

Максим Рябчицкий, руководитель учебного центра LP

Р21 – «Основы проектирования современных электроустановок на базе оборудования АББ»

Содержание курса

- Используемые термины и определения
- Принципы и особенности расчета электроустановок
- **Выбор аппаратов защиты и селективность**
- Влияние реактивной мощности и нелинейных искажений на расчет
- Защита от поражения электрическим током, от импульсных перенапряжений, учет электроэнергии

Выбор электрических аппаратов

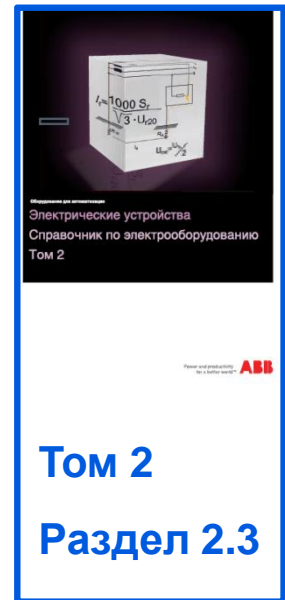
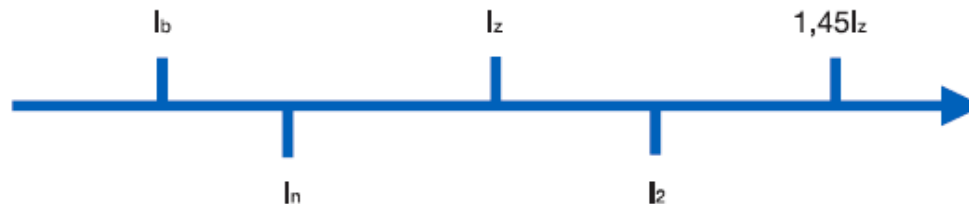
Тепловые режимы электроустановки

Для избежания перегрева токоведущих частей в режиме перегрузки необходимо обеспечить защиту от превышения температуры.

Так как температура в установившемся режиме пропорциональна току и времени его протекания, то защита должна реагировать на длительность тока перегрузки.

(согласно ГОСТ Р 50571.5 $I_b \leq I_n \leq I_z$

$$I_2 \leq 1,45I_z$$



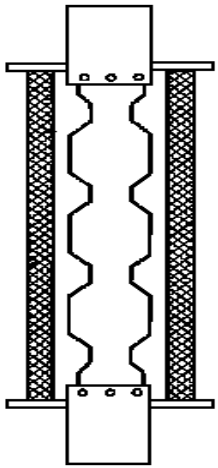
Выбор электрических аппаратов

Тепловые режимы электроустановки по ПУЭ

3.1.11. В сетях, защищаемых от перегрузок (см. **3.1.10**), проводники следует выбирать по расчетному току, при этом должно быть обеспечено условие, чтобы по отношению к длительно допустимым токовым нагрузкам, приведенным в таблицах гл. 1.3, аппараты защиты имели соответствующую кратность.

Выбор электрических аппаратов

Организация защиты на предохранителях



Плавкий предохранитель – аппарат, который вследствие расплавления одного или нескольких специально спроектированных элементов, называемых *плавкой вставкой*, размыкает цепь, в которую он включен, отключая ток, если этот ток в течение достаточно продолжительного времени превышает заданное значение (**ГОСТ Р 50339.0-2003**).

ГОСТ Р 50571.9-94
«Электроустановки
зданий. Часть 4.
Требования по
обеспечению
безопасности.
Применение мер
защиты от
сверхтоков.

Серия OS



Серия XLP



Серия XLBM

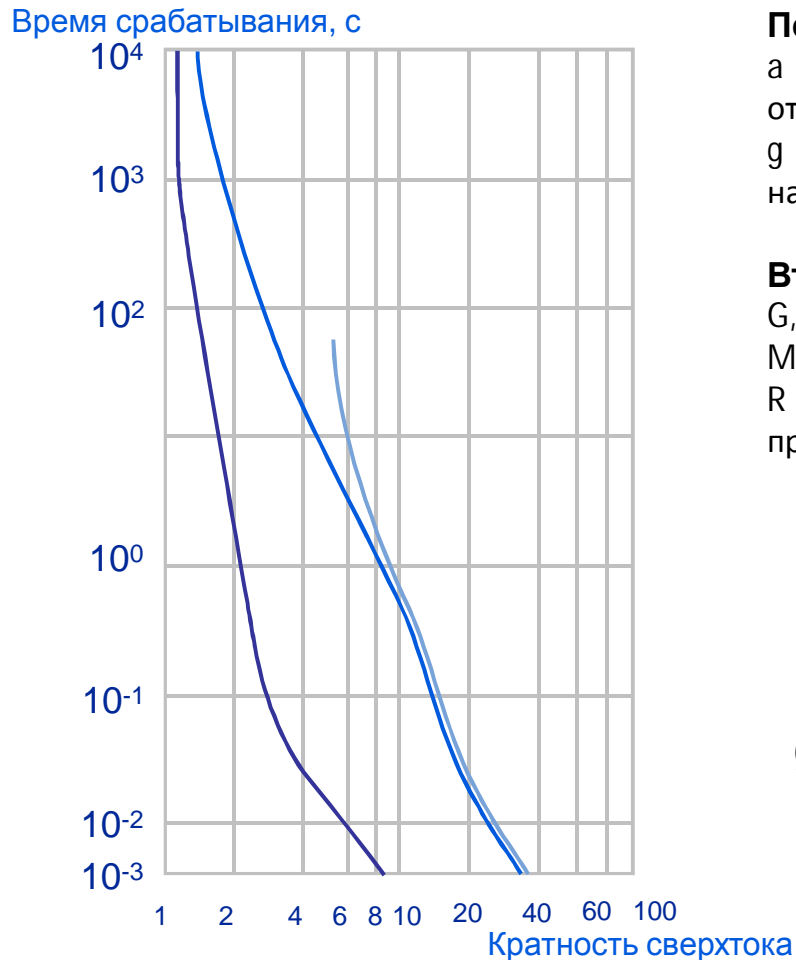


Серия XR



Выбор электрических аппаратов

Характеристики предохранителей



Первая буква

a = предохранитель для отключения короткого замыкания
g = предохранитель общего назначения

Вторая буква

G, L = защита кабелей и линий
M = защита двигателей
R = защита полупроводниковых приборов

- **Защита полупроводниковых приборов aR, gR**
- **Защита кабелей и линий gG, gL**
- **Защита двигателей, aM**

Выбор электрических аппаратов

Защита на автоматических выключателях

Автоматический выключатель – контактный коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях в цепи, а также включать, проводить в течение установленного времени и автоматически отключать токи при установленных аномальных условиях в цепи, например при коротком замыкании.

ГОСТ Р 50571.9-94
«Электроустановки
зданий. Часть 4.
Требования по
обеспечению
безопасности.
Применение мер
защиты от
сверхтоков.

Серия System proM



Серия Tmax

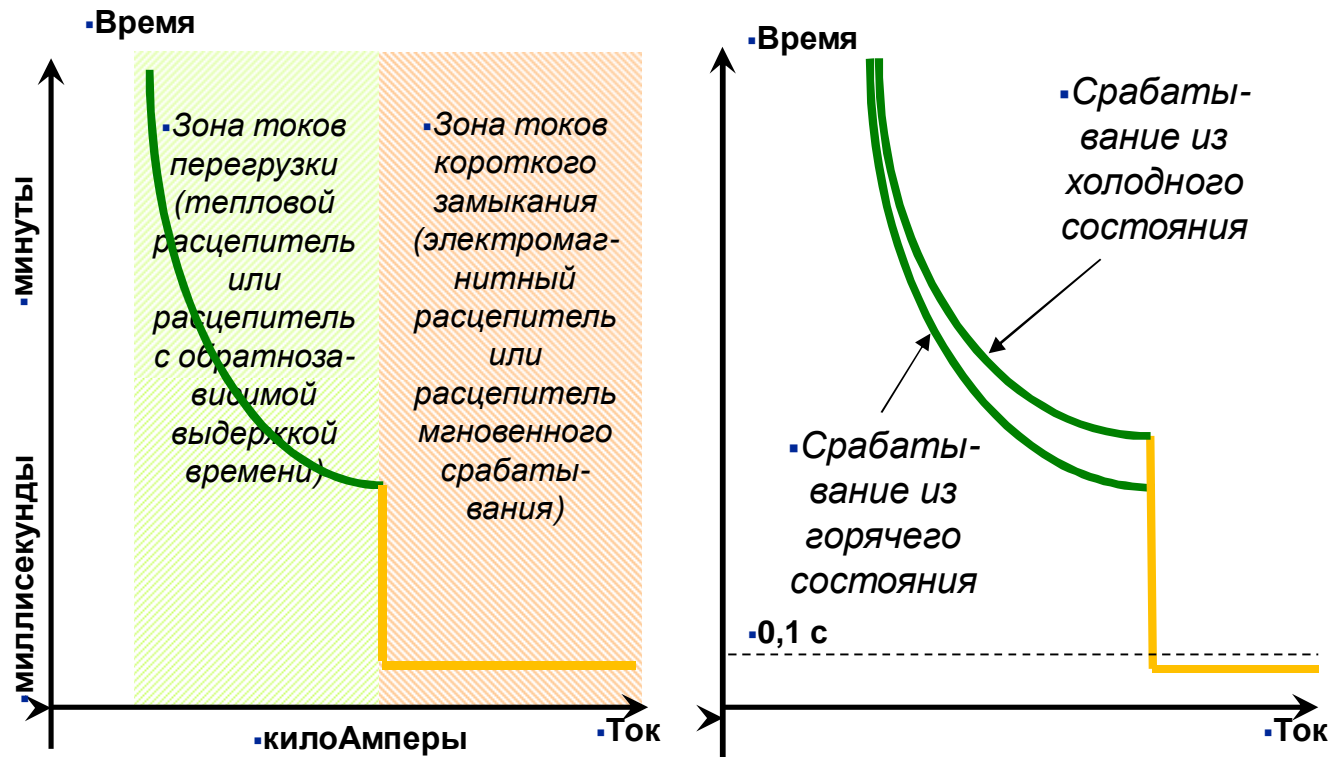


Серия Emax



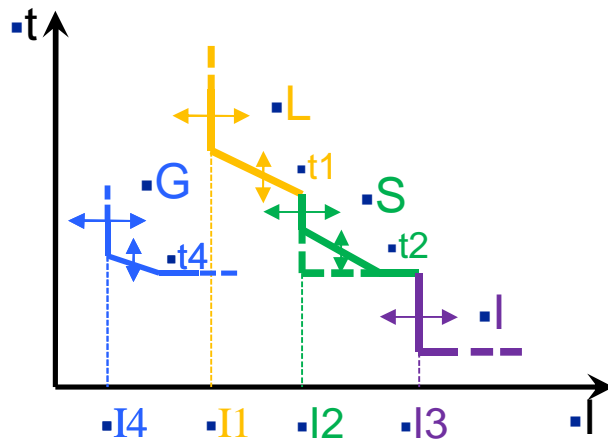
Выбор электрических аппаратов

Характеристики термомангнитных расцепителей



Выбор электрических аппаратов

Характеристики электронных расцепителей



▪RV – защита от остаточного напряжения

▪RP – защита от изменения направления потока мощности

▪UF и OF защита от понижения и повышения частоты

▪L – защита от перегрузки

▪S – защита от КЗ с выдержкой по времени

▪I – защита от КЗ с мгновенным срабатыванием

▪G – защита от замыкания на землю

▪D – направленная защита от КЗ

▪U – защита от перекоса фаз

▪UV – защита понижения напряжения

▪OV – защита от повышения напряжения

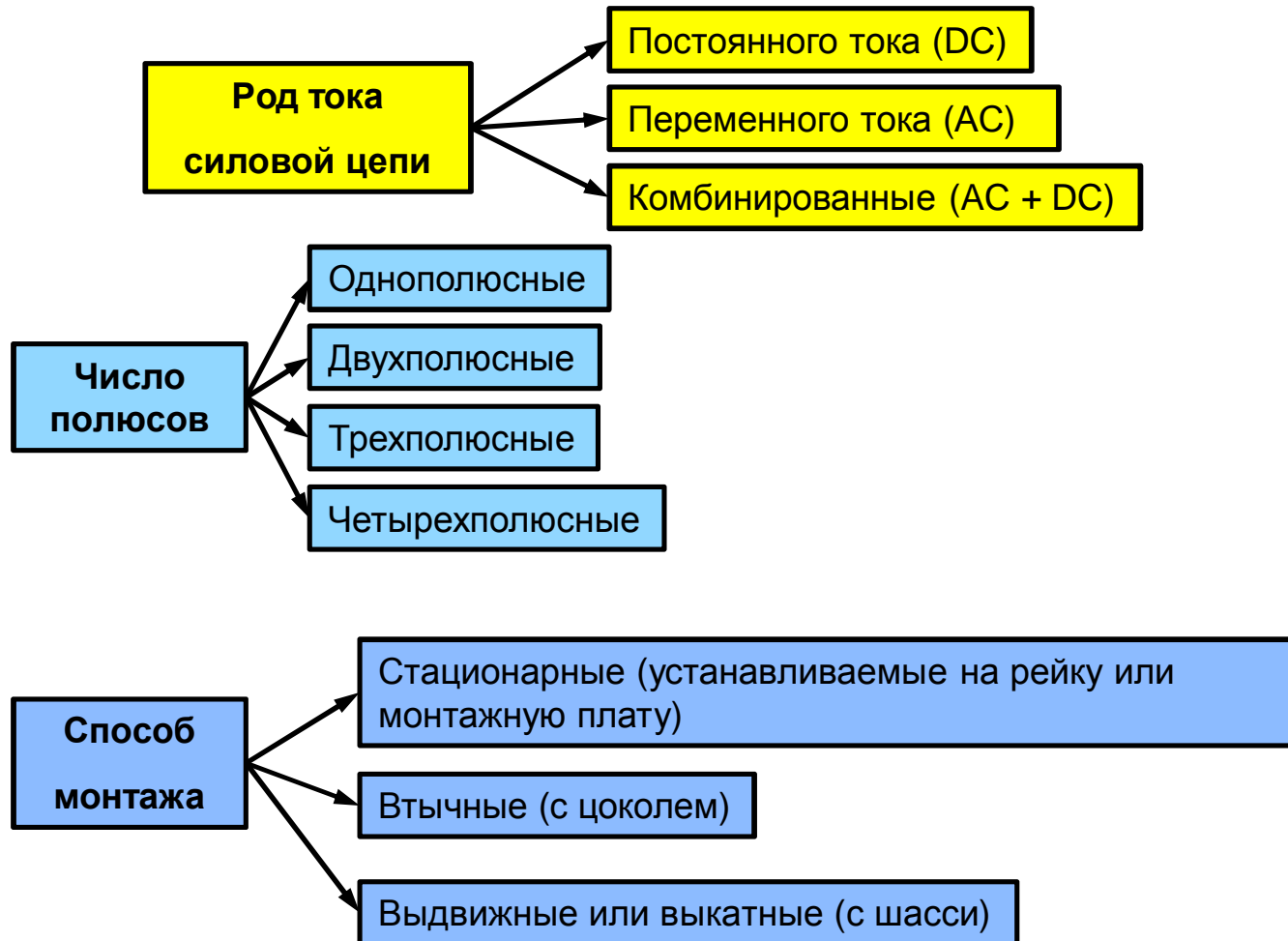
Выбор электрических аппаратов

Электронные расцепители АББ

		PR221	PR222	PR223	PR231	PR232	PR331	PR332	PR333	PR121	PR122	PR123		
												Расцепители		
Защитные функции														
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	L ($t=k/I^2$)	Защита от перегрузки
													L	Стандартная кривая срабатывания согласно МЭК 60255-3
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	S1 ($t=k$)	Защита от короткого замыкания с выдержкой времени
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	S1 ($t=k/I^2$)	Защита от короткого замыкания с выдержкой времени
													S2 ($t=k$)	Защита от короткого замыкания с выдержкой времени
													D ($t=k$)	Направленная защита от короткого замыкания
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I ($t=k$)	Защита от короткого замыкания с мгновенным срабатыванием
■	■												G ($t=k$)	Защита от замыкания на землю с регулируемой выдержкой
■	■												G ($t=k/I^2$)	Защита от замыкания на землю с регулируемой выдержкой
													Gext ($t=k$)	Защита от замыкания на землю с регулируемой выдержкой
													Gext ($t=k/I^2$)	Защита от замыкания на землю с регулируемой выдержкой
													Gext (Idn)	Защита от замыкания на землю с регулируемой выдержкой
		○	■	○	■								Rc ($t=k$)	Защита от дифференциального тока
		■	■	■	■	■	■						U ($t=k$)	Защита от перекоса фаз
		■	■	■	■	■	■						OT	Самозащита от перегрева
		○	■	○	■								UV ($t=k$)	Защита от понижения напряжения
		○	■	○	■								OV ($t=k$)	Защита от повышения напряжения
		○	■	○	■								RV ($t=k$)	Защита от остаточного напряжения
		○	■	○	■								RP ($t=k$)	Защита от изменения направления потока мощности
		○	■	○	■								UF	Защита от понижения частоты
		○	■	○	■								OF	Защита от повышения частоты
		■	■	■	■	■	■						Inst	Мгновенная самозащита
■													EF	Раннее обнаружение и предупреждение неисправностей

Автоматический выключатель

Классификация



Автоматический выключатель

Основные технические параметры

Параметры в условиях короткого замыкания

Для АВ по ГОСТ Р 50030.2

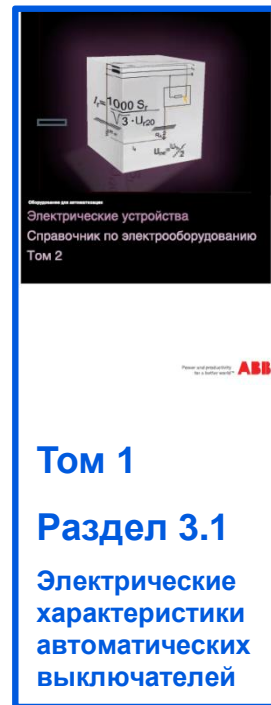
номинальная предельная наибольшая
отключающая способность, I_{cu} (кА) - цикл испытаний
O-t-CO

номинальная рабочая наибольшая
отключающая способность, I_{cs} (кА) цикл испытаний
O-t-CO-t-CO

Для АВ по ГОСТ Р 50345

цикл испытаний O-t-O-t-O-t-O-t-O-t-O-t-CO-t-
CO-t-CO при пониженном токе КЗ ($10I_n$) и при
номинальной отключающей способности, I_{cn} (кА)

Номинальная наибольшая включающая способность,
 I_{cm} (кА)



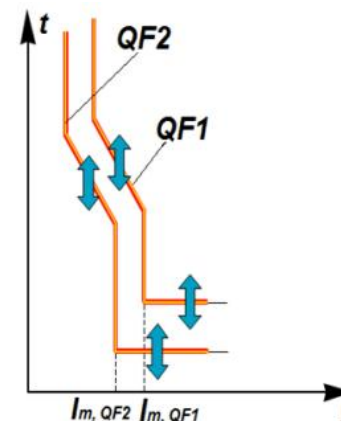
Выбор электрических аппаратов

Автоматические выключатели с выдержкой времени

Выдержка времени необходима для обеспечения **временной селективности**. Для этого вышестоящий аппарат, должен иметь возможность установки преднамеренной задержки в срабатывании.

Для этого применяют автоматические выключатели **категории В**.

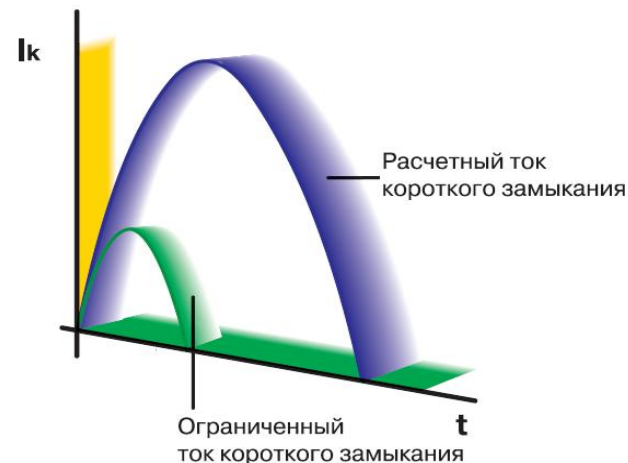
Для автоматических выключателей категории В нормируется **номинальный кратковременно выдерживаемый ток, I_{cw} (кА)**.



Выбор электрических аппаратов

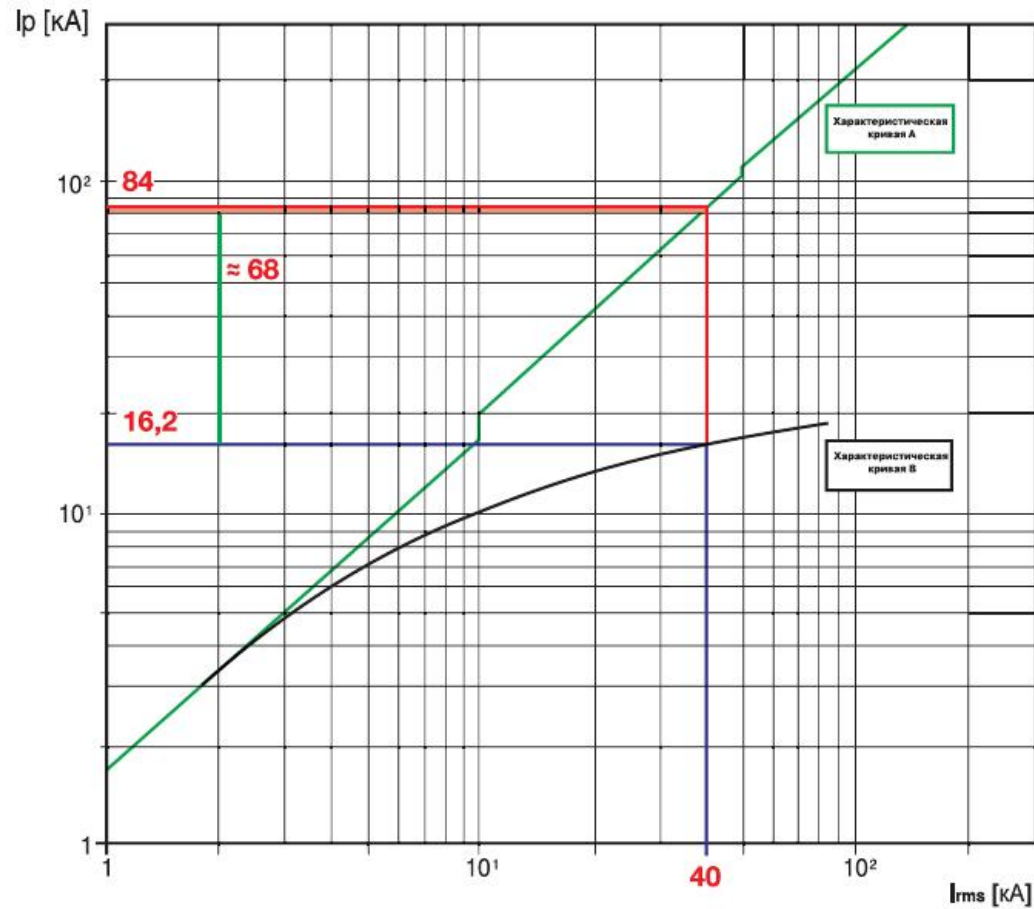
Токоограничивающие автоматические выключатели

Токоограничивающие характеристики достигаются специальной конструкцией контактной системы, которая обеспечивает высокое быстродействие в режиме короткого замыкания.



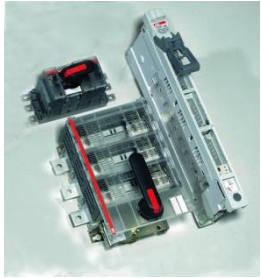
Выбор электрических аппаратов

Характеристики токоограничения



Выбор электрических аппаратов

Сравнение способов защиты



Защита на предохранителях:

- + надежность
- + естественное согласование характеристик
- + привлекательная стоимость
- однократное действие
- отсутствие возможности настройки



Защита на автоматических выключателях

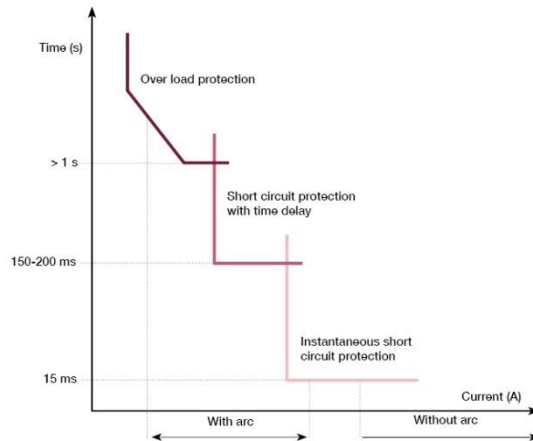
- + различные способы селективности
- + многообразие функций и настроек
- + многократное действие
- высокая стоимость

Выбор электрических аппаратов

Защита от электрической дуги



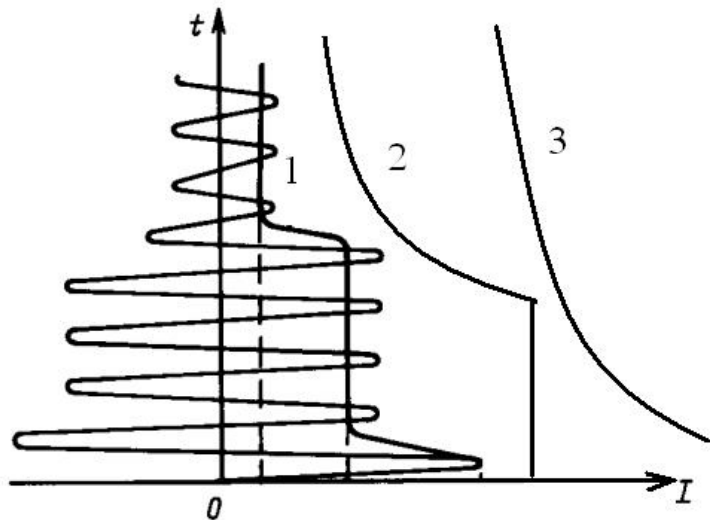
Причиной возникновения электрической дуги может быть повреждение шинных сборок, проникновение в НКУ животных, ошибки персонала.



