента мощности и экономичности работы электрических сетей должны рассматриваться совместно с вопросами регулирования напряжения.

Основным способом регулирования напряжения в распределительных сетях 6-20 кВ является регулирование в центрах питания (ЦП). Под ЦП подразумеваются шины 6-20 кВ распределительных устройств понизительных подстанций или электрических станций.

В нормальных условиях в ЦП следует осуществлять встречное регулирование, при котором обеспечивается компенсация потери напряжения в сети. Для распределительных электрических сетей с электроприемниками, которые характеризуются практически однотипными графиками изменений нагрузок во времени, можно ограничиться регулированием напряжения в ЦП. Если такое регулирование не обеспечивает необходимого качества напряжения для отдельных групп потребителей, следует применять средства местного регулирования напряжения.

Для осуществления местного регулирования напряжения могут применяться:

- 1)автоматически управляемые конденсаторные батареи;
- 2)линейные регулировочные автотрансформаторы;
- 3)индивидуальные регулирующие устройства у трансформаторов технологических агрегатов (электрические печи, выпрямительные устройства и т. п.)

1.6.3 Результаты и выводы:

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

1.7 Практическое занятие №7(2 часа).

Тема: «Электротехническое оборудование. Принципы работы и технические характеристики»

1.7.1 Задание для работы:

1. Батареи статических конденсаторов. Автоматические и неавтоматические.
2. Синхронные компенсаторы.

1.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

Прежде всего, электротехника – это инженерная наука. Электротехника как научная дисциплина изучает всё, что связано с практическим использованием электрической энергии. А именно ее производство, передачу, распределение и использование. С другой стороны, прикладная электротехника трактуется и в

более узком смысле. Она занимается расчетом электрических цепей и их компонентов, начиная от линий электропередачи и заканчивая лампами. Также слово электротехника может выступать в качестве сокращения от «электрическая техника», обозначая не науку, а определенную группу оборудования – ту, что использует электричество. В эту группу включаются промышленные или бытовые электроприборы, подключаемые к электрической цепи.

Особое место в электротехнике занимает оборудование, называемое еще более путающим ситуацию термином «электротехнические приборы» или «электротехническое оборудование». В отличие от бытовой и промышленной техники, которая преобразует электричество в полезную работу (освещение, нагревание и др.), электротехнические приборы преобразуют и контролируют только параметры электроэнергии. Пример электротехнического прибора – трансформатор напряжения. В соответствии со своими параметрами электротехническое оборудование делится на высоковольтное, предназначенное в основном для передачи электроэнергии, и низковольтное, обеспечивающее ее безопасное потребление. По принципу действия электротехническое оборудование может быть электромагнитным, индукционным, а также может предназначаться для переменного или постоянного тока. В зависимости от назначения приборов в сети можно также выделить следующие группы электротехнических приборов:

- управляющие – коммутируют цепи в ручном (розетки, переключатели, рубильники) или дистанционном (реле, пускатели) режиме;
- защитные – защищают оборудование от перегрузок и коротких замыканий (предохранители, автоматические выключатели);
- контрольно-измерительные – датчики, измерительные трансформаторы, счетчики электроэнергии;
- распределительные – распределяют энергию между конечными потребителями (электрощиты);
- регулирующие – автоматически поддерживают заданный режим.

1.7.3 Результаты и выводы:

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

1.8 Практическое занятие №8(2 часа).

Тема: «Электротехническое оборудование»

1.8.1 Задание для работы:

1. Принципы компенсации.
2. Продольная и поперечная компенсация реактивной мощности.

1.8.2 Краткое описание проводимого занятия:

В настоящее время используются коммутируемые конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности и конденсаторные установки с непрерывным управлением. Емкостная мощность линий передачи или кабельной сети частично

компенсируется параллельным шунтом из подключенных к линии реакторов, индуктивные нагрузки компенсируются шунтирующими конденсаторами. Линейные реакторы постоянно подключены к линиям передачи, чтобы обеспечить постоянную компенсацию в широком рабочем диапазоне. Шунтирующие конденсаторы обычно разделены на ступени для компенсации промежуточных нагрузок. Непрерывное управление реактивной мощностью ранее было возможно только с помощью регулирования возбуждения генераторов или специальных синхронных конденсаторных установок. Первые устройства статической компенсации строились на основе насыщенных реакторов, следующими были тиристорные установки. Основой последних устройств компенсации реактивной мощности стали преобразователи напряжения, использующие сначала запираемые тиристоры (GTO), а сейчас биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT).

Электростанции по экономическим причинам не строятся близко к нагрузкам, то есть выработанная энергия должна транспортироваться на большие расстояния. На рис. 14 показана зависимость напряжения на конце линии 345 кВ от передаваемой активной мощности для трёх величин длины линии (100, 200 и 300 км). Натуральная мощность этой линии – 410 МВт. Чем длиннее линия, тем меньше максимальная передаваемая мощность. Электрическая длина линии может быть увеличена при установке последовательных конденсаторов. Этот принцип раньше использовался для компенсации импеданса трансформаторов, чтобы улучшить параметры напряжения при больших изменениях нагрузки, подключенной на стороне низкого напряжения.

1.8.3 Результаты и выводы:

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию