

**Манапова
Гульнар Джамбуловна**

**к.т.н., доцент кафедры
«Электроснабжение
промышленных предприятий»**

Определение, понятие

Электрический аппарат (ЭА) – это электротехническое устройство, предназначенное для изменения, регулирования, измерения и контроля электрических и неэлектрических параметров различных устройств, машин, механизмов и т. п., а также для их защиты от перегрузок при недопустимых или аварийных режимах работы.

Классификация электрических аппаратов

- 1. По назначению, т. е. основной функции выполняемой аппаратом.**
- 2. По принципу действия.**
- 3. По характеру работы.**
- 4. По роду тока (постоянного или переменного).**
- 5. По величине тока.**
- 6. По величине напряжения (до 1 кВ и выше).**
- 7. По исполнению.**
- 8. По степени защиты (IP).**
- 9. По конструкции.**

Классификация ЭА по назначению

- 1. Коммутационные аппараты.**
- 2. Ограничивающие аппараты.**
- 3. Аппараты управления (пускорегулирующие):**
 - а) аппараты ручного управления;**
 - б) аппараты дистанционного управления.**
- 4. Аппараты защиты.**
- 5. Контролирующие аппараты.**
- 6. Аппараты для измерений.**

Коммутационные аппараты

Основная функция - переключение в цепях.

Особенности: относительно редкое их включение и отключение.

К ним относятся:

рубильники, пакетные выключатели, выключатели нагрузки, отделители, короткозамыкатели, выключатели высокого напряжения, разъединители, автоматические выключатели, предохранители.

Ограничивающие аппараты

Основная функция - ограничение токов короткого замыкания и перенапряжений.

К ним относятся: реакторы, разрядники, ограничители перенапряжений.

Аппараты управления

Основная функция - это управление электроприводами и другими потребителями электрической энергии.

Предназначены для пуска, торможения, реверсирования, регулирования скорости вращения, напряжения, тока электрических машин, станков, механизмов или для пуска и регулирования параметров других потребителей электроэнергии в системах электроснабжения.

Особенности: частое включение, отключение - до 3600 раз в час, т.е. 1 раз в секунду.

К ним относятся:

- электрические **аппараты ручного управления** - пакетные выключатели и переключатели, рубильники, универсальные переключатели, контролеры и командоконтролеры, реостаты и др.;
- электрические **аппараты дистанционного управления** - электромагнитные реле, пускатели, контакторы и т. д.

Аппараты защиты

Предназначены для коммутации электрических цепей, защиты электрооборудования и электрических сетей от сверхтоков, т.е. токов перегрузки, пиковых токов, токов короткого замыкания.

К ним относятся: плавкие предохранители, тепловые и токовые реле, автоматические выключатели и др.

Контролирующие аппараты

Основная функция: контроль за заданными электрическими и неэлектрическими параметрами.

Предназначены для контроля заданных электрических или неэлектрических параметров. К этой группе относятся датчики, которые преобразуют электрические или неэлектрические величины в электрические и выдают информацию в виде электрических сигналов.

К ним относятся: датчики тока, давления, температуры, положения, уровня, фотодатчики, а также реле, реализующие функции датчиков (например, реле контроля скорости (РКС)), реле времени, реле напряжения, реле тока.

Аппараты для измерений

- Изолируют цепи первичной коммутации (главного тока) от цепей измерительных и защитных приборов.
- Преобразуют измеряемую величину до стандартного значения, удобного для измерений.

К ним относятся: трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, делители напряжения.

