



ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»
Электроэнергетический факультет

Кафедра «Электрические станции, подстанции и диагностика электрооборудования»

Лекции по дисциплине «Электрические и электронные аппараты»

Лекции: 30 ч. (15 шт./2 ч. на лекцию).

составил: ст. преподаватель С.Н. Литвинов

Практические: 12 ч. на подгруппу (6 шт./2 часа на семинар).

Лабораторные: 12 ч. на подгруппу (3 шт./4 часа на лаб.).

Аудитория проведения лабораторных занятий: В107.

Аттестация: экзамен.



ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»
Электроэнергетический факультет
Кафедра «Электрические станции, подстанции и диагностика электрооборудования»

Лекция №1.2 Режимы работы, классификация, требования. Климатическое исполнение и защитные оболочки аппаратов.



Общие сведения об электрических аппаратах

Электрический аппарат – это электротехническое устройство (прибор), предназначенное для управления электрической мощностью и/или преобразования, измерения параметров электрической энергии или других параметров режима работы сети/оборудования (ток, напряжение, частота, количество фаз и т.д.);

Основные функции:

- 1) Коммутационная (включение или отключение) электрических цепей;
- 2) Защита электрического оборудования от аварийных режимов, а людей и животных от поражения электрическим током;
- 3) Контроль, регулирование и измерение параметров электрической энергии (величина тока, напряжения, активной, реактивной и полной мощности и энергии и т.д.).

Область применения:

- 1) Бытовое;
- 2) Транспорт;
- 3) Промышленность;
- 4) Энергетика (электрические станции, подстанции (электрические сети)).



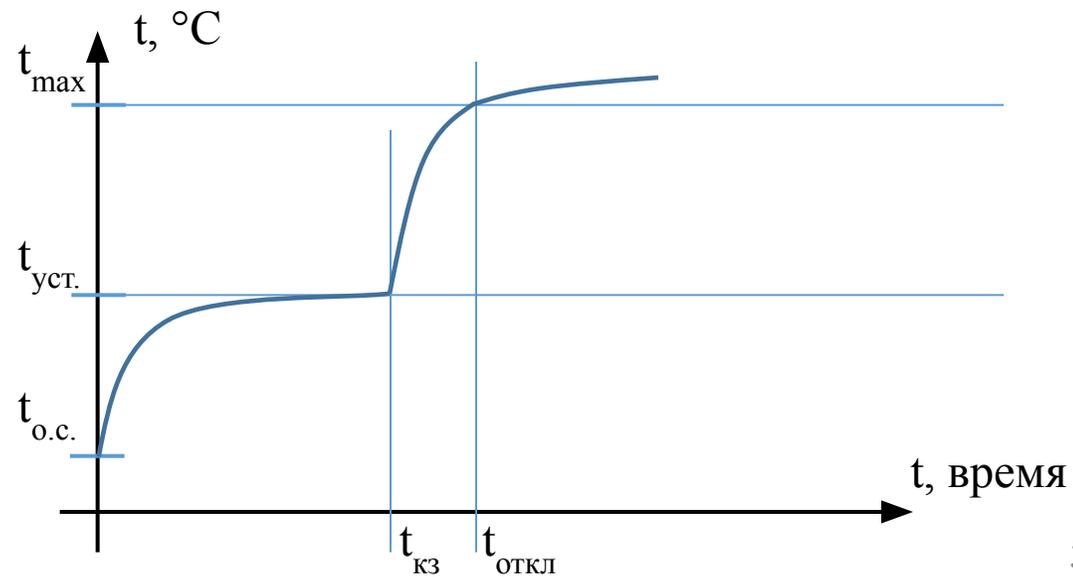
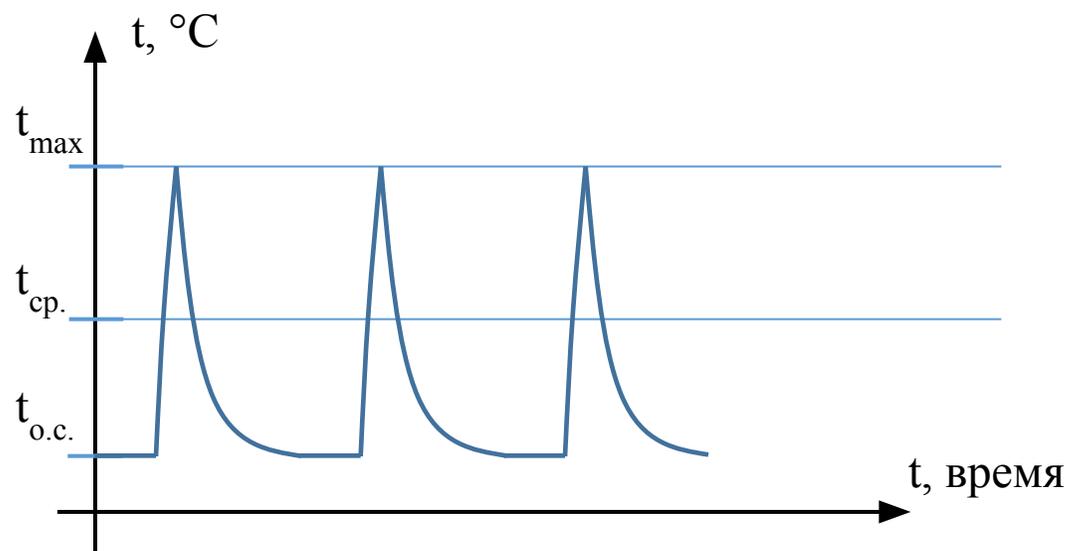
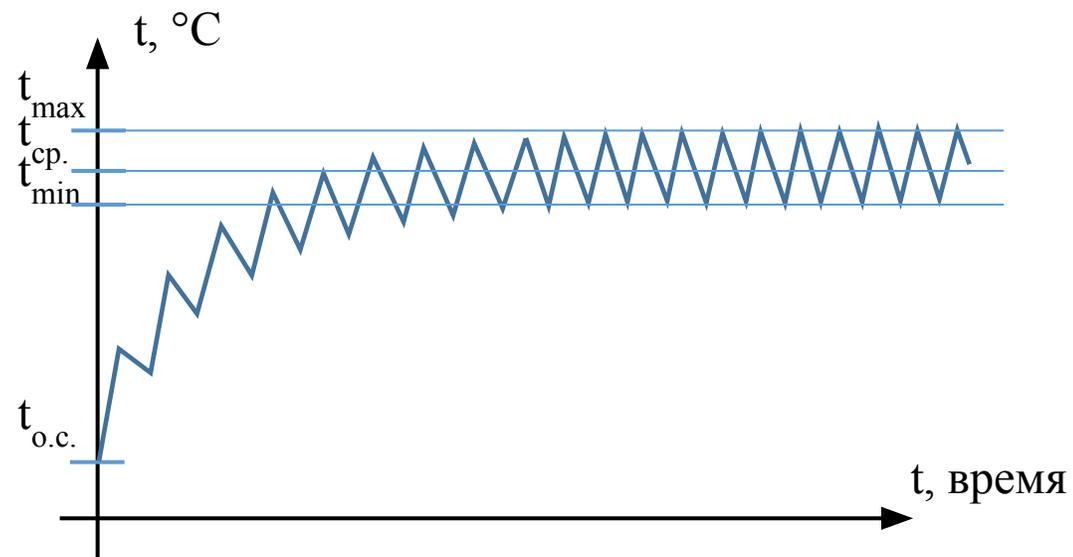
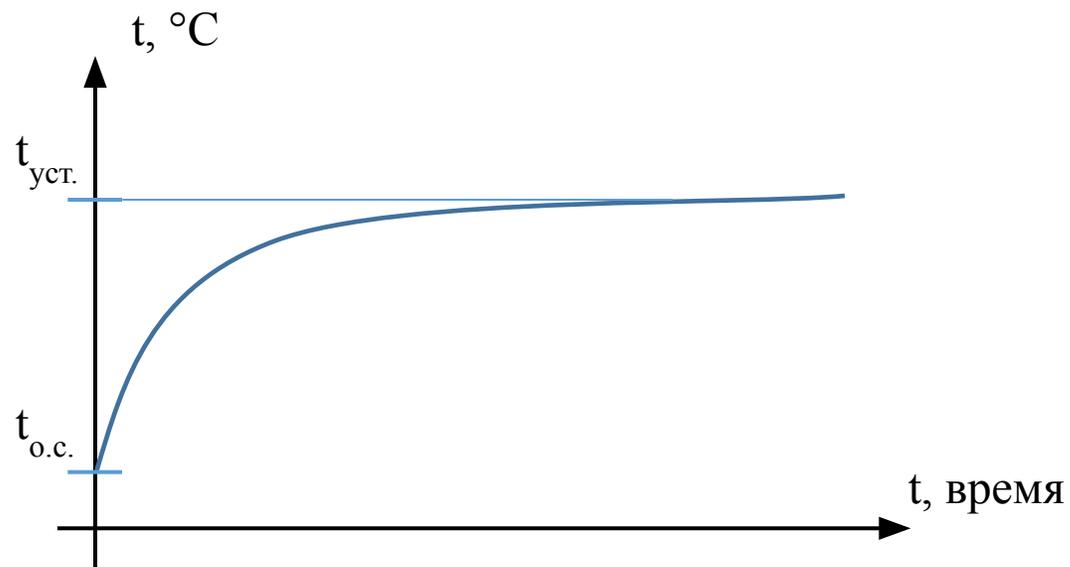
Общие сведения об электрических аппаратах. Режимы работы

По времени действия и величине нагрева:

- 1. Продолжительный.** Аппаратом достигается установившееся значение температуры (превышения) нагрева при протекании нормированного тока. Если изготовителем нормируется время протекания тока, такой режим называется *прерывисто-продолжительным*;
- 2. Повторно-кратковременный.** Температура (превышение) аппарата не достигает установившегося значения, при протекании тока, а во время бестоковой паузы не успевает снизиться до значения температуры окружающей среды;
- 3. Кратковременный.** Температура (превышение) аппарата не успевает достичь установившегося значения при протекании тока, а за время бестоковой паузы температура падает до значения окружающей среды;
- 4. Аварийный (короткое замыкание).** Температура (превышение) аппарата значительно превосходит установившееся значение продолжительного режима в краткосрочном периоде (1÷4 с.). Интенсивный нагрев может вызвать разрушение аппарата, если не ликвидировать аварию.



Общие сведения об электрических аппаратах. Режимы работы





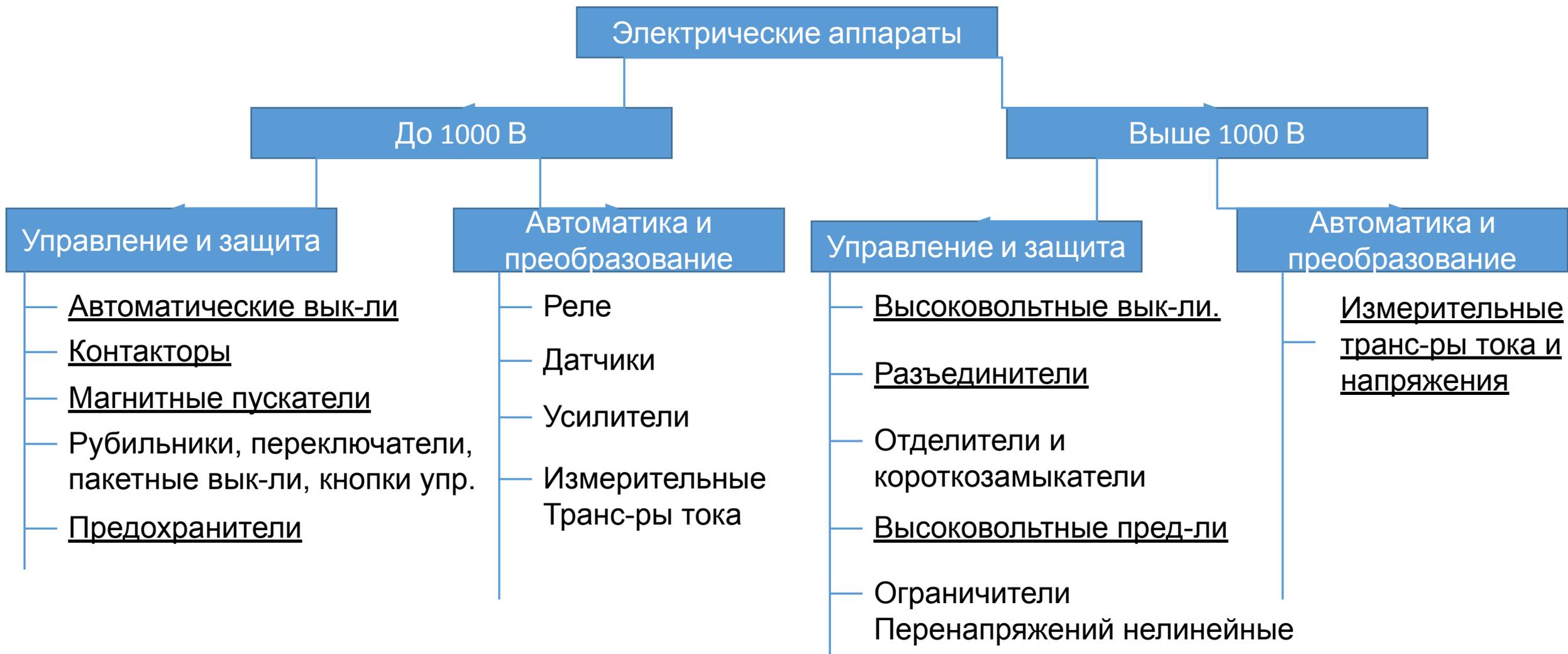
Общие сведения об электрических аппаратах. Режимы работы

По величине параметров режима (токи, напряжения):

- 1. Нормальный установившийся.** Параметры режима достигают нормированных (как правило близких к номинальным) значений и отклоняются от них незначительно;
- 2. Нормальный переходный.** Связан с эксплуатационными изменениями схемы электроснабжения предприятия или схемы питающей сети. Значения параметров режима увеличиваются или уменьшаются с различной скоростью, но не превосходят нормированных значений. За таким переходным режимом как правило следует нормальный установившийся;
- 3. Аварийный переходный.** Параметры изменяются резко вследствие аварийного изменения в электрической схеме. Такой режим не должен существовать долго;
- 4. Послеаварийный установившийся.** Возникает после аварийного отключения части элементов схемы;
- 5. Перегрузка.** Частный случай нормального установившегося (например во время ремонтных компаний) или послеаварийного режима, когда параметры режима выходят за нормированные значения, однако аппарат может сохранять при этом свои свойства длительное время. Если режим перегрузки длится слишком долго, то цепь должна быть отключена автоматически или вручную.

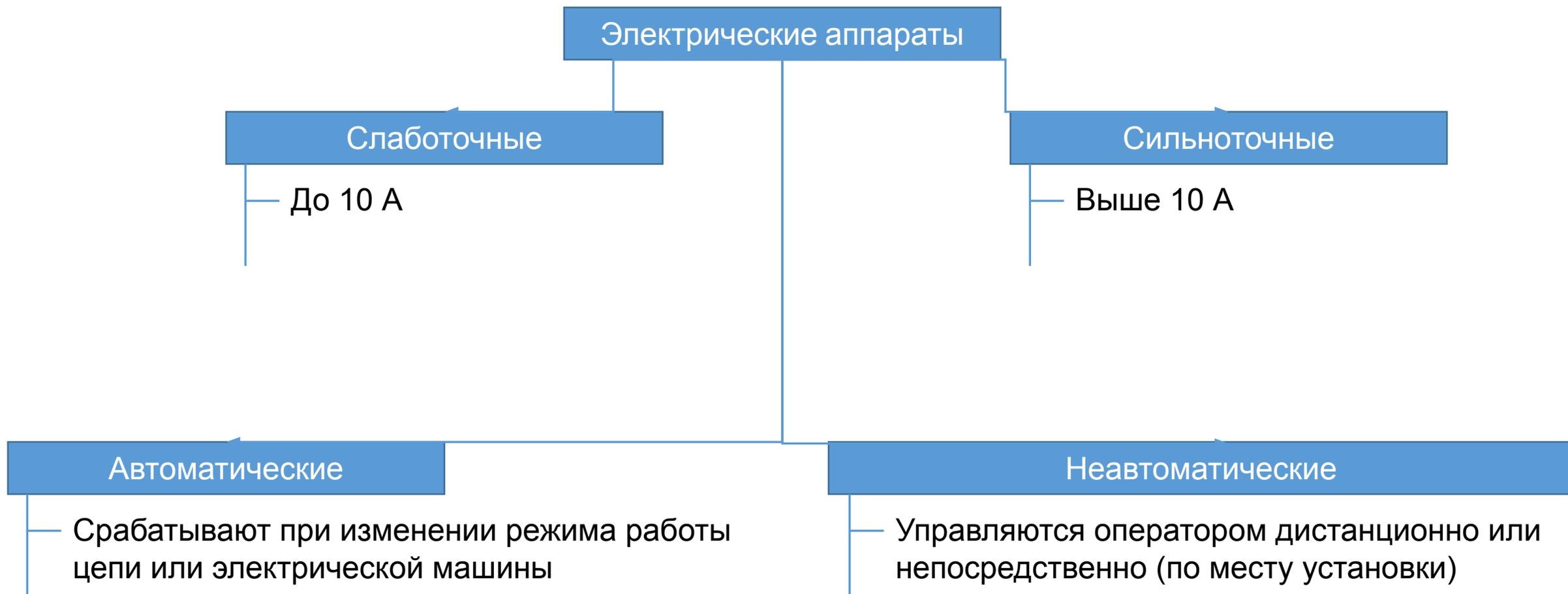


Классификация электрических аппаратов по назначению





Классификация электрических аппаратов по величине коммутируемого тока и способу управления



Автоматические аппараты чаще всего имеют возможность дистанционного и/или местного управления!



Основные требования к электрическим аппаратам

- 1) **Температура** аппарата не должна превосходить некоторого определенного значения, устанавливаемого для данного аппарата и его деталей при протекании тока через его контакты.
- 2) **В каждой электрической цепи** может быть ненормальный (перегрузка) или аварийный (короткое замыкание) режим работы. Ток, протекающий по аппарату в этих режимах, существенно (в 50 и более раз) превышает номинальный, или рабочий, ток. Аппарат подвергается в течение определенного времени чрезмерно большим термическим и электродинамическим воздействиям тока, однако он должен выдерживать эти воздействия без каких-либо деформаций, препятствующих дальнейшей его работе.
- 3) **Каждый электрический аппарат** работает в цепи с определенным напряжением, где возможны также и перенапряжения. Однако электрическая изоляция аппарата должна обеспечивать надежную работу аппарата при заданных значениях перенапряжений.
- 4) **Контакты аппаратов** должны быть способны включать и отключать все токи рабочих режимов, а многие аппараты – также и токи аварийных режимов, которые могут возникнуть в управляемых и защищаемых цепях.
- 5) **К каждому электрическому аппарату** предъявляются требования по надежности и точности работы, а также по быстродействию.
- 6) **Любой электрический аппарат** должен, по возможности, иметь наименьшие габариты, массу и стоимость, быть простым по устройству, удобным в обслуживании и технологичным в производстве.



Основные требования к защитным электрическим аппаратам

- 1) **Аппараты защиты** должны по своей отключающей способности соответствовать максимальному значению тока *короткого замыкания* (КЗ) в начале защищаемого участка электрической сети.
- 2) **Защита от токов КЗ** должна осуществляться с наименьшим временем отключения и с обеспечением требований *относительной селективности*. **Селективность** – свойство, характеризующее способность аппарата отключать именно поврежденный элемент. При абсолютной селективности отключается только элемент защищаемый непосредственно (в ближней зоне). При относительной селективности аппараты могут отключать поврежденные элементы соседних участков с выдержкой времени.
- 3) **Аппараты защиты должны** надежно отключать участки сети при следующих видах КЗ на них (как в конце, так и в любой точке): одно-, двух- и трехфазные в сетях с глухозаземленной нейтралью, двух- и трехфазные в сетях с изолированной нейтралью.
- 4) **Номинальные токи** плавких вставок предохранителей и токи срабатывания автоматических выключателей должны быть минимально возможными и выбираться по расчетным токам нагрузки таким образом, чтобы эти аппараты не отключали питание электроприемников при кратковременных перегрузках, например при запуске электродвигателей или включении преобразовательных агрегатов.
- 5) В сетях, защищаемых от длительных токовых перегрузок (электрические сети внутри помещений, выполненные проводниками с горючей оболочкой или изоляцией, осветительные сети, бытовые сети и т.д.) аппараты защиты по отношению к длительно допустимым токовым нагрузкам проводников должны иметь кратность, не превышающую значений, указанных в ПУЭ.



