

# ГВУЗ «Национальный горный университет» каф. электропривода



МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»  
для студентов специальности: \_ЕМ, ЕМС

# САПР



**СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР)** – автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

# Подсистемы САПР



**Проектирующие подсистемы** – объектно-ориентированные подсистемы реализующие определенный этап проектирования или группу связанных проектных задач, в зависимости от отношения к объекту проектирования делятся на объектные и инвариантные:

- **объектные** выполняют проектные процедуры и операции, непосредственно связанные с конкретным типом объектов проектирования;
- **инвариантные** выполняют унифицированные проектные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования.

**Обслуживающие подсистемы** – объектно-независимые подсистемы реализующие функции общие для подсистем или САПР в целом, обеспечивают функционирование проектирующих подсистем, оформление, передачу и вывод данных, сопровождение программного обеспечения и т. п., их совокупность называют системной средой (или оболочкой) САПР.

# Классификация САПР (отраслевое назначение)



**MCAD** (англ. *mechanical computer-aided design*) – автоматизированное проектирование механических устройств, машиностроительные САПР, применяются в автомобилестроение, судостроении, авиакосмической промышленности, производстве товаров народного потребления, включают в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования (*SolidWorks*, *Autodesk Inventor*, *CATIA*);

# Классификация САПР (отраслевое назначение)



- **EDA** (англ. *electronic design automation*) или **ECAD** (англ. *Electronic computer-aided design*) – САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств, ИС, печатных плат и т. п., (*Altium Designer, OrCAD*);
- **AEC CAD** (англ. *architecture, engineering and construction computer-aided design*) или **CAAD** (англ. *computer-aided architectural design*) – САПР в области архитектуры и строительства, используются для проектирования зданий, промышленных объектов, дорог, мостов и проч. (*Autodesk Architectural Desktop, Piranesi, ArchiCAD*).

# Классификация САПР (по целевому назначению)



**CAD** (англ. *computer-aided design/drafting*) – средства автоматизированного проектирования, в контексте указанной классификации термин обозначает средства САПР предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, САПР общего назначения. Для обозначения данного класса средств САПР используется также термин *CADD* (англ. *computer-aided design and drafting*) – автоматизированное проектирование и создание чертежей. Системы геометрического моделирования обозначают как *CAGD* (англ. *computer-aided geometric design*).

# Классификация САПР (по целевому назначению)



- **САЕ** (англ. *computer-aided engineering*) – средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.
- **САМ** (англ. *computer-aided manufacturing*) – средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с
- **САРР** (англ. *computer-aided process planning*) – средства автоматизации планирования технологических процессов применяемые на стыке систем CAD и CAM.

# ПО САПР



## Построение электрических принципиальных схем

- *AutoCAD*
- КОМПАС
- *SPLAN*
- *KiCAD*
- *MS VISIO*

## Математическое моделирование электрических схем

- *MatLab*
- *SCiLab*
- *Proteus*
- *ISIS*
- *MultiSim*
- *QUCS*

# ПО САПР



## Проектирование печатных плат

- *Sprint Layout*
- *KiCAD*
- *PCAD*
- *MultiSim Ultiboard*
- *Proteus ARES*

## 3 D проектирование

- *Solid Works*
- *KiCAD*
- *MultiSim Ultiboard*
- *AutoCAD*
- КОМПАС *Wings 3D*

# ПО САПР



## Комплекс составления документации

- *AutoCAD Electrical*
- КОМПАС электрик
- *Eplan P8*
- *ElectricS7*

## Презентация продукта

- *Microsoft Power Point*
- *Google Docs*
- *SlideRocket*
- *280 Slides*
- *Prezi*

# Пример



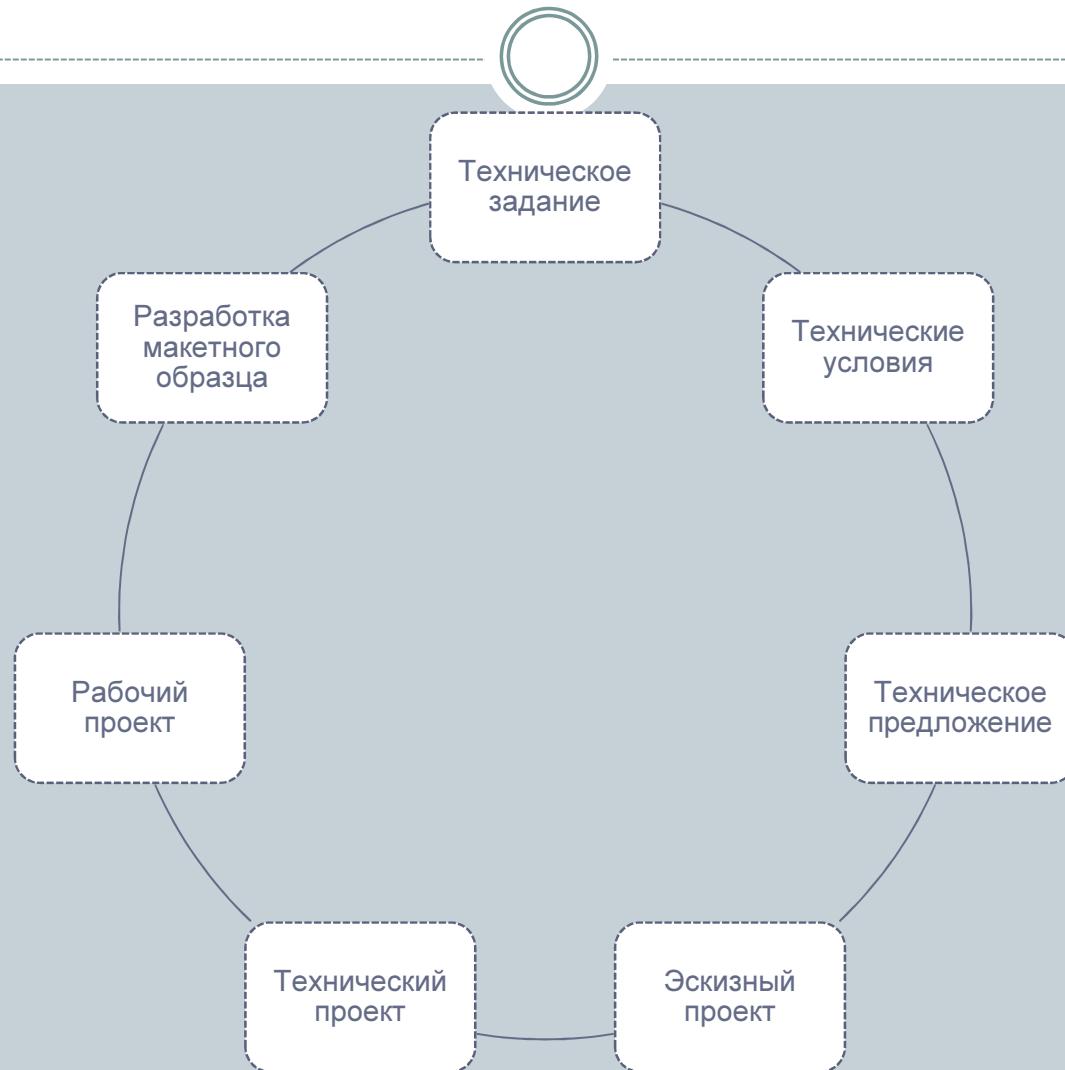
При проектировании электропривода необходимо выдавать следующие виды документов:

- 1) техническое задание, которое выдает заказчик в письменном виде, например, выполненном в *MS Word*, или в устном.
- 2) составление электрической принципиальной схемы с перечнем элементов (*AutoCAD*, КОМПАС, *BrisCAD*, *SPlan*, *KiCAD*).
- 3) проверка работоспособности электрической принципиальной схемы по математическим моделям (*SciLAB*, *QUCS*, *MatLab*, *MultiSim*, *PROTEUS*).
- 4) подготовка документации для производства печатных плат систем управления (*Sprint Layout*, *PCAD*, *KiCAD*).
- 5) написание программного обеспечения на программные элементы, входящие в электрические схемы электропривода. А также в связи с этим написания пояснительной записки на программное обеспечение, руководство оператора и т.п.
- 6) составление заказной документации, необходимой для закупки оборудования.



# **СОСТАВ КОМПЛЕКТА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

# Стадии разработки конструкторской документации



# Техническое задание

---

- перечень требований, условий, целей, задач, поставленных заказчиком в письменном виде, документально оформленных и выданных исполнителю работ проектно-исследовательского характера. Такое задание обычно предшествует разработке строительных, конструкторских проектов и призвано ориентировать проектанта на создание проекта, удовлетворяющего желаниям заказчика и соответствующего условиям использования, применения разрабатываемого проекта, а также ресурсным ограничениям.

# Технические условия



- основные аспекты: общее представление об использовании, стандарты и рекомендации, ограничения по использованию материалов;
- характеристики источника электропитания, и т.д.;
- использование: схема размещения управляющих устройств, режимы работы, частота применения и т.д.;
- функциональные особенности: выполняемые функции, их возможное расширение, диалог оператора с устройством, периферийные устройства;
- окружающая среда: температура, влажность, вибрация, удары, коррозионно-активная атмосфера, пыль и т.д.;

# Технические условия



- специальное программное обеспечение: справочные диагностические программы, контроль, протоколы связи и т.д.;
- регулировка: тип, процедуры, идентификация;
- приемосдаточные испытания;
- сопроводительные документы;
- любая другая информация, которая может повлиять на процесс изготовления оборудования, например, упаковка для последующей транспортировки.

## Техническое предложение

---

- совокупность конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий и патентные исследования.

## Эскизный проект



- совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия. Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации.

# Технический проект



- совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации. Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации.

## Рабочий проект

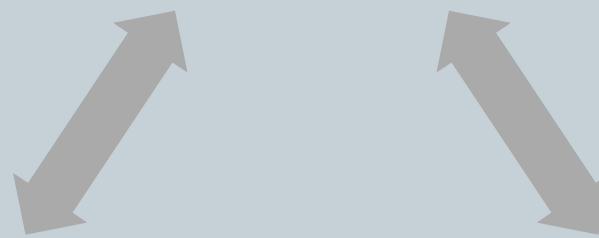


- разработка конструкторской документации опытного образца, изготовления, испытания, корректировка по результатам испытаний. Окончательно разрабатываются и утверждаются чертежи деталей и узлов и др. нормативно – технической документации на изготовление и сборку изделий для проведения его испытания.

# Этапы создания оборудования



проектирование



ввод в  
эксплуатацию

изготовление

# Состав комплекта конструкторской документации



- **Спецификация** – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

\* Спецификация составляется на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект.

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

# Примеры спецификаций

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>			
НГТУ ИГ0218. 008 СБ			
	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>			
1	НГТУ ИГ0218. 001	Корпус	1
2	НГТУ ИГ0218. 002	Губка подвижная	1
3	НГТУ ИГ0218. 003	Подшипник	1
4	НГТУ ИГ0218. 004	Втулка	1
5	НГТУ ИГ0218. 005	Винт	1
6	НГТУ ИГ0218. 006	Пластина	2
7	НГТУ ИГ0218. 007	Кольцо	1
<u>Стандартные изделия</u>			
8	Винт M8x12	1	
	ГОСТ 1476-64		
9	Винт 2M8x22	4	
	ГОСТ 1491-72		
10	Гайка M8	4	
	ГОСТ 5915-70		
11	Шпилька M8x35	4	
	ГОСТ 11765-66		
12	Штифт 6x50	1	
	ГОСТ 3128-70		
НГТУ ИГ0218. 009			
Изм. №	Изм. дат	Подп.	Запись
Ред. №	Фамилия		
Ред. №	Фамилия И.А.		
Изм. №			
Тираж			

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Дешифратор АБВГ.XXXXXX.033	1	
D1	Микросхема К155ТМ2 бк.348.006 ТУ1	1	
D2	Микросхема К155ЛА3 бк.348.006 ТУ1	1	
<u>Резисторы</u>			
R1, R2	МЛТ-0,25-430 Ом ± 10 % ГОСТ ...	2	
R3	МЛТ-0,25-13 Ом ± 10 % ГОСТ ...	1	
R4	ПЛ3-43-60 Ом ± 10 % ... ТУ	1	
SA1	Переключатель АБВГ.XXXXXX.154	1	
A2	1 Блок включения ФЭУ.АБВГ.XXXXXX.249	1	
AB1	Блок индикации АБВГ.XXXXXX.122	1	
<u>Резисторы ГОСТ ...</u>			
R1, R2	МЛТ-0,25-120 Ом ± 10 %	2	
R3	МЛТ-0,25-220 Ом ± 10 %	1	
R4-R6	МЛТ-0,25-120 Ом ± 10 %	3	
LPM1	1.1 Измеритель		
AC1	Блок сигнализации АБВГ.XXXXXX.021	1	
C1, C2	Конденсатор КМ-За-Н30-0,22 ... ТУ	2	
R7	Резистор МЛТ-0,25-470 Ом ± 10 % ГОСТ ...	1	
KLB1-KLB4	2 Переключатель тока	4	
A3	Блок индикации АБВГ.XXXXXX.020	1	
R5	Резистор МЛТ-0,25-4,7 кОм ± 10 % ГОСТ ...	1	
R6, R7	Резистор МЛТ-0,25-4,7 кОм ± 10 % ГОСТ ...	2	

## Состав комплекта конструкторской документации



- **Перечень элементов** - Основные характеристики аппаратов схемы оформленные в виде таблицы и заполненной сверху вниз, где указаны номера позиций по заказной спецификации, обозначения по принципиальной электрической схеме, наименование, тип, количество аппаратов, техническая характеристика и примечания.

# Пример перечня элементов



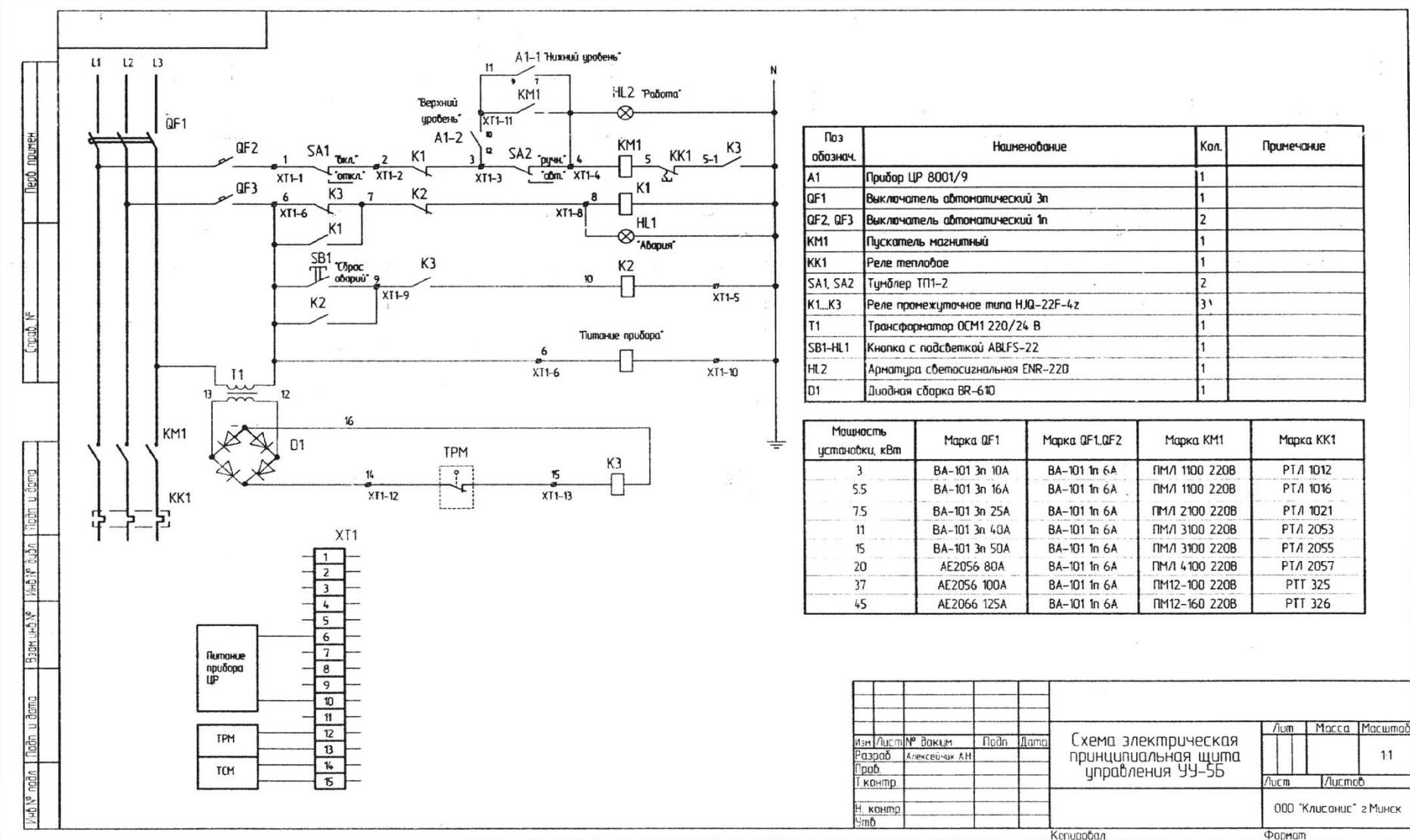
Ном. поз.	Ном. поз.	Наименование	Кол.	Пометка	
				Эдин.	Поз. обозначение
		Конденсаторы К10-73 ЯВЦ.673511.004 ТУ			
		Конденсаторы К50-35 ОХО.464.214 ТУ			
		Конденсаторы К73-178 ОХО.461.104 ТУ			
		Конденсаторы К15-5 ОХО.460.147 ТУ			
		Конденсаторы К10-62 ОХО.460.217 ТУ			
C1,C3		K10-73-15-H90-0.022мкФ	3		
C4		K50-35-16B-47мкФ-II	1		
C5		K50-35-63B-10мкФ-II	1		
C6		K10-73-15-H90-0.1мкФ	1		
C7		K50-35-16B-47мкФ-II	1		
C8		K73-17B-630B-0.1мкФ±20%	1		
C9		K50-35-25B-100мкФ-II	1		
C10		K10-73-15-M47-6200нФ±5%	1		
C11		K73-17B-63B-0.22мкФ±20%	1		
C12		K73-17B-630B-0.1мкФ±20%	1		
C13		K50-35-40B-100мкФ-II	1		
C14		K10-73-15-H90-0.1мкФ	1		
C15,C16		K15-5-5kB-2200нФ-H20	2		
C17		K10-73-15-M1500-4700нФ±20%	1		
C18		K50-35-40B-470нкФ-II	1		
C19		K50-35-160B-1мкФ-II	1		
C20		K10-73-15-M1500-4700нФ±20%	1		
C21		K10-73-15-M1500-4700нФ±20%	1		
C22		K73-17B-250B-0.1мкФ±20%	1		
C23,C24		K10-62-H20-1000нФ±50-20%	2		
C25		K10-73-15-M1500-4700нФ±20%	1		
C26		K50-35-100B-2.2мкФ-II	1		
				АБВГ.0000000.000	
Лист	№ документа	Подпись	Дата		
Разработчик	Помород			Лист	Лист
Проверка	Кудряшов			1	8
Исполнитель					
Ответственный	Кобяков				
Печатная плата Перечень элементов					

## **Состав комплекта конструкторской документации**



- **Сборочный чертеж СБ** - Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.
- **Схема электрическая принципиальная** – Схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия (установки).  
Схемами принципиальными пользуются для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке, контроле и ремонте. Они служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей.

# Схема электрическая принципиальная – пример



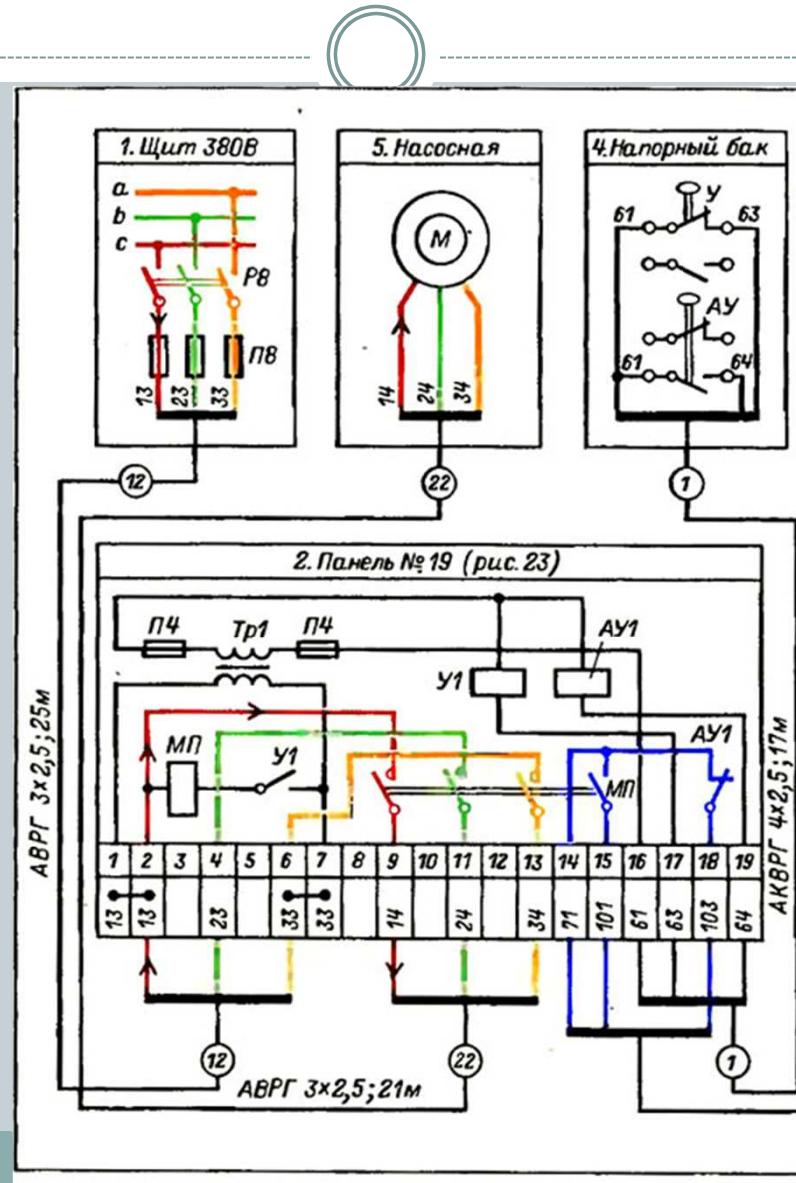
## **Состав комплекта конструкторской документации**



**Схема соединений (монтажная)** - Схема, показывающая соединения составных частей изделия (установки) и определяющая провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т. п.).

Схемами соединений (монтажными) пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь, чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок).

# Схема соединений (монтажная) - пример



# Эксплуатационные документы



- **Эксплуатационные документы** - документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации.
- **Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия** - документ, содержащий сведения, необходимые для монтажа, наладки, пуска, регулирования, обкатки и сдачи изделия и его составных частей в эксплуатацию на месте его применения.

# Инструкция по монтажу



**ИМ** содержит следующие разделы:

- - общие указания;
- - меры безопасности;
- - подготовка изделия к монтажу и стыковке;
- - монтаж и демонтаж;
- - наладка, стыковка и испытания;
- - пуск (опробование);
- - регулирование;
- - комплексная проверка;
- - обкатка;
- - сдача смонтированного и состыкованного изделия.

## Рабочая документация



- совокупность текстовых и графических документов, обеспечивающих реализацию принятых в утвержденной проектной документации технических решений объекта капитального строительства, необходимых для производства строительных и монтажных работ, обеспечения строительства оборудованием, изделиями и материалами и/или изготовление строительных изделий. В состав рабочей документации входят основные комплекты рабочих чертежей, спецификации оборудования, изделий и материалов, сметы, другие прилагаемые документы, разработанные в дополнение к рабочим чертежам основного комплекта.



## **ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБОРУДОВАНИЯ**

## Код IP степень защиты оболочки



- система классификации степеней защиты оболочки электрооборудования от проникновения твёрдых предметов и воды.

Под степенью защиты понимается способ защиты, проверяемый стандартными методами испытаний, который обеспечивается оболочкой от доступа к опасным частям (опасным токоведущим и опасным механическим частям), попадания внешних твёрдых предметов и (или) воды внутрь оболочки. Код имеет вид IPXX, где на позициях X находятся цифры, либо символ X, если степень не определена.

## Код IP степень защиты оболочки



- **Первая** характеристическая цифра указывает на степень защиты, обеспечиваемой оболочкой:
  - - людей от доступа к опасным частям, предотвращая или ограничивая проникновение внутрь оболочки какой-либо части тела или предмета, находящегося в руках у человека;
  - - оборудования, находящегося внутри оболочки, от проникновения внешних твёрдых предметов.
- **Вторая** характеристическая цифра указывает степень защиты оборудования от вредного воздействия воды, которую обеспечивает оболочка.

# Код IP



IP

2

3

C

H

Символы кода \_\_\_\_\_  
(международный код защиты)

Первый символ \_\_\_\_\_  
(цифры 0-6 или буква X)

Второй символ \_\_\_\_\_  
(цифры 0-6 или буква X)

Дополнительные (факультативные)  
символы (A, B, C, D) \_\_\_\_\_

Вспомогательные (факультативные)  
символы (H, M, S, W) \_\_\_\_\_

Если не требуется указывать кодовый символ, он заменяется буквой X  
(XX при опускании обеих цифр). Дополнительные и/или вспомогательные  
буквы могут опускаться без такой замены.