Arc Guard System™ от компании **АББ**, включает набор необходимых датчиков и аксессуаров для быстрого отключения НКУ.

Выбор электрических аппаратов

Согласование защитных характеристик

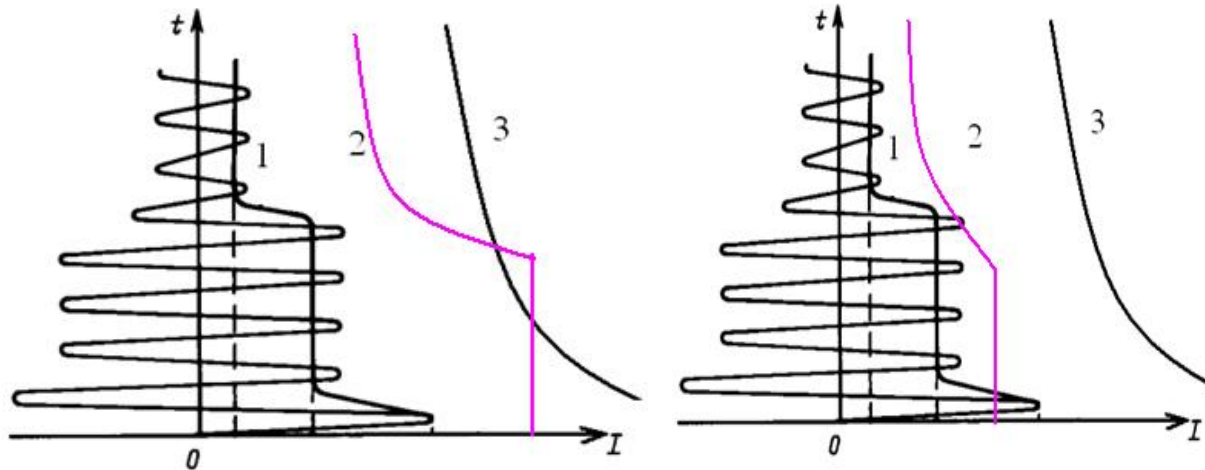


- 1-Характеристика нагрузки (с учетом пусковых режимов)
- 2-Характеристика расцепителя автоматического выключателя
- 3-Тепловая способность электроустановки (кабеля и трансформатора)



Выбор электрических аппаратов

Ошибки при выборе защит



- Электроустановка не защищена от всех аварийных режимов
- Отключение нагрузки при номинальных пусковых режимах

Селективность и координация Определения

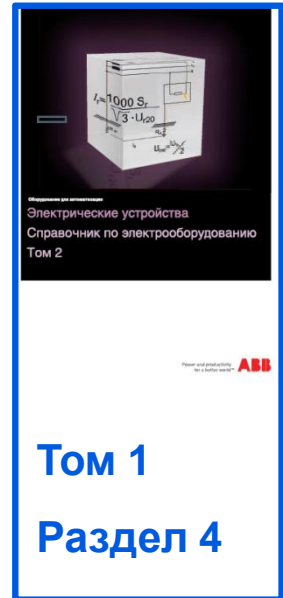
- Термин «**Координация**» определяет и характеризует поведение двух и более последовательно расположенных защитных аппаратов, например, автоматических выключателей при аварийных режимах.
- **Селективность** (избирательность) заключается в такой координации времятоковых характеристик последовательно расположенных выключателей, чтобы в случае повреждения отключался только один выключатель, наиболее близко расположенный к повреждению.

Селективность и координация

Цель координации

Цель координации устройств защиты и управления:

- Обеспечение безопасности электроустановки
- Отключение только поврежденной части установки
- Исключение распространения аварии
- Резервирование защит



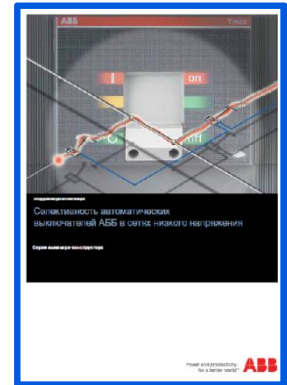
Селективность и координация

Подробная информация

Техподдержка проектов по обеспечению и настройке селективности.

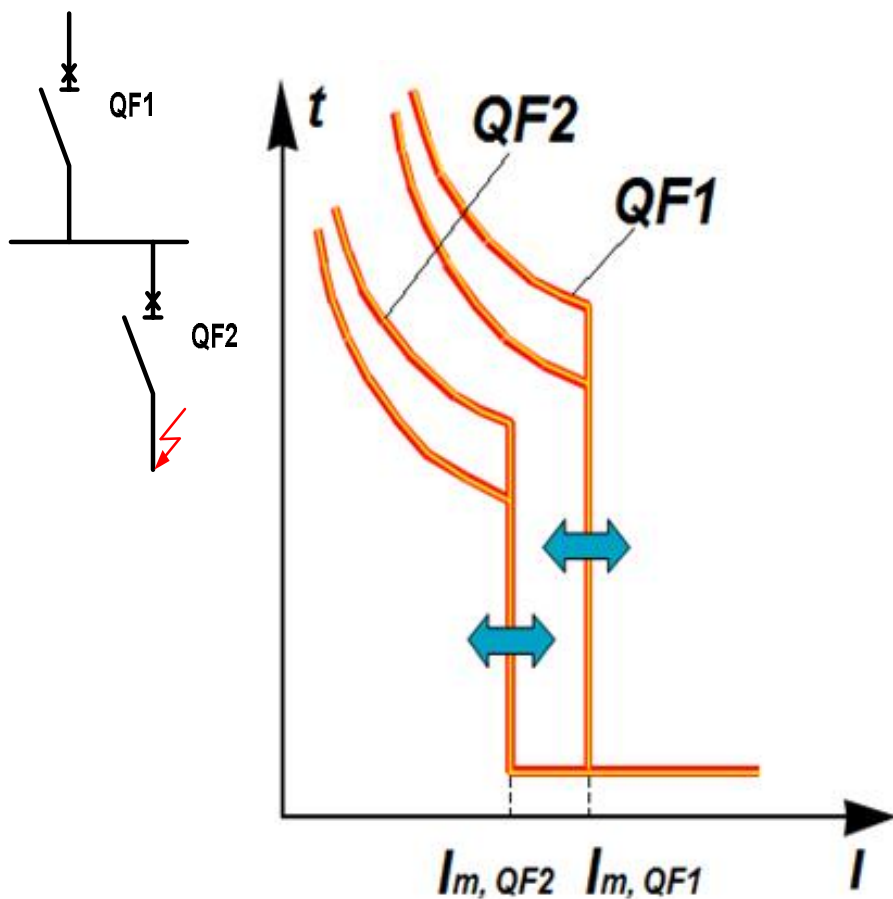
Учебный курс – селективность и настройка автоматических выключателей.

Брошюры «Селективность» и «Таблицы координации».