Места установки защитных аппаратов (согласно ПУЭ)

- 1) **Аппараты защиты** необходимо располагать в местах, доступных для обслуживания, но без возможности их механических повреждений. При работе с ними должна быть исключена опасность для обслуживающего персонала и окружающих предметов
- 2) **Аппараты защиты** следует устанавливать во всех точках сети, где сечение проводников уменьшается по направлению к местам потребления электроэнергии.
- 3) **Предохранители и автоматические выключатели** необходимо устанавливать на всех нормально незаземленных фазных проводах. Установка аппаратов защиты в нулевых проводах, в том числе двухпроводных группах, не требуется, а на головных участках запрещается. Исключения могут составлять сети во взрывоопасных помещениях класса В-I.
- 4) **Установка аппаратов** в нулевых защитных проводниках запрещается.
- 5) Если это признано целесообразным по условиям эксплуатации, допускается не устанавливать аппараты защиты: (см. учебное пособие А.И. Агеев, А.А. Шульпин «Коммутационная и защитная аппаратура электрических сетей напряжением до 1000 вольт» на стр. 30)



Степень защиты оболочек (код IP) по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89)

Степень защиты обозначается цифро-буквенным кодом, который позволяет понять уровень защищенности (обеспечиваемый оболочкой) от прикосновения к опасным частям, от проникновения посторонних твердых тел и от проникновения воды. Может рассматриваться пустая оболочка. Если степень защиты зависит от монтажного положения, то в технической документации указываются все варианты. Если степень защиты одной из характеристик (или нескольких характеристик) не установлена (не нужна или не известна), она заменяется на букву X (либо XX, если опущены две цифры). Дополнительные и (или) вспомогательные буквы опускаются без замены.

Состав кода IP (пример)

IP23CH

International protection (Международная защита)				Степень защиты от проникновения внешних твердых предметов (0 – 6). В старом стандарте дополнительно – защита от доступа к опасным частям
Первая характеристическая цифра				Степень защиты от вредного воздействия в результате проникновения воды (0 – 8)
Вторая характеристическая цифра				Степень защиты от доступа к опасным частям (A, B, C, D)
Дополнительная буква				Дополнительная информация (H, M, S, W)
Вспомогательная буква (ставится после второй цифры или дополнительной буквы)				



Элементы кода IP и их обозначения

Защита от доступа к опасным частям, обозначаемая первой характеристической цифрой

Цифра	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
0	Нет защиты	–
1	Защищено от доступа к опасным частям тыльной стороной руки	Щуп доступности — сфера диаметром 50 мм — должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
2	Защищено от доступа к опасным частям пальцем	Испытательный шарнирный палец диаметром 12 мм и длиной 80 мм должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
3	Защищено от доступа к опасным частям инструментом	Щуп доступности диаметром 2.5 мм не должен проникать внутрь оболочки
4	Защищено от доступа к опасным частям проволокой	Щуп доступности диаметром 1,0 мм не должен проникать внутрь оболочки
5	Защищено от доступа к опасным частям проволокой	Щуп доступности диаметром 1.0 мм не должен проникать внутрь оболочки
6	Защищено от доступа к опасным частям проволокой	Щуп доступности диаметром 1,0 мм не должен проникать внутрь оболочки



Элементы кода IP и их обозначения

Защита от внешних твердых предметов

Цифра	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
0	Нет защиты	–
1	Защищено от внешних твердых предметов диаметром больше или равным 50 мм	Щуп-предмет — сфера диаметром 50 мм — не должен проникать полностью
2	Защищено от внешних твердых предметов диаметром больше или равным 12.5 мм	Щуп-предмет — сфера диаметром 12.5 мм — не должен проникать полностью
3	Защищено от внешних твердых предметов диаметром больше или равным 2.5 мм	Щуп-предмет диаметром 2,5 мм не должен проникать ни полностью, ни частично
4	Защищено от внешних твердых предметов диаметром больше или равным 1,0 мм	Щуп-предмет диаметром 1,0 мм не должен проникать ни полностью, ни частично
5	Пылезащищено	Проникновение пыли исключено не полностью, однако пыль не должна проникать в количестве, достаточном для нарушения нормальной работы оборудования или снижения его безопасности
6	Пыленепроницаемо	Пыль не проникает в оболочку



Элементы кода IP и их обозначения

**Защита от проникновения воды, обозначаемые второй характеристической цифрой
(цифры 1 – 6 относятся к защите от струй воды, цифры 7 и 8 – от погружения)**

Цифра	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
0	Нет защиты	–
1	Защищено от вертикально падающих капель воды	Вертикально падающие капли воды не должны оказывать вредного воздействия
2	Защищено от вертикально падающих капель воды, когда оболочка отклонена на угол до 15°	Вертикально падающие капли не должны оказывать вредного воздействия, когда оболочка отклонена от вертикали в любую сторону на угол до 15° включительно
3	Защищено от воды, падающей в виде дождя	Вода, падающая в виде брызг в любом направлении, составляющем угол до 60° включительно с вертикалью, не должна оказывать вредного воздействия
4	Защищено от сплошного обрызгивания	Вода, падающая в виде брызг на оболочку с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия
5	Защищено от водяных струй	Вода, направляемая на оболочку в виде струй с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия
6	Защищено от сильных водяных струй	Вода, направляемая на оболочку в виде сильных струй с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия



Элементы кода IP и их обозначения

Цифра	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
7	Защищено от воздействия при временном (непродолжительном) погружении в воду	Должно быть исключено проникновение воды внутрь оболочки в количестве, вызывающем вредное воздействие, при ее погружении на короткое время при стандартизованных условиях по давлению и длительности
8	Защищено от вертикально падающих капель воды	Должно быть исключено проникновение воды в оболочку в количествах, вызывающих вредное воздействие, при длительном погружении в воду при условиях, согласованных между изготовителем и потребителем, однако более жестких, чем условия для цифры 7

Защита от проникновения воды может иметь двойное кодирование

Оболочка успешно выдерживает испытания на воздействие		Обозначение и маркировка	Степень использования
струи воды	временного (непродолжительного) или длительную погружения в воду		
5	7	IPX5/IPX7	Двойная
–	7	IPX7	Ограниченная



Элементы кода IP и их обозначения

Защита от доступа к опасным частям

Буква	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
A	Защищено от доступа тыльной стороной руки	Щуп доступности — сфера диаметром 50 мм — должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
B	Защищено от доступа пальцем руки	Шарнирный испытательный палец диаметром 12 мм и длиной 80 мм должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
C	Защищено от доступа инструментом	Щуп доступности диаметром 2,5 мм и длиной 100 мм должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
D	Защищено от доступа проволокой	Щуп доступности диаметром 1,0 мм и длиной 100 мм должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей



Элементы кода IP и их обозначения

Дополнительная информация

Буква	Значение
H	Высоковольтные аппараты
M	Испытуемое на соответствие степени защиты от вредных воздействий, связанных с проникновением воды: оборудование с движущимися частями (например, ротором вращающейся машины), находящимися в состоянии движения
S	Испытуемое на соответствие степени защиты от вредных воздействий, связанных с проникновением воды: оборудование с движущимися частями (например, ротором вращающейся машины), находящимися в состоянии неподвижности
W	В новом МЭК не используется



Элементы кода IP и их обозначения

Дополнительная информация

Буква	Значение
H	Высоковольтные аппараты
M	Испытуемое на соответствие степени защиты от вредных воздействий, связанных с проникновением воды: оборудование с движущимися частями (например, ротором вращающейся машины), находящимися в состоянии движения
S	Испытуемое на соответствие степени защиты от вредных воздействий, связанных с проникновением воды: оборудование с движущимися частями (например, ротором вращающейся машины), находящимися в состоянии неподвижности
W	В новом МЭК не используется



Климатическое исполнение и категории размещений, согласно ГОСТ 15150-69

Климатическое исполнение

Климатические исполнения изделий	Обозначения		
	буквенные		цифровые
	русские	латинские	
Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках, озерах			
Умеренный климат	У	(N)	0
Умеренный и холодный климат / холодный климат	УХЛ / ХЛ	(NF / F)	1
Влажный тропический климат	ТВ	(TH)	2
Сухой тропический климат	ТС	(TA)	3
Районы как с сухим, так и с влажным тропическим климатом	Т	(T)	4
Районы как с умеренным, так и с тропическим климатом	УТ	(NT)	0
Для всех районов на суше, кроме районов с антарктическим холодным климатом	О	(U)	5



Климатическое исполнение и категории размещений, согласно ГОСТ 15150-69

Климатическое исполнение

Климатические исполнения изделий	Обозначения		
	буквенные		цифровые
	русские	латинские	
Изделия, предназначенные для эксплуатации в макроклиматических районах с морским климатом			
Умеренно-холодный морской климат	М	(M)	6
Тропический морской климат (в том числе для судов каботажного плавания или иных, предназначенных для плавания только в этом районе)	ТМ	(MT)	7
Районы как с умеренно-холодным, так и с тропически морским климатом (в том числе для судов неограниченного района плавания)	ОМ	(MU)	8
Для эксплуатации во всех макроклиматических районах на суше и на море, кроме климатического района с антарктическим холодным климатом (всеклиматическое исполнение)	В	(W)	9