# Код IP



Элемент	Цифры или буквы	Значение для защиты оборудования	Значение для защиты персонала
Символы кода	IP		
Первая цифра	0 1 2 3 4 5 6	Защита от посторонних твердых частиц  (без защиты) Диаметр $\geq 50$ мм Диаметр $\geq 12,5$ мм Диаметр $\geq 2,5$ мм Диаметр $\geq 1,0$ мм Пылезащита Пыленепроницаемость	Защита от доступа к опасным частям с помощью  (без защиты) Руки Пальцы Инструменты Проволока Проволока Проволока
Вторая цифра	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Защита от проникновения воды с вредными последствиями  (без защиты) Вертикально падающие капли Капли, падающие под углом $15^\circ$ Брызги Всплески воды Струи воды Струи воды под большим напором Временное погружение Постоянное погружение	

# Код IP



**Дополнитель-  
ная (факульта-  
тивная) буква**

A  
B  
C  
D

**Защита от прикосновения  
к опасным частям**

Тыльной стороной ладони  
Пальцами  
Инструментом  
Проволокой

**Вспомогатель-  
ная (факульта-  
тивная) буква**

H  
M  
S  
W

**Вспомогательная информация:**

Высоковольтная аппаратура  
Перемещение при гидравлических  
испытаниях  
Неподвижное положение  
при гидравлических испытаниях  
Метеорологические условия

# Климатическое исполнение



- Стандарт по макроклиматическому районированию, условиям эксплуатации, хранения и транспортирования изделий в части воздействия климатических факторов внешней среды. Климатическое исполнение, как правило, указывается в последней группе знаков обозначений технических устройств.

# Климатическое исполнение



Буквенная часть обозначает климатическую зону:

- У — умеренный климат;
- ХЛ — холодный климат;
- УХЛ — умеренный и холодный климат;
- Т — тропический климат;
- М — морской умеренно-холодный климат;
- О — общеклиматическое исполнение (кроме морского);
- ОМ — общеклиматическое морское исполнение;
- В — всеклиматическое исполнение.

# Климатическое исполнение



Цифровая часть означает категорию размещения:

- [1] - на открытом воздухе.
- [2] - под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха.
- [3] - в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, (отсутствие воздействия атмосферных осадков и влаги, прямого солнечного света).

# Климатическое исполнение



[4] - в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в т. ч. хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого или рассеянного солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка, пыли наружного воздуха и конденсации влаги).

[5] - в помещениях с повышенной влажностью (например, в не отапливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в т. ч. шахтах, подвалах в почве, в корабельных и других помещениях, где возможно длительное наличие воды или присутствует частая конденсация влаги на стенах и потолке).

# Конструктивные исполнения электродвигателя по способу монтажа

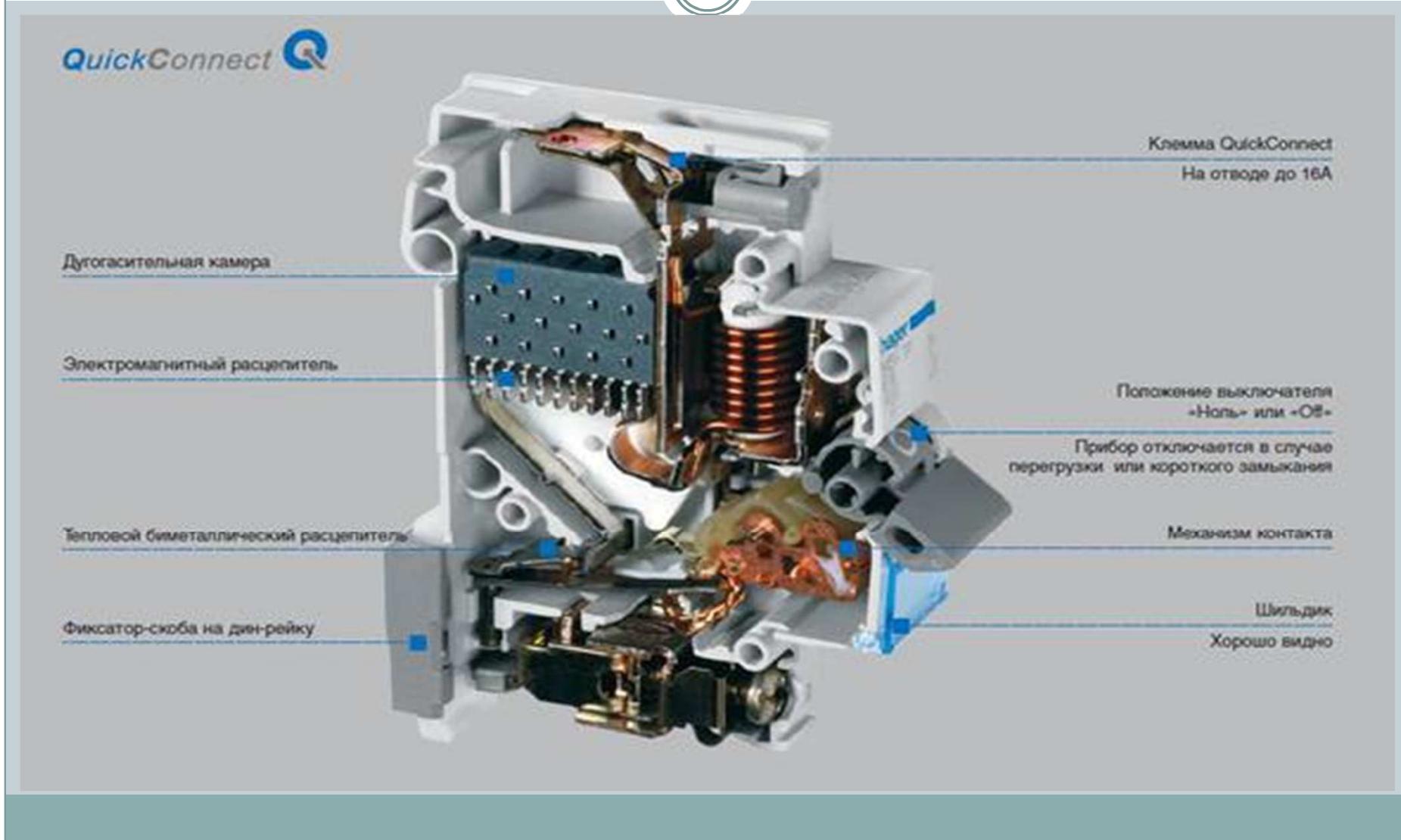


Исполнение по способу монтажа	Вид	Диапазон применения по габаритам	Исполнение по способу монтажа	Вид	Диапазон применения по габаритам	Исполнение по способу монтажа	Вид	Диапазон применения по габаритам
IM1001 (IMB3)		80-315	IM2001 (IMB35)		80-315	IM3001 (IMB5)		80-180
IM1011 (IMV5)		80-250	IM2011 (IMV15)		80-250	IM3011 (IMV1)		80-250
IM1031 (IMV6)		80-250	IM2031 (IMV36)		80-250	IM3031 (IMV3)		80-250
IM1051 (IMB6)		80-250	IM2101 (IMV34)		80	IM3601 1(IMB 14)		80
IM1061 (IMB7)		80-250	IM2111 (IMV15)		80	IM3611 (IMV18)		80
IM1071 (IMB8)		80-250	IM2131 (IMV36)		80	IM3631 (IMV19)		80