Классификация ЭА по принципу действия

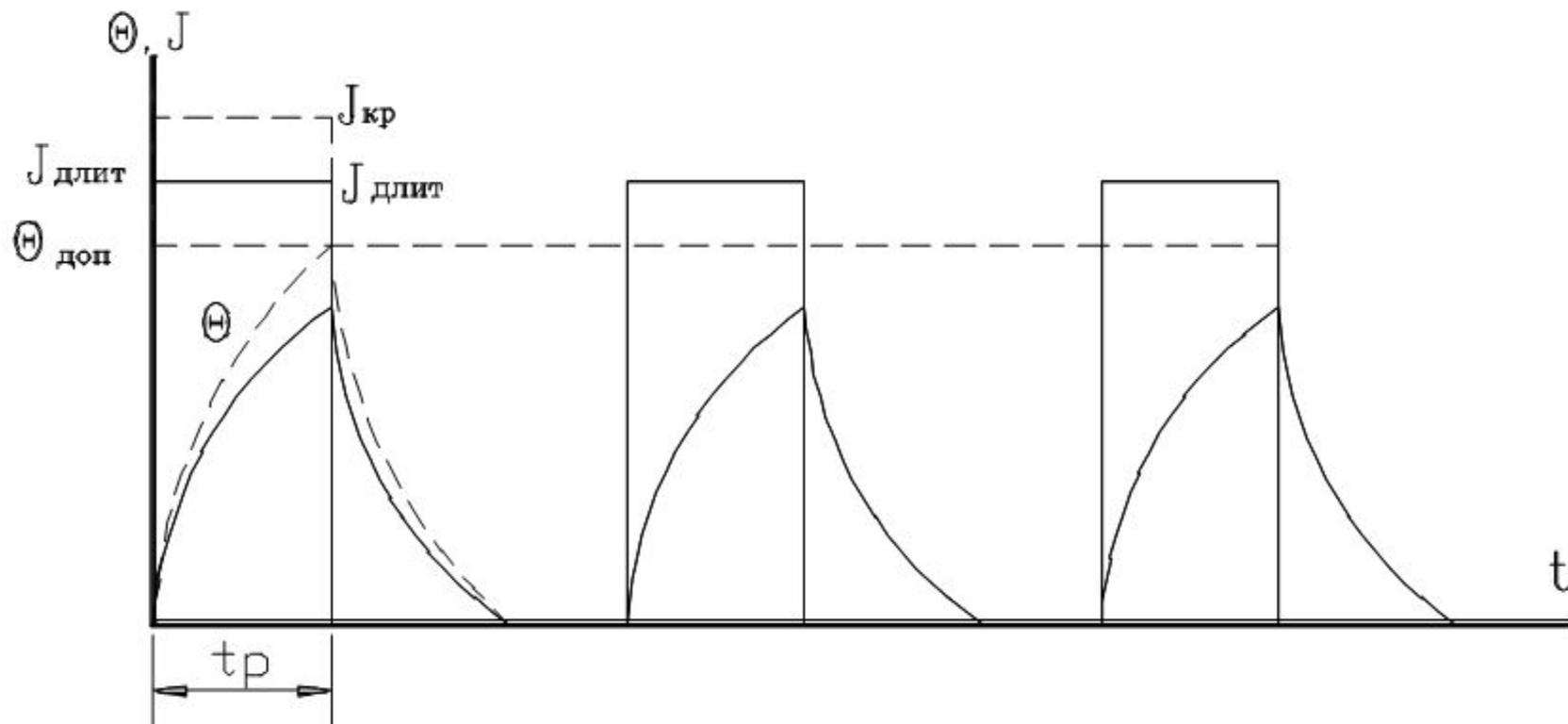
- 1. Коммутационные ЭА** - для замыкания и размыкания электрических цепей при помощи контактов, соединенных между собой для обеспечения перехода тока из одного контакта в другой или удаленных друг от друга для разрыва электрической цепи (рубильники, переключатели, ...).
- 2. Электромагнитные ЭА** - действие которых зависит от электромагнитных усилий, возникающих при работе аппарата (контакторы, реле, ...).
- 3. Индукционные ЭА** – действие основано на взаимодействии тока и магнитного поля (индукционные реле).
- 4. Катушки индуктивности** (реакторы, дроссели насыщения).
- 5. Магнитоэлектрические.**
- 6. Тепловые и т.д.**

Классификация ЭА по характеру работы

Различают в зависимости от режима той цепи, в которой они установлены:

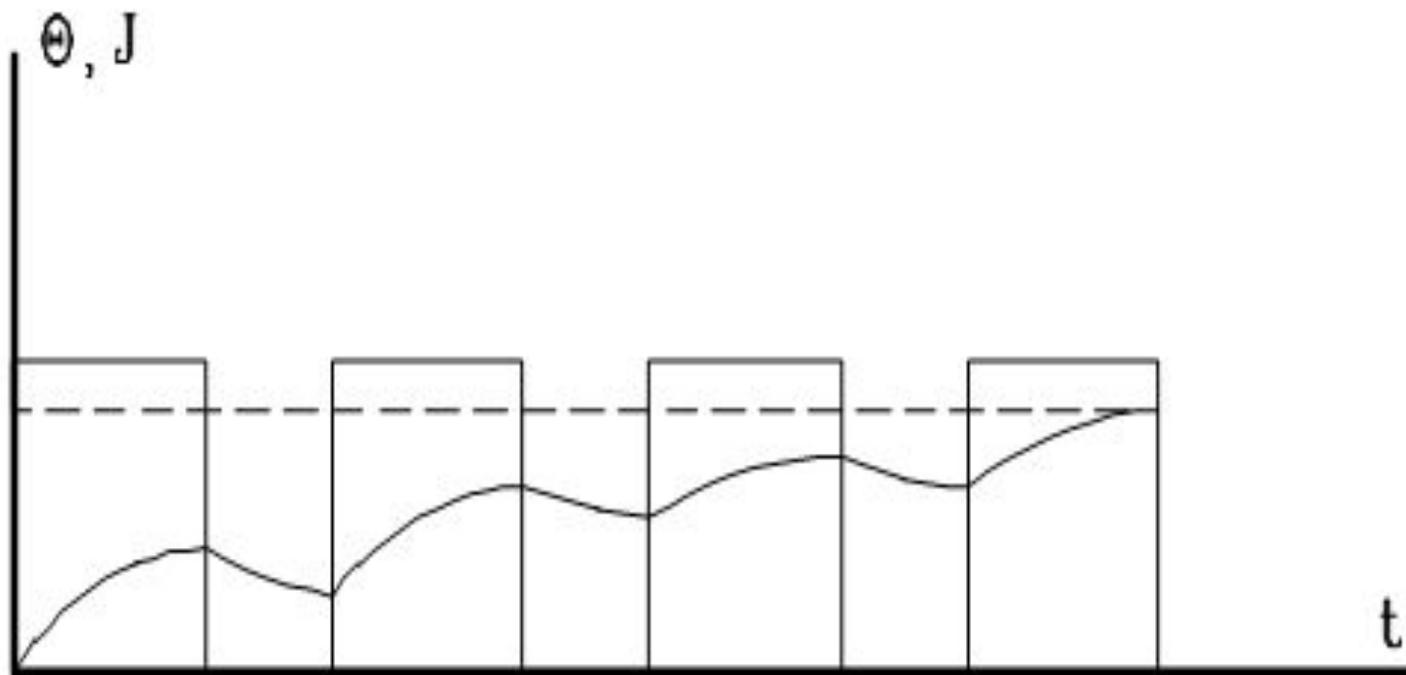
- 1. Аппараты, работающие длительно (ДР).**
- 2. Аппараты, предназначенные для кратковременного режима работы (КР).**
- 3. Аппараты, работающие в условиях повторно-кратковременной нагрузки (ПКР).**

Кратковременный режим (КР)



Кратковременный режим - режим, когда температура электрического аппарата не достигает своего установившегося значения и в период пауз тока температура электрического аппарата успевает снизиться до температуры окружающей среды.

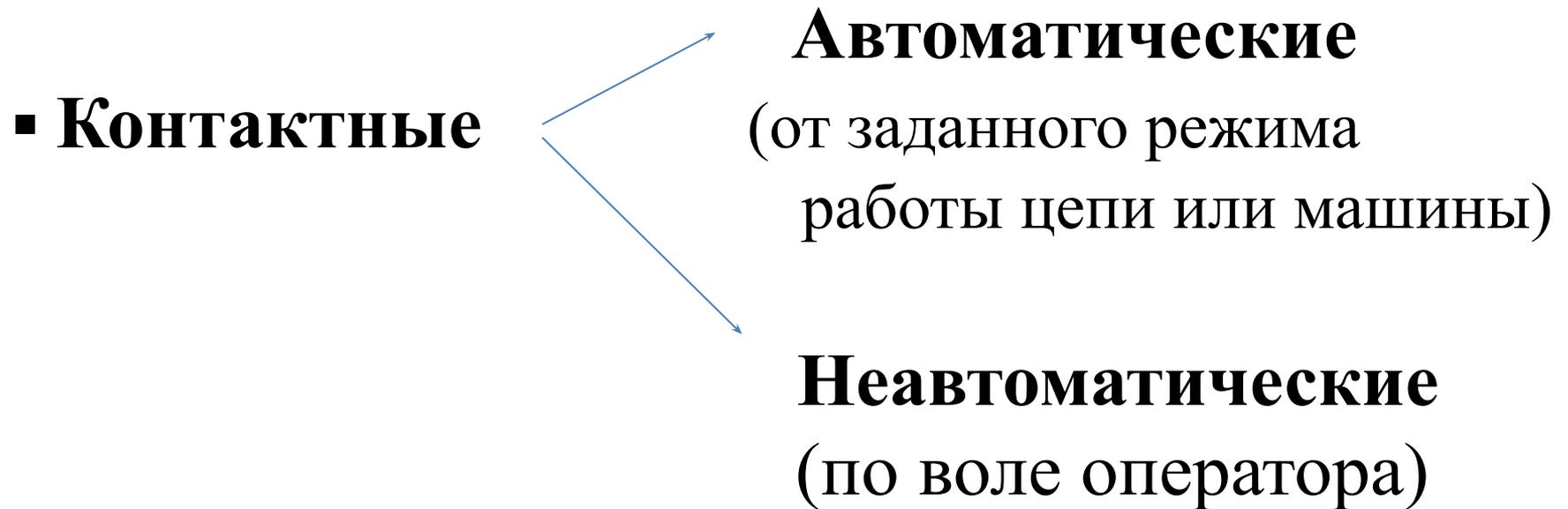
Повторно-кратковременный режим (ПКР)



Повторно-кратковременный режим - режим, когда температура электрического аппарата в период пауз тока не успевает снизиться до температуры окружающей среды.

Классификация ЭА по принципу работы

■ Бесконтактные



Режимы работы ЭА

Номинальный режим работы - режим, когда элемент электрической цепи работает при значениях тока, напряжения и мощности, указанных в техническом паспорте. Это соответствует наивыгоднейшим условиям работы с точки зрения экономичности и надежности (долговечности).

Нормальный режим работы - режим, когда аппарат эксплуатируется при параметрах режима незначительно отличающихся от номинальных.

Аварийный режим работы - режим, когда параметры тока, напряжения, мощности превышают номинальный в два и более раз. К аварийным режимам относят прохождение токов короткого замыкания, тока перегрузки, понижение напряжения в сети. В этом случае объект должен быть отключен.

Общие требования, предъявляемые к ЭА

- 1. Надежность** - основной качественный показатель. Безотказная работа аппарата за все время его эксплуатации. Свойство электрического аппарата выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания и ремонтов, хранения и транспортирования.
- 2. Безотказность** - свойство непрерывно сохранять работоспособность.
- 3. Долговечность** - свойство длительно сохранять работоспособность - сумма интервалов времени безотказной работы.
- 4. Ремонтопригодность** - приспособленность к восстановлению работоспособности. **Ремонт электрических аппаратов** – это комплекс операций по восстановлению исправности и работоспособности электрических аппаратов, следовательно, восстановления ресурса всего электротехнического устройства.

5. Изоляция ЭА должна быть рассчитана на возможные перенапряжения, которые могут возникнуть в процессе работы электрической установки.

6. Высокая механическая и электрическая износоустойчивость, а также температура токоведущих элементов не должна превышать допустимых значений.

7. Высокая термическая и динамическая стойкость к нагрузкам.

8. Высокие чувствительность, быстродействие, универсальность.

9. Простота устройства и обслуживания.

10. Экономичность (малогабаритность, наименьший вес аппарата, минимальное количество дорогостоящих материалов для изготовления отдельных частей).

Виды и причины износа ЭА

Механический износ – износ электрических аппаратов в результате длительных постоянных и переменных механических воздействий на отдельные части или детали, в результате которых изменяются их первоначальные формы и качества.

Электрический износ – невозстановливаемая потеря электроизоляционными материалами электрических аппаратов изоляционных свойств.

Моральный износ – результат старения исправного электрического аппарата, дальнейшая эксплуатация которого является нецелесообразной из-за создания нового, технически более совершенного и экономичного аппарата такого же назначения. Моральный износ обусловлен развитием науки и техническим прогрессом.

Исполнение ЭА по степени защиты

(IP — Ingress Protection Rating)

Обозначение степени защиты	Защита от проникновения твердых тел и соприкосновения персонала с токоведущими и вращающимися частями	Защита от проникновения воды
0	отсутствует	отсутствует
1	Большого участка человеческого тела, например, руки и твердых тел размером более 50 мм	Капель, падающих вертикально
2	Пальцев или предметов длиной не более 80 мм и твердых тел размером более 12 мм	Капель при наклоне оболочки до 15° в любом направлении относительно нормального положения
3	Инструмента, проволоки и твердых тел диаметром более 2,5 мм	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали
4	Проволоки, твердых тел размером более 1 мм	Брызг, падающих на оболочку в любом направлении
5	Пыли в количестве недостаточном для нарушения работы изделия	Струй, выбрасываемых в любом направлении
6	Защита от пыли полная (пыленепроницаемые)	Волн (вода при волнении не должна попасть внутрь)
7	-	При погружении в воду на короткое время

Виды исполнения ЭА по степени защиты (примеры):

- 1. Открытое исполнение - IP00**
- 2. Защищенные - IP21, IP22 (не ниже).**
- 3. Брызгозащищенные, каплезащищенные - IP23, IP24.**
- 4. Водозащищенные - IP55, IP56.**
- 5. Пылезащищенные - IP65, IP66.**
- 6. Закрытое - IP44 - IP54.**

У этих аппаратов внутреннее пространство изолировано от внешней среды.