Типы селективности

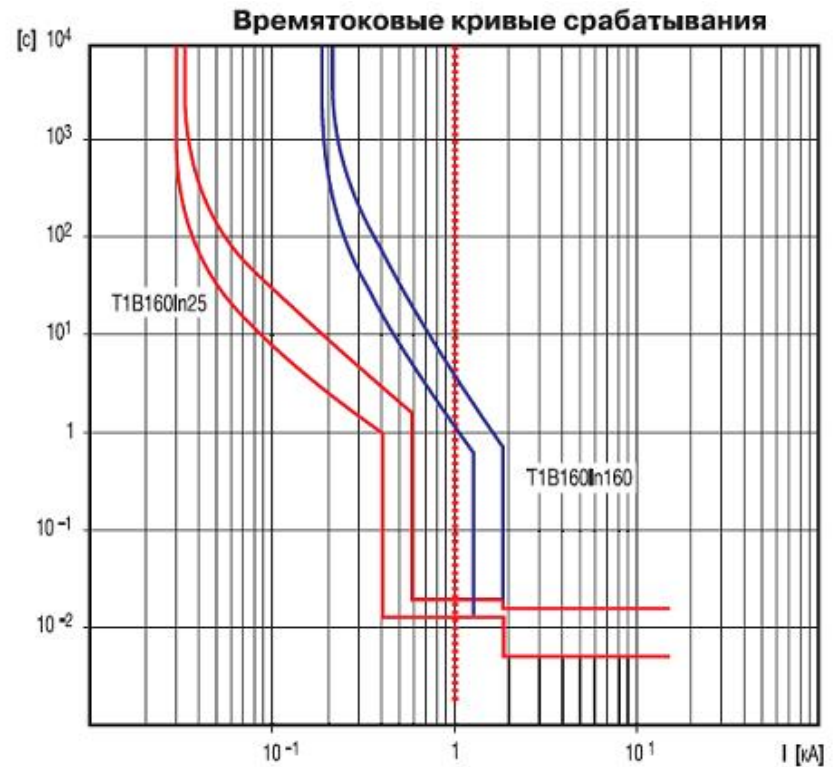
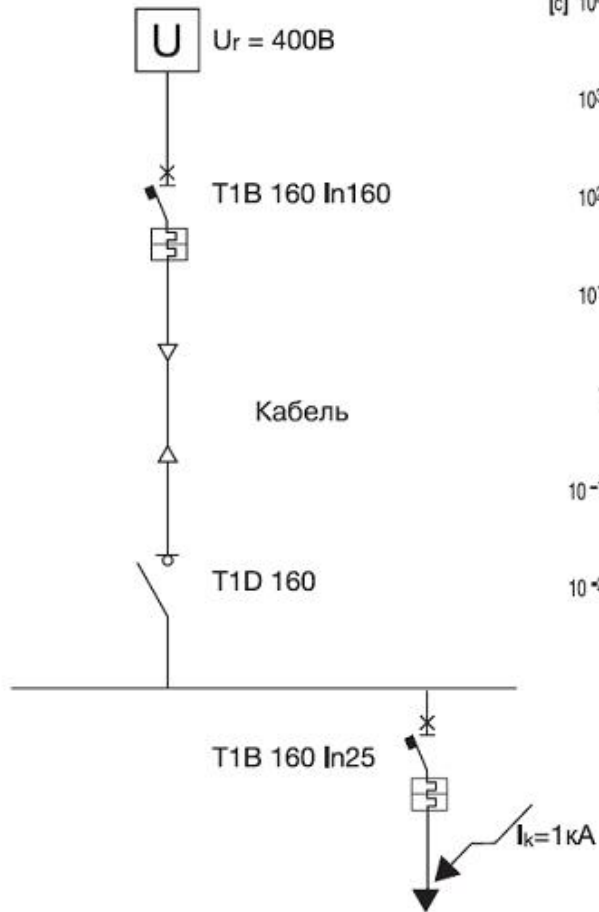
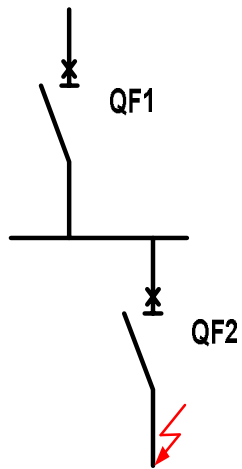
Селективность по току



- **Селективность по току** основывается на выборе автоматических выключателей, имеющих различные уставки тока срабатывания (автоматические выключатели на стороне питания имеют более высокие уставки).

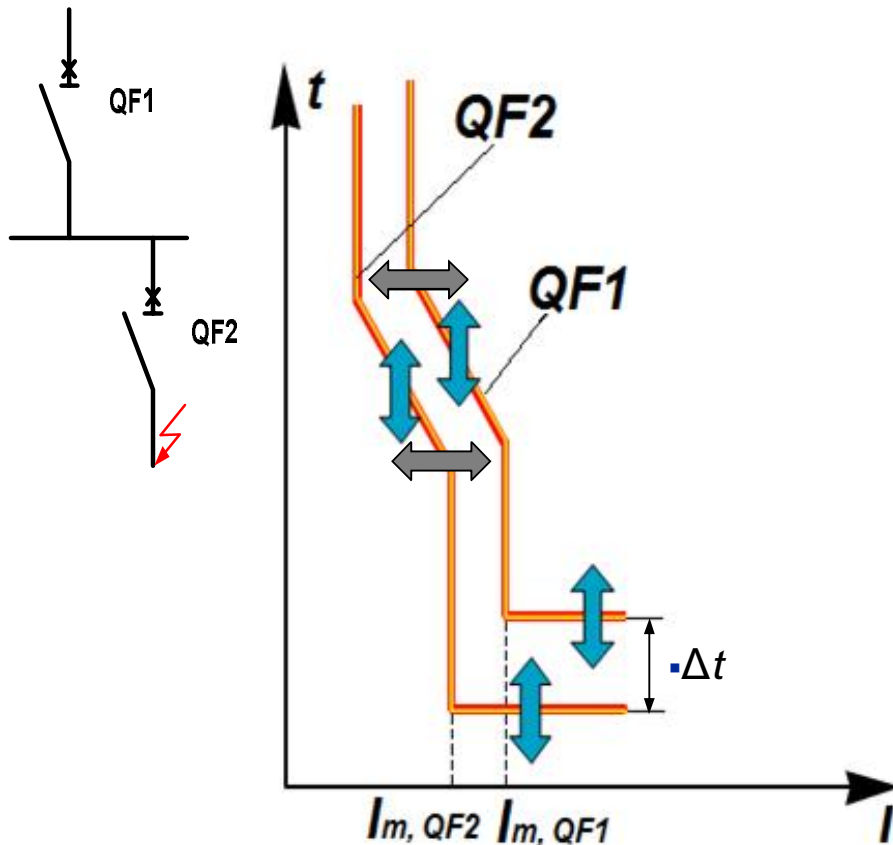
Типы селективности

Пример селективности по току



Типы селективности

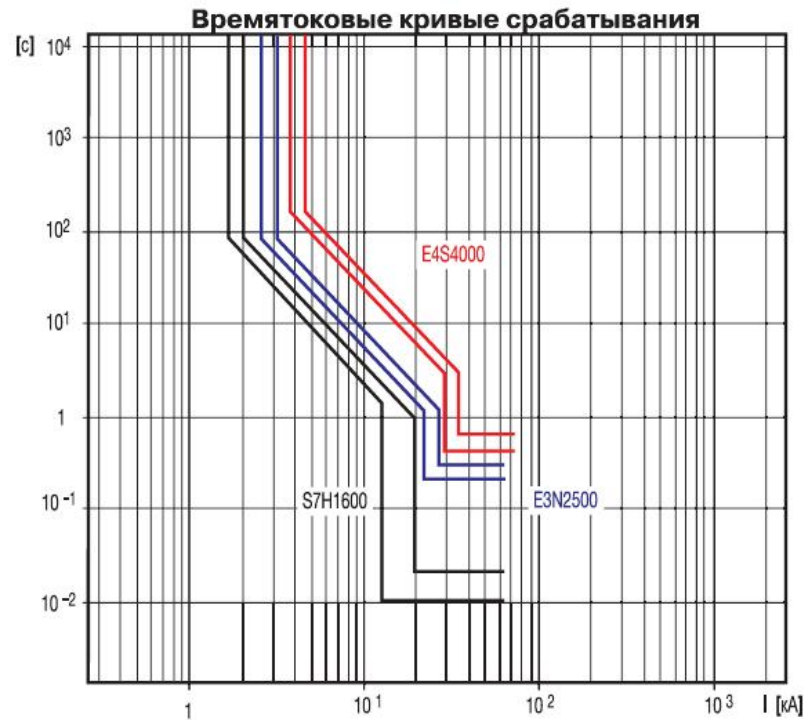
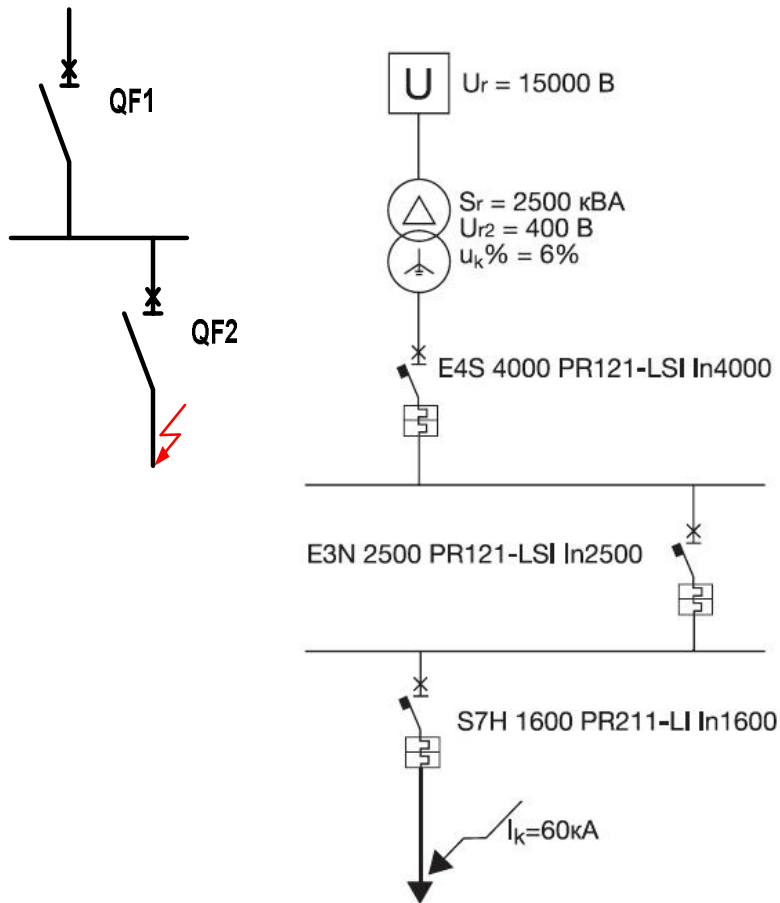
Селективность по времени