## **ТИПОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ**

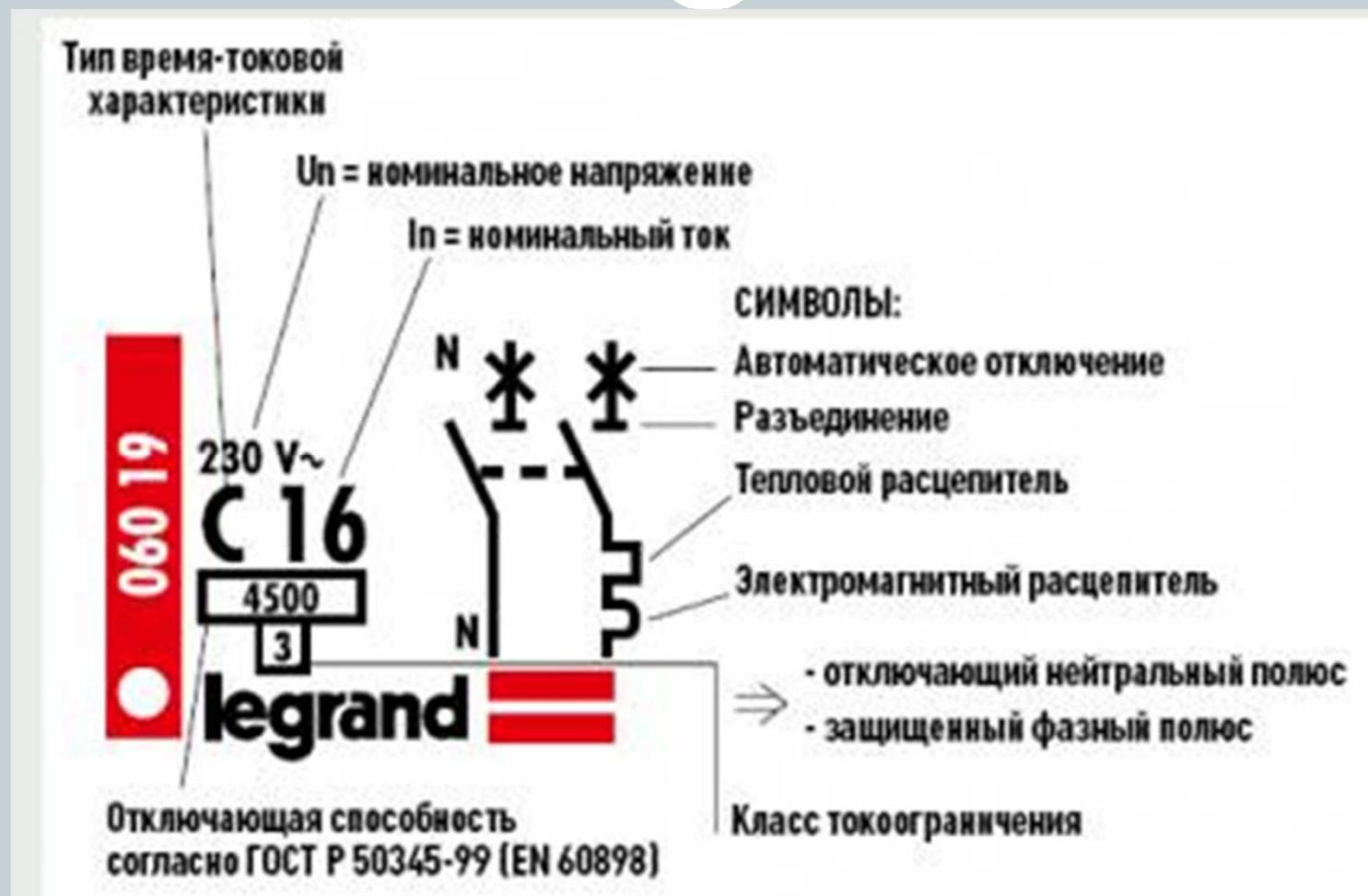
# Автоматический выключатель



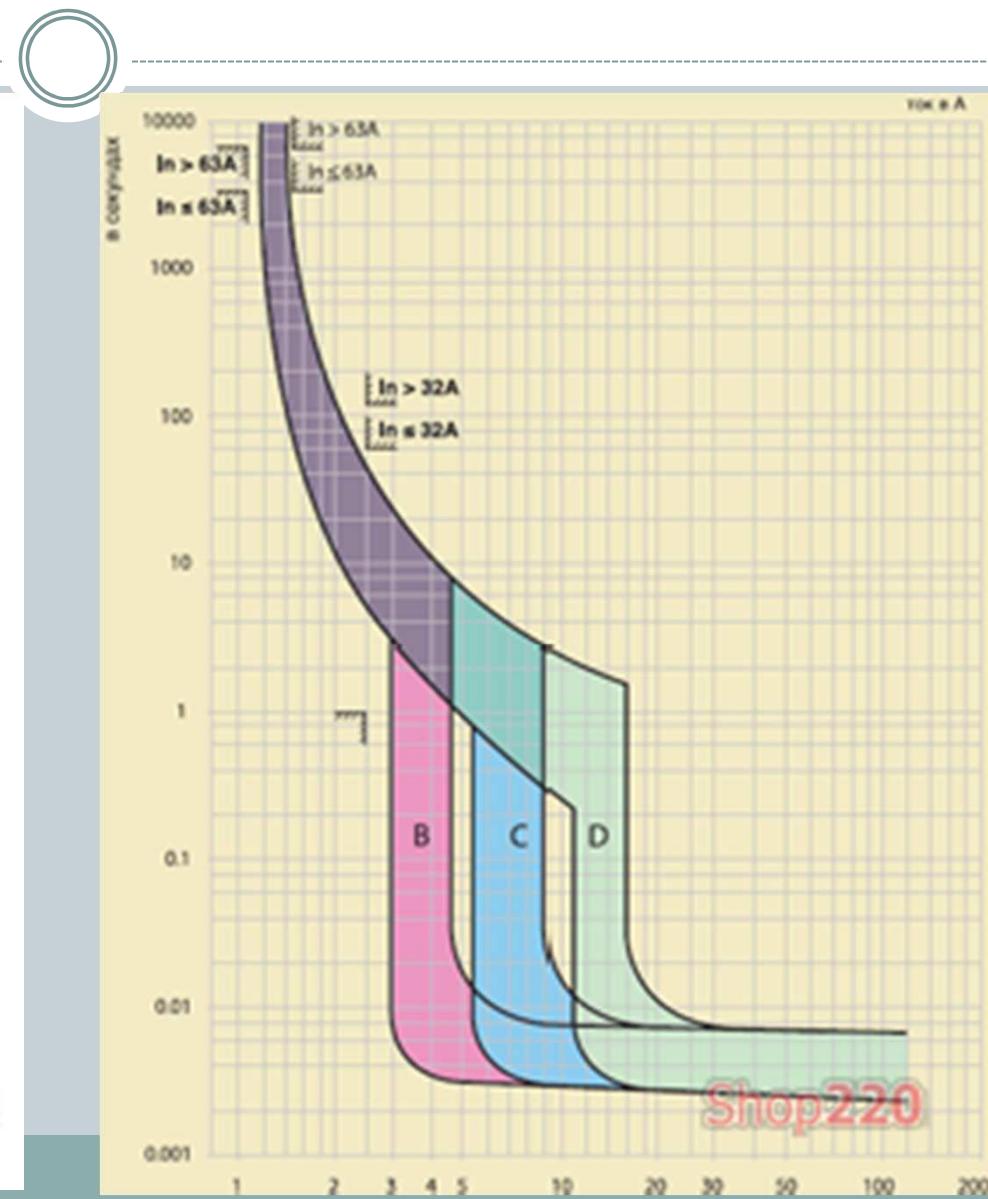
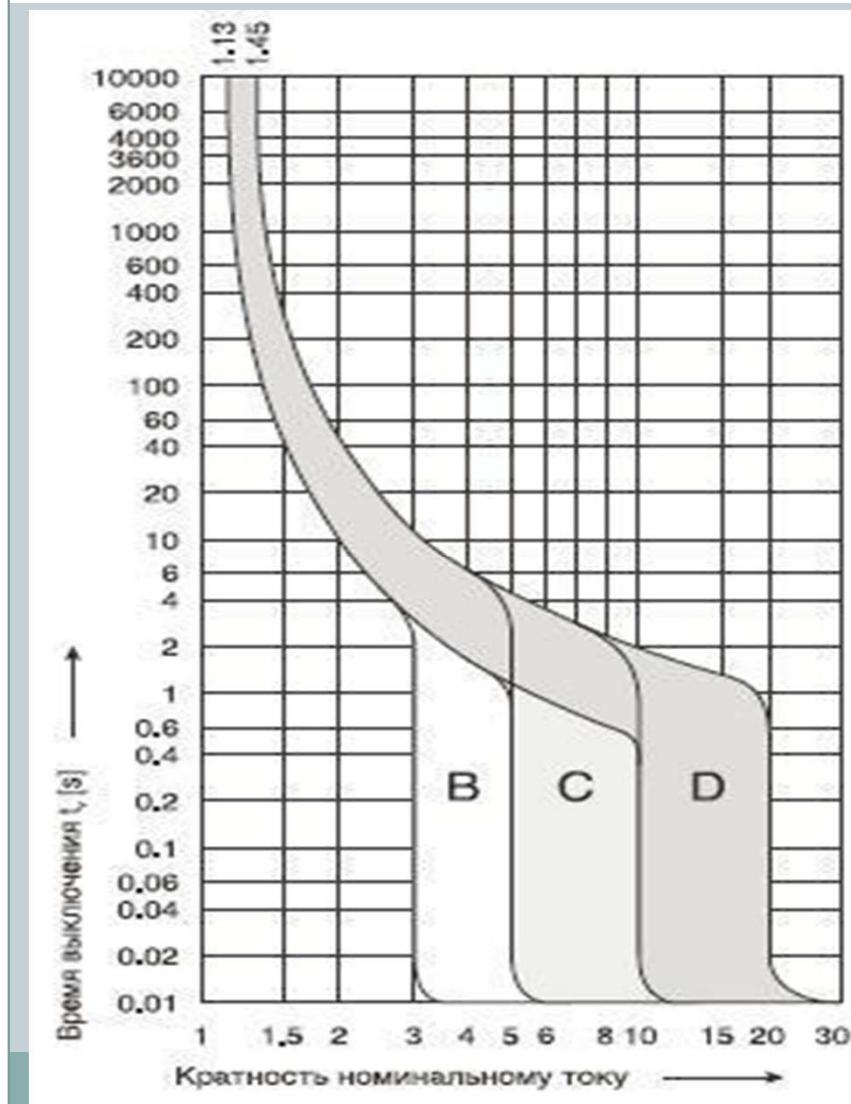
# Виды автоматических выключателей