- 7. Герметичное - IP67, IP68.**

Эти аппараты выполнены с особо плотной изоляцией от окружающей среды.

Классификация ЭА по защите от внешней среды

Взрывозащищенные – выполненные для работы во взрывоопасной среде.

Влагостойкие – выдерживающие воздействие влаги без изменений, препятствующих их нормальной работе.

Нагревостойкие – выдерживающие воздействие высоких температур без изменений, препятствующих их нормальной работе.

Химически стойкие - выдерживающие воздействие химических реагентов без изменений, препятствующих их нормальной работе.

Климатическое исполнение ЭА

У (N) - умеренный климат

ХЛ (NF) - холодный климат

ТВ (TH) - тропический влажный климат

ТС (TA) - тропический сухой климат

Т – тропический климат

О (U) - все климатические районы, на суше, реках и озерах

М - умеренный морской климат

ОМ - все районы моря

В - все макроклиматические районы на суше и на море

Категории размещения ЭА

- 1. ЭА, предназначенные для работы на открытом воздухе.**
- 2. ЭА, предназначенные для работы на открытом воздухе под навесом, в палатке, механическом кожухе.**
- 3. ЭА, предназначенные для работы в закрытом помещении без отопления (например, трансформаторные подстанции).**
- 4. ЭА, предназначенные для работы в закрытых помещениях с отоплением.**
- 5. ЭА, предназначенные для работы в помещениях с повышенной влажностью и почве (например, шахты, подвалы).**

Электрические контактные аппараты

Переключение цепей осуществляется *электромеханическими элементами* путем перемещения подвижных частей аппарата.

✓ Достоинства:

- просты в изготовлении и обслуживании,
- только такие элементы обеспечивают гальваническую развязку цепей, отвечают требованиям электробезопасности в отношении обесточивания цепей и снятия напряжения.

✓ Недостатки:

- механическая и магнитная инерционность;
- нестабильность характеристик вследствие изнашиваемости частей;
- незащищенность от воздействия большого числа внешних и внутренних возмущений;
- относительно низкая надежность и, особенно, ремонтпригодность.

Электрические и электронные бесконтактные аппараты

Бесконтактный электрический аппарат – устройство, предназначенное для включения и отключения электрических цепей без физического разрыва самой цепи.

Включение, отключение и переключение тока в электрической цепи осуществляется скачкообразным изменением внутреннего сопротивления управляемого элемента, включенного в цепь последовательно с нагрузкой (*магнитные усилители (МУ) с обратной связью*, работающие в релейном режиме и *полупроводниковые приборы*, меняющие своё сопротивление в зависимости от силы тока управления).

Магнитный усилитель – электромагнитное устройство с управляемой индуктивностью, которое служит для регулирования тока в цепи нагрузки с помощью подмагничивания ферромагнитных сердечников постоянным током.

Электронные аппараты

Включение, отключение и регулирование параметров осуществляются с помощью бесконтактных силовых *полупроводниковых элементов* (тиристоров, транзисторов, диодов).

Электронные аппараты

Достоинства:

- Минимальная инерционность.
- Характеристики стабильны в течение продолжительного времени.
- Высокая надежность работы аппаратов (но не происходит абсолютного разъединения отключаемых цепей).
- Высокое быстродействие.
- Большой срок службы (под воздействием вибраций или в атмосфере ядовитых газов).

Недостатки:

- Рост перегрузок по току и увеличение перенапряжений в коммутируемой цепи.
- Большие потери энергии во включенном состоянии.
- Влияние температуры и радиации.

Комбинированные (гибридные) аппараты

- Высокая износостойкость.
- Большая перегрузочная способность.
- Относительно малые габариты.
- Малые потери во включенном состоянии.
- Повышенная надежность.
- Долговечность.

Основные материалы, применяемые в аппаратостроении

- 1. Проводниковые** – медь, латунь, алюминий, сталь и др.
- 2. Ферромагнитные** – сталь разных марок и ее сплавы.
- 3. Изоляционные.**
- 4. Дугостойкие изоляционные** – асбест, керамика,
пластмассы и др.
- 5. Сплавы высокого сопротивления.**
- 6. Контактные материалы** – серебро, медь,
металлокерамика.
- 7. Биметаллы.**
- 8. Конструкционные** – металлы, пластмассы,
изоляционные материалы.