- **Селективность по времени** достигается путем выбора выключателей с преднамеренной задержкой времени срабатывания (категория В), ближайший к источнику питания QF1, имеет большее время срабатывания).

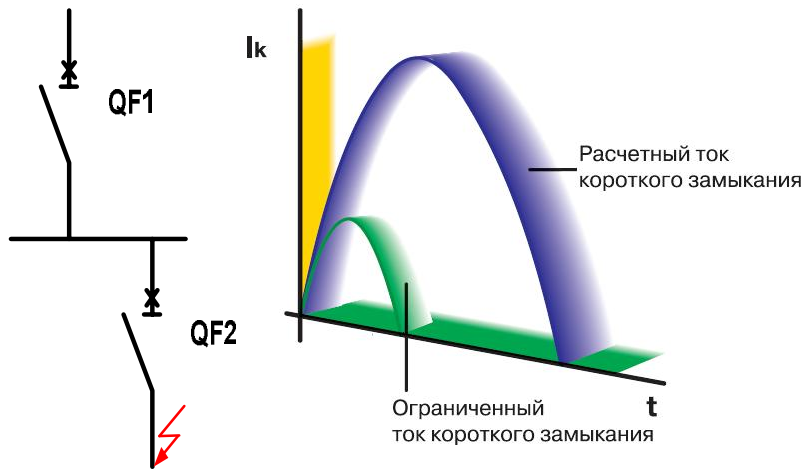
Типы селективности

Пример селективности по времени

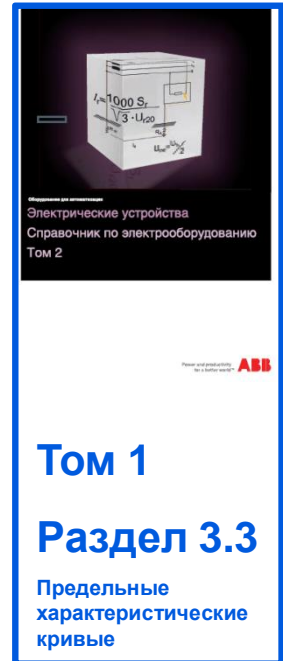


Типы селективности

Энергетическая селективность

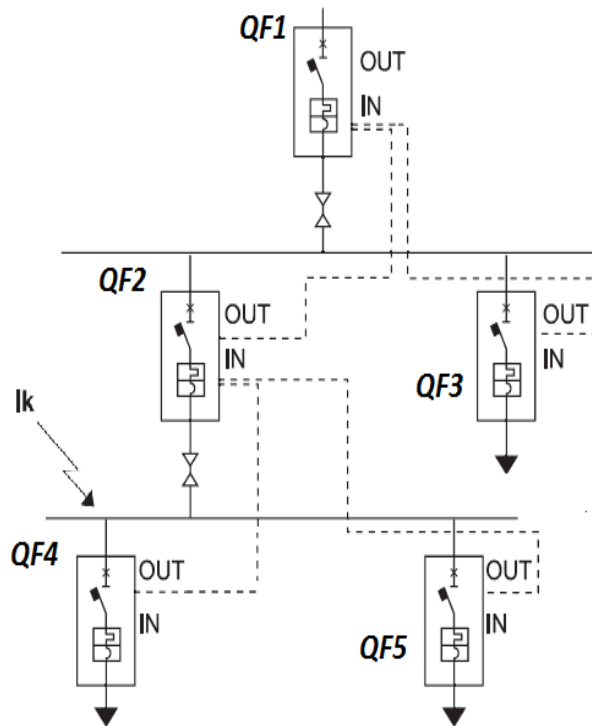


- Энергетическая селективность реализуется при использовании токоограничивающих автоматических выключателей



Типы селективности

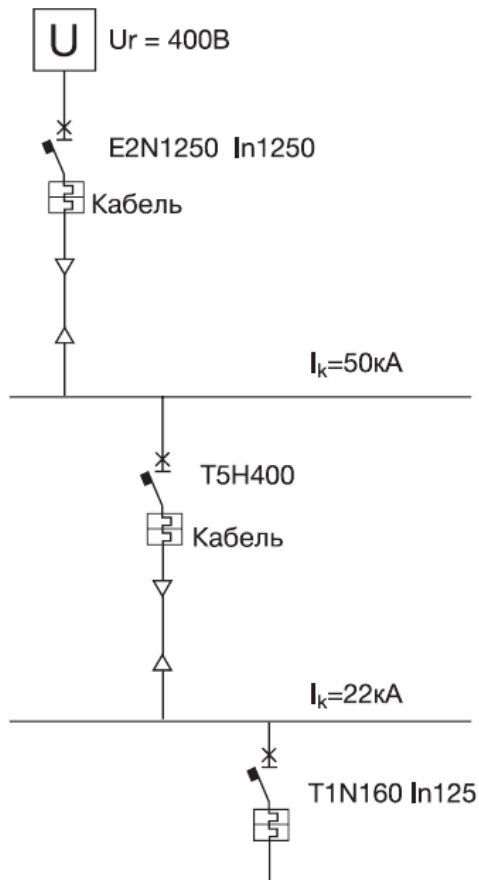
Зонная селективность



- **Зонная (или логическая) селективность** реализуется путем обмена данными между аппаратами защиты, которые при обнаружении превышения заданного порога, позволяют правильно отключить неисправность и отключить только ту зону, которая затронута аварией.

Типы селективности

Пример определения селективности



Типы селективности

Пример определения селективности

		АСВ - МСВ при 415 В																					
		Сторона питания			X1		E1		E2			E3				E4			E6				
		Исполнение																					
		Распределитель																					
		I _n [A]																					
Сторона нагрузки	Исполнение	800			1000			1250			1600			2000		2500		3200		4000			
		B	N	L	B	N	L	B	N	S	L'	N	S	H	V	L'	S	H	V	H	V		
		EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL	EL
		800	800	800	800	800	800	1600	1000	800	1250	2500	1000	800	800	2000	4000	3200	3200	4000	3200		
T1	B C N	TM	160	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T2	N S H L	TM, EL	160	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				T	T	T	T	T	T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T3	N S	TM	250	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T4	N S H L V	TM, EL	250 320	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				T	T	T	T	T	T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T5	N S H L V	TM, EL	400 630	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				T	T	T	T	T	T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T6	N S H L	TM, EL	630 800 1000	T	T	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
				T	T	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				T	T	15	T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T7	S H L V	EL	800 1000 1250 1600	T	42	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
				T	42	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				T	42	15	T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Типы селективности

Пример определения селективности

		Сторона питания		T1					T2			T3			T5					
		Исполнение		B C N	N, S, H, L					N, S			N, S, H, L, V							
		Расцепитель		TM	TM,M	EL				TM, M			TM			EL				
		I_u [A]		160	160				250			400		630	400		630			
Сторона нагрузки				I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	320	400	500	320	400	630	
T1	B C N	TM	160	16	3	3		3	3	3	3	4	5	T	T	T	T	T	T	
				20	3	3		3	3	3	3	4	5	T	T	T	T	T	T	T
				25	3	3		3	3	3	3	4	5	T	T	T	T	T	T	T
				32	3	3			3	3	3	4	5	T	T	T	T	T	T	T
				40	3	3			3	3	3	4	5	T	T	T	T	T	T	T
				50	3	3			3	3	3	4	5	T	T	T	T	T	T	T
				63	3	3				3	3	4	5	T	T	T	T	T	T	T
				80						3		4	5	T	T	T	T	T	T	T
				100									5	T	T	T	T	T	T	T
				125										T	T	T	T	T	T	T
160										T	T	T	T	T	T	T				