# Маркировка автоматического выключателя



# Характеристики срабатывания автоматических выключателей

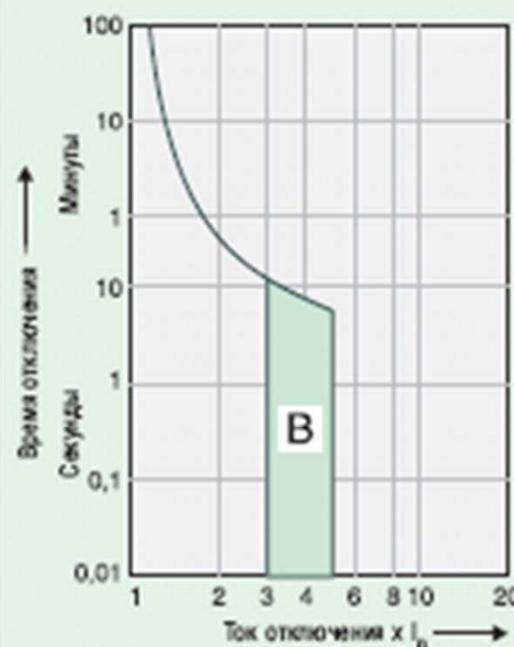


# Типовые кривые токов отключения

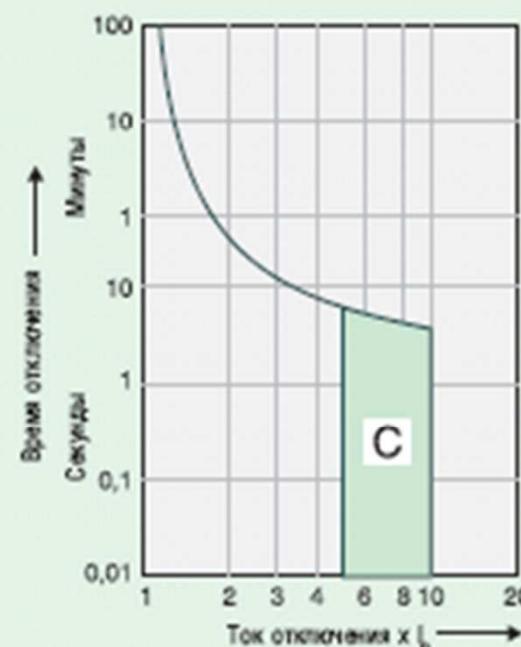


## Кривая отключения (пределы токов отключения согласно EN 60898)

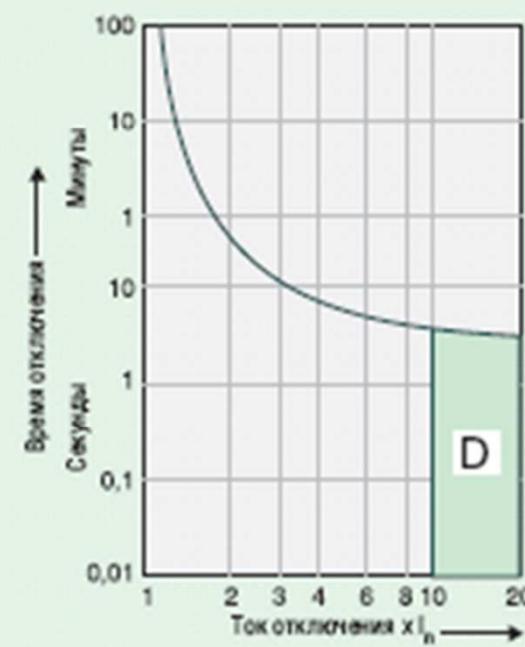
Кривая отключения В  
(расцепитель короткого замыкания 3-5  $I_{th}$ )



Кривая отключения С  
(расцепитель короткого замыкания 5-10  $I_{th}$ )



Кривая отключения D  
(расцепитель короткого замыкания 10-20  $I_{th}$ )



# Типы кривых срабатывания АВ



Тип В. Кривая типа В характеризуется кратностью отсечки в пределах 3...5 номинальных токов. Автоматические выключатели с кривой срабатывания В используются в основном для защиты цепей без пусковых токов, длинных линий с низкими токами короткого замыкания (сельская местность).

Тип С. Кривая типа С характеризуется кратностью отсечки в пределах 5...10 номинальных токов автомата. Кривая типа С – это стандартная кривая срабатывания автомата защиты. Такие аппараты предназначены для защиты сетей общего назначения (освещение, бытовые потребители, розеточные группы и др.).

Тип D. Кривая типа D характеризуется кратностью отсечки в пределах 10...20 номинальных токов автоматического выключателя. Эти выключатели применяются для защиты линий, питающих электродвигатели с высокими пусковыми токами, компрессоры.

# Типы кривых срабатывания



Кривая D и K. Расцепление: от 10 до 14  $I_n$  (номинальных токов) МЭК 60947.2. Предназначена для защиты цепей с высоким пусковым током, а именно для защиты трансформаторов и двигателей.

Кривая Z. Расцепление: от 2.4 до 3.6  $I_n$  (номинальных токов) МЭК 60898. Предназначена главным образом для защиты электронного оборудования.

Кривая MA. Расцепление: до 12  $I_n$  (номинальных токов) МЭК 60898. Предназначена для защиты только пусковых устройств, поскольку здесь отсутствует устройство термического расцепления.

# Магнитные пускатели



# Характеристики пускателей



Величина электромагнитного пускателя (ток нагрузки, который способен включать и выключать пускатель своими главными контактами).

Электромагнитные пускатели разделяют на пускатели 1-й величины (ток главных контактов – 10 и 16А), 2-й величины (25А), 3-й величины (40А), 4-й величины (63А). Если ток нагрузки превышает 63 А, то в цепи управления электродвигателем или другими силовыми устройствами применяют электромагнитные контакторы.

Рабочее напряжение катушки. Оно должно соответствовать напряжению цепей управления – стандартным значениям напряжения ~24 В, ~110 В, ~220 В, ~380 В.

# Кабели и провода



# Расшифровка сокращений марок кабеля и провода

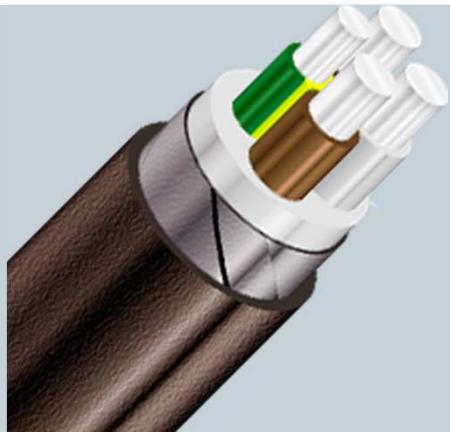


- А - (первая буква) алюминиевая жила, при ее отсутствии - жила медная по умолчанию (АСБл; ААБл; АВВГ).
- АС - Алюминиевая жила и свинцовая оболочка (АС; ААБл).
- АА - Алюминиевая жила и алюминиевая оболочка (ААШв; ААБл).
- Б - Броня из двух стальных лент с антикоррозийным защитным покровом (АВБбШв; ВБбШв).
- Бн - То же, но с негорючим защитным покровом (не поддерживающим горение).
- б – Без подушки (АВБбШв; ВБбШв).
- В - (первая (при отсутствии А) буква) ПВХ изоляция (ВВГ; ВБбШв).
- В - (вторая (при отсутствии А) буква) ПВХ оболочка (ВВГ; ВВГнгд).
- Г - В начале обозначения - кабель предназначен для горных выработок, в конце обозначения - отсутствие защитного покрова поверх брони или оболочки («голый») (МГ).
- г - Водоблокирующие ленты герметизации металлического экрана (в конце обозначения).
- 2г - Алюмополимерная лента поверх герметизированного экрана .
- Шв - Защитный покров в виде выпрессованного шланга (оболочки) из поливинилхлорида (АВБбШв; ВБбШв).
- Шп - Защитный покров в виде выпрессованного шланга (оболочки) из полиэтилена.
- Шпс – Защитный покров из выпрессованного шланга из самозатухающего полиэтилена.
- К – Броня из круглых оцинкованных стальных проволок, поверх которых наложен защитный покров. Если стоит в начале обозначения – контрольный кабель (КВВГ; КВБбШв).

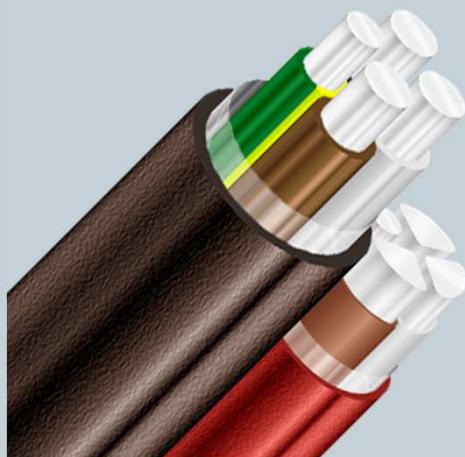
# Выбор сечения проводов и кабелей

Сечение жил, мм	Медные жилы проводов и кабелей				Сечение жил, мм	Алюминиевые жилы проводов и кабелей				
	Напряжение 220 В		Напряжение 380 В			Напряжение 220 В		Напряжение 380 В		
	Ток, А	Мощность, кВт	Ток, А	Мощность, кВт		Ток, А	Мощность, кВт	Ток, А	Мощность, кВт	
1,5	19	4,1	16	10,5	2,5	22	4,4	19	12,5	
2,5	27	5,9	25	16,5	4	28	6,1	23	15,1	
4	38	8,3	30	19,8	6	36	7,9	30	19,8	
6	46	10,1	40	26,4	10	50	11	39	25,7	
10	70	15,4	50	33	16	60	13,2	55	36,3	
16	85	18,7	75	49,5	25	85	18,7	70	46,2	
25	115	25,3	90	59,4	35	100	22	85	56,1	
35	135	29,7	115	75,9	50	135	29,7	110	72,6	
50	175	38,5	145	95,7	70	165	36,3	140	92,4	
70	215	47,3	180	118,8	95	200	44	170	112,2	
95	260	57,2	220	145,2	120	230	50,6	200	132	
120	300	66	260	171,6						

## Силовой кабель до 1 кВ (АI)

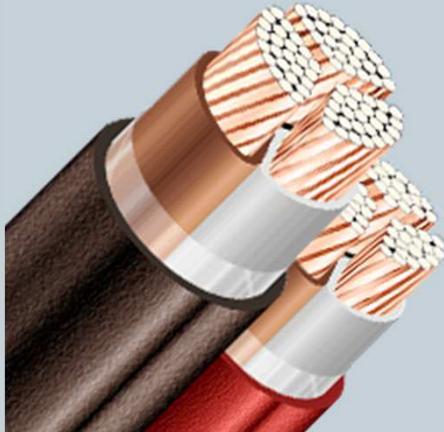


**Кабель силовой АВБШв с алюминиевыми жилами, с поливинилхлоридной изоляцией на напряжение 1 кВ.** Кабели предназначены для передачи электрической энергии в стационарных установках на напряжение 1 кВ, прокладываются в земле (траншеях), помещениях, туннелях, каналах, шахтах.

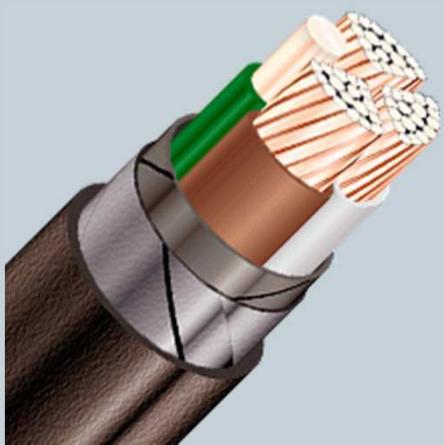


**Кабель силовой АВВГ, АВВГнг с алюминиевыми жилами, с поливинилхлоридной изоляцией на напряжение 1 кВ .** Кабель применяется для передачи электрической энергии в стационарных установках на напряжение 1 кВ и предназначен для эксплуатации при температуре окружающей среды от минус 50°С до 50°С.

## Силовой кабель до 1 кВ (Cu)



**Кабель силовой ВВГ, ВВГнг с медными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией на напряжение 1 кВ** (Кабель применяется для передачи электрической энергии в стационарных установках на напряжение 1 кВ, предназначен для эксплуатации при температуре окружающей среды от минус 50°С до 50°С, для прокладки в кабельных сооружениях, взрывоопасных зонах В-1, В-1а, технологических эстакадах.



**Кабель силовой ВБбШв с медными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией на напряжение 1 кВ.** Кабели предназначены для передачи электрической энергии в стационарных установках на напряжение 1 кВ, прокладываются в земле (траншеях), помещениях, туннелях, каналах, шахтах.

## Провода



**Провод ПВС нг 3х2,5** Провода соединительные, с медными ТПЖ, с изоляцией из ПВХ пластика, с наружной оболочкой из ПВХ пластика пониженной горючести



**Провод ПВ-3 2,5** Провода установочные, с медными ТПЖ, с изоляцией из ПВХ пластика.



**Провод ППВ 2х2,5** Провода установочные плоские, с медными ТПЖ, с изоляцией из ПВХ пластика

# Провода



**Провод АПВ 2,5** Провода установочные, с алюминиевыми ТПЖ, с изоляцией из ПВХ пластика

**Провод ШВВП 3x2,5** Шнуры соединительные плоские, с медными ТПЖ, с изоляцией из ПВХ пластика, с наружной оболочкой из ПВХ пластика

**Провод СИП-4 2x16-1** Провода самонесущие с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена



## **ОБОЛОЧКИ, ШКАФЫ, КОРПУСА**

# Пластиковые корпуса и боксы



Боксы для  
автоматических  
выключателей  
модульной серии  
КМПн, IP30 (IP20)



Корпуса  
модульные  
пластиковые с  
металлической  
дверцей КМПв,  
IP30



Корпуса  
модульные  
пластиковые  
КМПн, IP66

# Щитки металлические модульные.



Корпуса щитов  
распределения  
**ЩРн(в)**



Корпуса щитов  
ввода и учета  
электроэнергии  
**ЩУ**



Корпуса  
модульные  
распределительны  
е щиты **ЩРн** и **ЩРв**  
серии **UNIVERSAL**

# Металлические оболочки.



**Крупногабаритные  
сборно-разборные  
металлокорпуса  
КСРМ**



**Корпуса ВРУ**

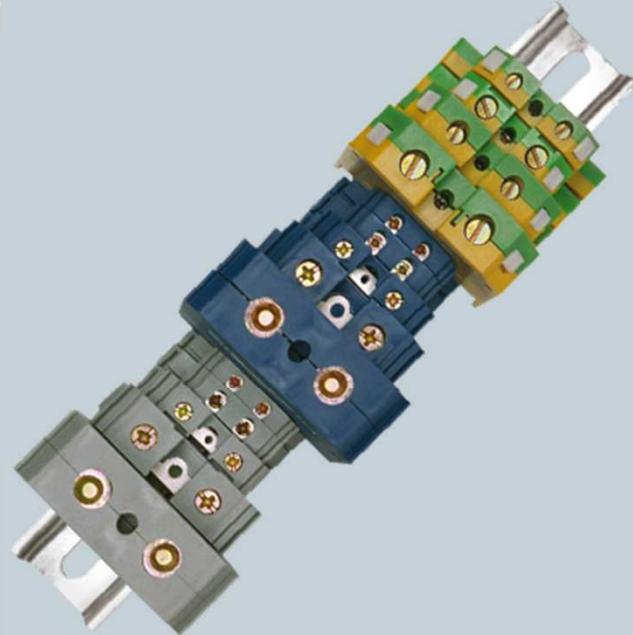


**Щиты с монтажной  
панелью ЩМП**

# Принадлежности для распределительных шкафов.



**Сальники**

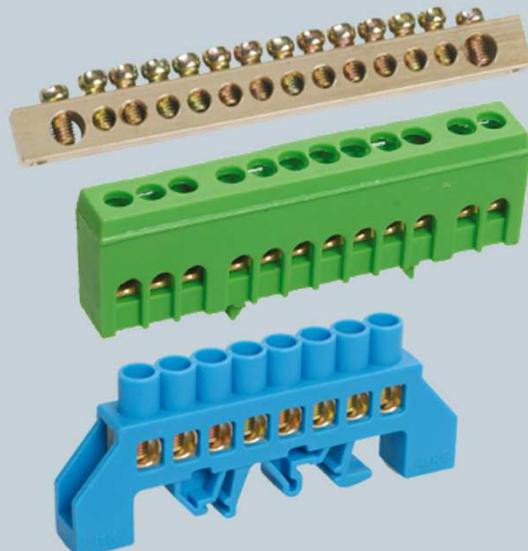


**Клеммные  
зажимы серии  
ЗНИ**

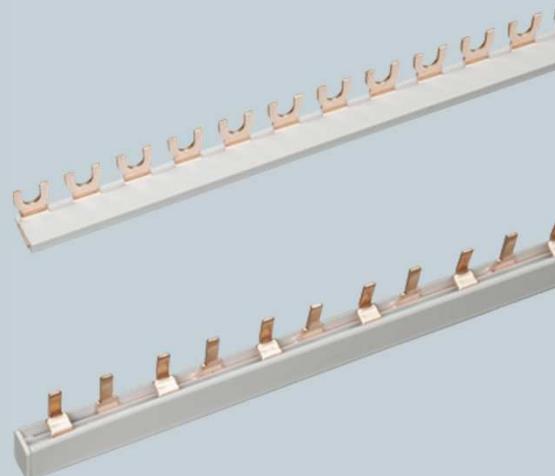


**DIN-рейки и  
ограничители**

# Принадлежности для распределительных шкафов.



Шины нулевые



Шины  
соединительные



Шины в корпусе  
(кросс-модули)





## МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

# Вычисление габаритного размера

---



- **Метод непосредственного расположения**

Данный метод применяется для размещения небольшого оборудования на стандартных панелях, предложенных изготовителями оборудования.