Типы селективности

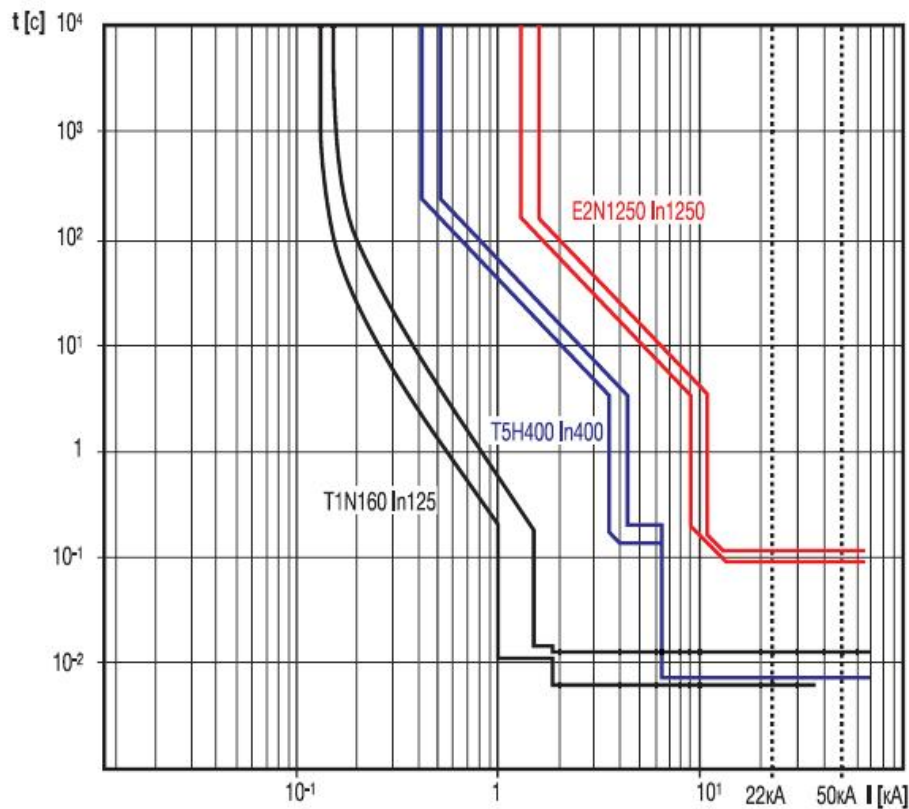
Пример определения селективности

- Согласно таблице № 1 E2N1250 и E5P400 селективны до 55 кА (меньшая отключающая способность комбинации)
- Согласно таблице № 2 T5H400 и T1N190 In125 имеют полную селективность, до отключающей способности T1N (36 кА)
- E2N1250 и T5H400 имеют временную селективность, а T5H400 и E1T160 энергетическую селективность.

Типы селективности

Пример определения селективности

Времятоковые кривые срабатывания



Селективность модульных аппаратов Серия S750DR

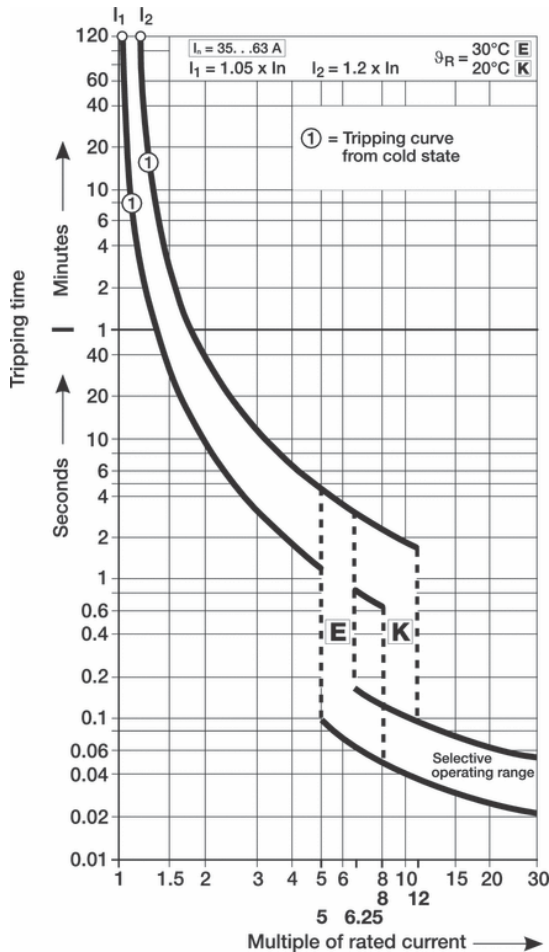


S750DR предлагает полную селективность с нижестоящими автоматическими выключателями за счет уникального принципа действия: энергетическая селективность (за счет эффекта токоограничения) обеспечивающего дополнительное токоограничение в случае к.з. в конечной цепи.

▪ Характеристики:

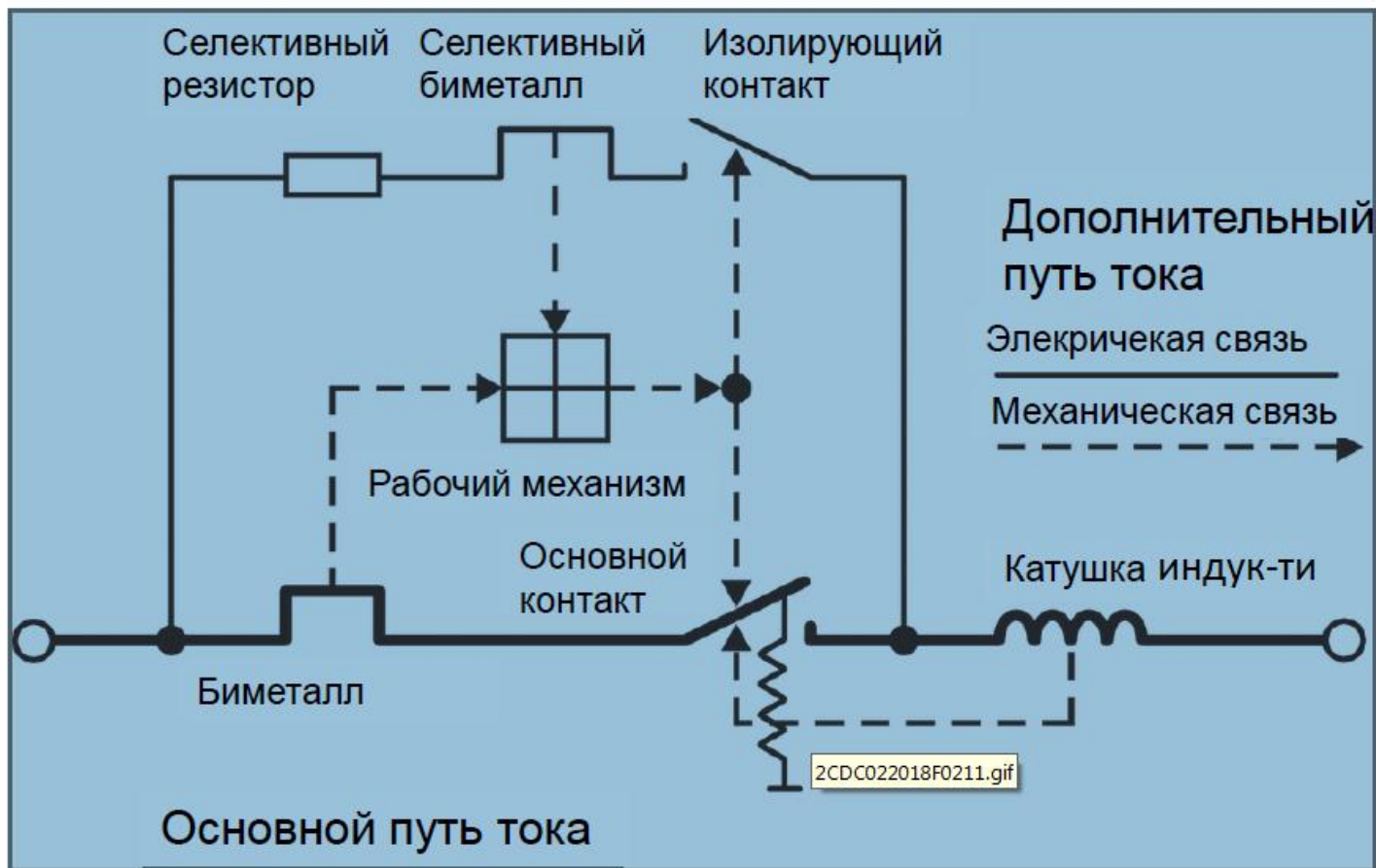
- ном. ток 16...63 А (80 и 100 А в 2013!!!)
- ном. напряжение 230/400 В
- число полюсов 1...4
- хар-ки расцепления E, K
- откл. способность 25 кА