Для примера, устройства могут быть размещены непосредственно на установочном листе, воспроизводящем раму из перфорированной пластины Telequik® в натуральную величину. Это обеспечивает быстрый и простой расчет габаритных размеров оборудования

# Вычисление габаритного размера



## • Расчет площади поверхности

Процедура представляет собой подсчет общей площади поверхности устройств в составе оборудования (представлена в каталогах) и умножение итогового числа на пространственный коэффициент:

- 2,2 для максимальной общей площади 34,2 дм<sup>2</sup>;
- 2,5 для общей площади более 34,2 дм<sup>2</sup>.

В технических условиях некоторых заказчиков требуется большее значение коэффициента для того, чтобы обеспечить свободную площадь для возможных модификаций.

# Вычисление габаритного размера



- **Автоматизированный метод**

Этот способ в большей степени предназначен для служб, специализирующихся на использовании оборудования для систем автоматизации.

Система автоматизированного проектирования позволяет рассчитать габаритные размеры оборудования на основании электрических схем и каталога компонентов, имеющихся в базе данных САПР/CAD.

# Размещение аппаратов в щитах



**Расположение аппаратов в щитах должно обеспечивать:**

- удобство и безопасность обслуживания;
- удобство наблюдения за работой аппаратов;
- удобство подключения внешних соединений;
- доступ к контактным соединениям;
- удобство ремонта;
- исключение возможности взаимного влияния аппаратов и электрических цепей с разнородными токами (переброс электрической дуги, передача механических сотрясений, вызывающих ложные срабатывания и разрегулировку аппаратов, взаимная индуктивность и др.).

## Монтаж элементов



Аппараты и приборы, устанавливаемые в шкафах, могут иметь меньшую степень защиты оболочки, при условии, что шкафы имеют степень защиты оболочки не ниже указанной в технической документации

Аппараты в щитах следует размещать в пределах полезной площади монтажной панели с учетом следующего:

- элементы регулировки и другие регулярно обслуживаемые части должны находиться на высоте 400-2000 мм;
- клеммники, к которым подсоединяются внешние кабели, должны располагаться на высоте не менее 100 мм для щитов навесного исполнения и 150мм для щитов напольного исполнения;

# Монтаж элементов



- **дроссели, трансформаторы, резисторы, сирены** и т.п. могут устанавливаться на любой высоте, не в пределах полезной площади панели;
- **силовые аппараты** следует размещать таким образом, чтобы длина силовых проводов и шин была минимальной, чтобы обеспечивалось удобство подключения внешних силовых кабелей и по возможности исключалось пересечение шин и проводов на ток свыше 160А;
- при размещении **комплектующих изделий** (аппаратов, клеммников и т.п.) на панели необходимо учитывать, чтобы разместился не только сам аппарат физически, но и имелось место для его обслуживания (для монтажа цепей управления, сигнализации, связи оставляется пространство на каждую сторону аппарата, на которой имеются выводы для подключения, для маркировки концов проводов и установки наконечников при необходимости);

# Монтаж элементов



- в одном горизонтальном ряду рекомендуется устанавливать блоки или аппараты одинаковой высоты;
- для силовых проводников необходимая монтажная площадь должна быть определена как сумма длины хвостовика кабельного наконечника и радиуса изгиба провода (радиус изгиба принят равным пяти диаметрам);
- трансформаторы напряжения, дроссели и т.п., имеющие большой вес, рекомендуется размещать в нижней части щитов на основании перед панелью. При транспортировке аппараты, имеющие большой вес или недостаточное крепление, снимаются и вновь устанавливаются на месте монтажа;

# Монтаж элементов



- при установке **аппаратов на поворотной раме** или двери щита следует учесть, что расстояние от аппарата до ближайших токоведущих частей должно быть не менее 100 мм, а до частей не находящихся под напряжением не менее 50мм;
- к **аппаратам оперативного управления** (автоматам, переключателям, кнопкам, лампочкам и т.п.) должны предусматриваться функциональные надписи. Данные надписи выполняются на табличках;
- расположение аппаратов рекомендуется выполнять, выделяя функциональные узлы схемы, т.е. аппаратуру для одной технологической единицы.

# Уровень установки оборудования



- **Аппараты ручного управления** (кнопки, переключатели и т.п.) частого использования (более 5раз в смену) рекомендуется располагать на уровне 600-1800 мм от пола до органа управления.
- **Аппараты ручного управления** (автоматические выключатели, рубильники, кнопки, переключатели и т.п.) редкого пользования (менее 5 раз в смену) рекомендуется располагать на уровне 400-2000 мм от пола до органа управления.
- **Измерительные приборы**, требующие постоянного наблюдения, рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы шкала каждого из приборов находилась на высоте 700-1800мм от уровня пола.

# Уровень установки оборудования



- **Измерительные приборы**, не требующие постоянного наблюдения, могут устанавливаться на уровне 400-2000мм.
  - **Измерительные приборы**, по которым должны проводиться точные отсчеты, должны устанавливаться на высоте 1200-1600мм.
- Уровни установки аппаратов допускается принимать иными в зависимости от назначения щитов и условий эксплуатации.

# Электропроводка

---

- Присоединение однопроволочных медных жил проводов и кабелей сечением 0,5 и 0,75 мм<sup>2</sup> и многопроволочных медных жил сечением 0,35; 0,5; 0,75 мм<sup>2</sup> к приборам, аппаратам, сборкам зажимов должно, как правило, выполняться пайкой, если конструкция их выводов позволяет это осуществить (неразборное контактное соединение).
- При необходимости присоединения многопроволочных медных жил указанных сечений к приборам, аппаратам и сборкам зажимов, имеющим выводы и зажимы для присоединения проводников под винт или болт (разборное контактное соединение), жилы этих проводов и кабелей должны оканчиваться наконечниками.

# Электропроводка

---

- Присоединение однопроволочных жил проводов и кабелей (под винт или пайкой) допускается осуществлять только к неподвижным элементам приборов и аппаратов.
- Однопроволочные медные жилы проводов и кабелей сечением 1; 1,5; 2,5; 4  $\text{мм}^2$  должны, как правило, присоединяться непосредственно под винт или болт. При этом жилы однопроволочных проводов и кабелей, в зависимости от конструкции выводов и зажимов приборов, аппаратов и сборок зажимов, оканчиваются кольцом или штырем.

# Электропроводка

---

- Присоединение жил проводов и кабелей к приборам, аппаратам и средствам автоматизации, имеющим выводные устройства в виде штепсельных разъемов, должны выполняться посредством многопроволочных (гибких) медных проводов или кабелей.
- Разборные и неразборные соединения медных, алюминиевых и алюмомедных жил проводов и кабелей с выводами и зажимами приборов, аппаратов, сборок зажимов должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 10434-82.

# Аварии электродвигателей



Двигатель, как любое электротехническое устройство, подвержен аварийным режимам и, в то же время, сам может вызвать аварийный режим в сети. Основными видами аварий в асинхронных двигателях являются]:

- -обрыв фазы **ОФ** статорной обмотки двигателя (вероятность возникновения 40-50%);
- -заторможение ротора **ЗР** (20-25%);
- -технологические перегрузки **ТП** (8-10%);
- -понижение сопротивления изоляции обмотки **ПС** (10-15%);
- -нарушение охлаждения двигателя **НО** (8-10%).

# Защиты электродвигателей

---



Различают пять основных типов защиты от перегрузки в двигателе:

- -тепловая защита;
- -температурная защита;
- -максимально токовая защита;
- -минимально токовая защита;
- -фазочувствительная защита.

# Защиты



- **Тепловая защита** – защита косвенного действия, осуществляется путем нагрева током статорной обмотки нагревательного элемента и воздействия его на биметаллическую пластину, которая в свою очередь действует на контакт в цепи управления контактора или пускателя. Защита инерционная, имеет гальваническую развязку. Осуществляется с помощь тепловых реле.
- **Температурная защита** - защита прямого действия, непосредственно реагирует на изменение температуры наиболее нагретых частей двигателя с помощью встроенных температурных датчиков. Через устройства температурной защиты (УВТЗ) воздействует на цепь управления контактора или пускателя.

# Защиты



- **Максимально токовая защита** – реагирует на рост тока в статорной обмотке и при его достижении тока уставки отключат цепь управления контактора или пускателя. Осуществляется с помощью максимально токовых реле.
- **Минимально токовая защита** - реагирует на исчезновение тока в статорной обмотке двигателя, например, при обрыве цепи. После чего, подается сигнал на отключение цепи управления контактора или пускателя. Осуществляется с помощью минимально токовых реле.
- **Фазочувствительная защита** – реагирует на изменение угла сдвига фаз между токами в трехфазной цепи статорной обмотки двигателя. При изменении угла сдвига фаз в пределах уставки (например, при обрыве фаз угол увеличивается до  $180^\circ$ ) подается сигнал на отключение цепи управления контактора или пускателя. Осуществляется с помощью фазочувствительных реле типа ФУЗ.



ПРОГРАММНОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ SPACIAL.PRO