Селективность модульных аппаратов Серия S750DR



- E—характеристика для стандартных применений
- K—характеристика для нагрузок с высокими пусковыми токами
- I₁/I₂ близки к номиналу для обеспечения лучшей защиты кабеля
- Задержка срабатывания от 10 мс

Селективность модульных аппаратов Серия S750DR

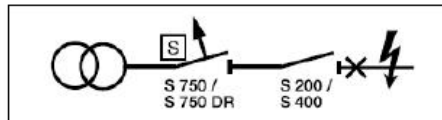


Селективность модульных аппаратов Серия S750DR

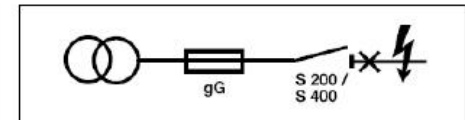


Автоматический выключатель

S750DR → S200



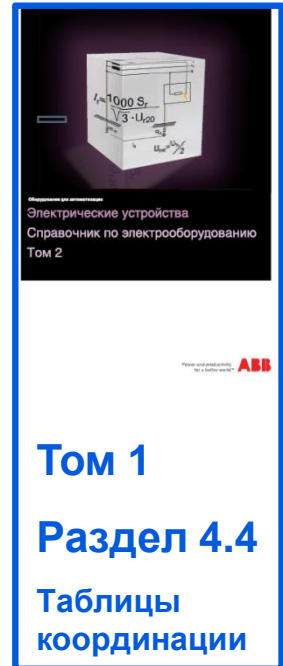
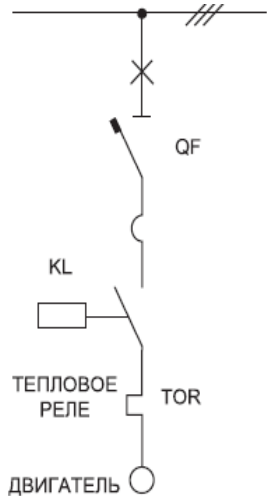
fuse gG → S200



		вышестоящ →	S 750 DR							предохранитель						
ниже- стоящий ↓	Char.	I _{cn} [kA]	E / K													
			gG													
			25													
		I _n [A]	16	20	25	35	40	50	63	16	20	25	35	50	63	
S 200 S 400 E	C	≤ 2	10	10	10	10	10	10	10	10	1	1,2	4	6	6	6
		3	10	10	10	10	10	10	10	10	0,3	0,7	1,2	4,6	6	6
		4	10	10	10	10	10	10	10	10	0,3	0,6	0,9	2,8	6	6
	B, C	6	10	10	10	10	10	10	10	10	0,2	0,4	0,7	1,5	3	5,5
		C	8	10	10	10	10	10	10	10	0,2	0,4	0,7	1,4	2,8	4,5
	B, C	6	10	10	10	10	10	10	10	10	0,2	0,4	0,6	1,2	2	3,3
			13	10	10	10	10	10	10	10			0,6	1,2	2	3,3
			16		10	10	10	10	10	10			0,6	1,1	1,8	2,8
			20			10	10	10	10	10				1	1,6	2,4
			25				10	10	10	10					1,6	2,4
			32					10	10	10						1,3
			40						10	10						2,2

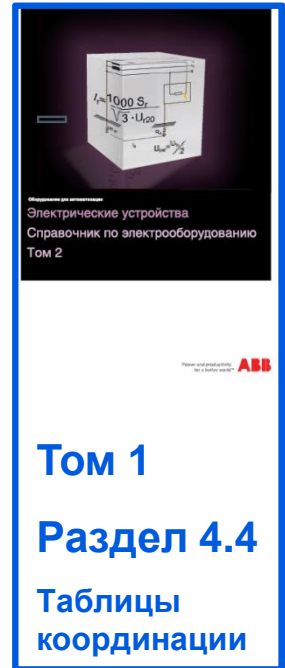
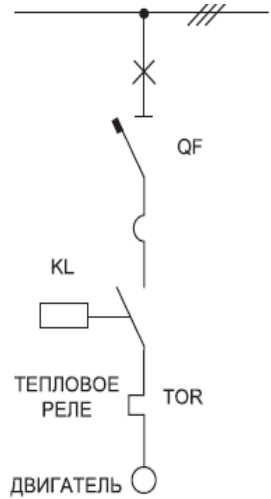
Координация

- Помимо селективности между автоматическими выключателями существует координация между автоматическим выключателем и аппаратами управления (например, контакторами и выключателями нагрузки).



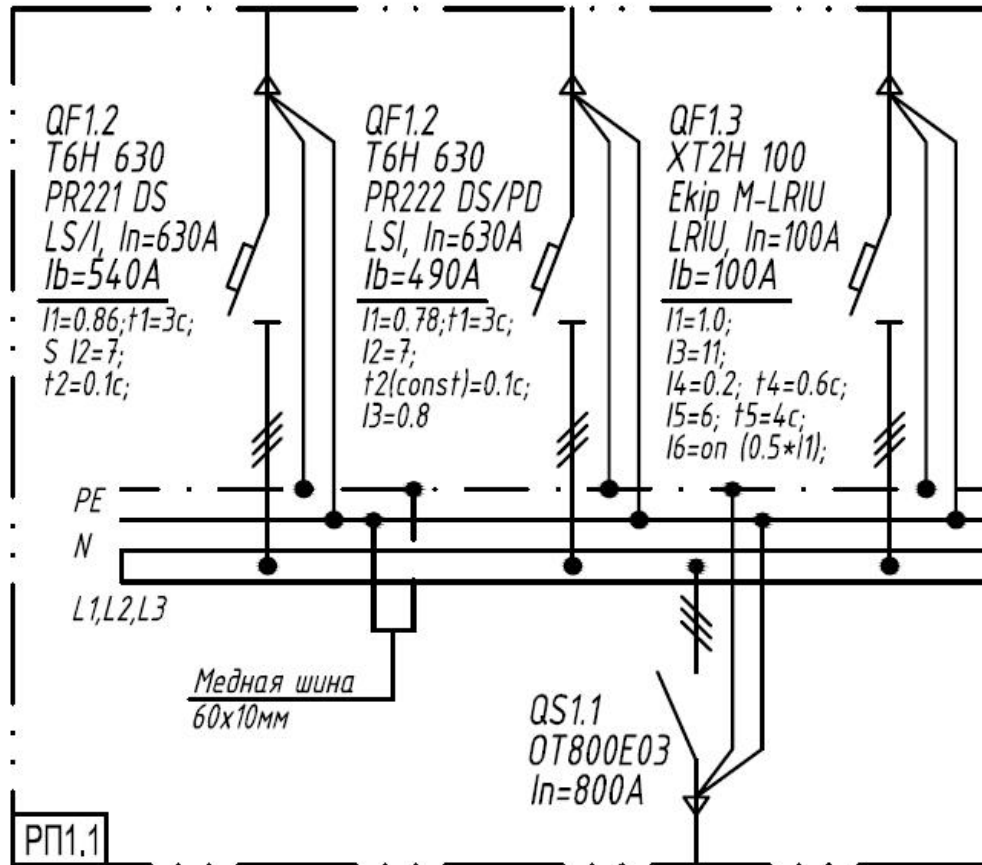
Координация

Пример координации



Селективность

Указание настроек на схемах



Селективность

Таблица настроек

Уставки защит автоматических выключателей

Автоматический выключатель	Функция защиты	Обозначение на аппарате		Значение уставки на аппарате	Абсолютное значение
QF1 (Вводной) <i>T5N 630 PR222DS-LSI</i>	Защита от тока перегрузки с обратнoзависимой длительной задержкой	L	I1	0.8	504 А
			t1	3s	3 с (при токе $6I_1$)
	Защита от тока КЗ с обратнoзависимой кратковременной задержкой	S	I2	9.4	5922 А
			t2	0.1	0,1 с (при токе $8I_n$)
				 или 	$I^2t=const$
	Защита от тока КЗ с мгновенным срабатыванием	I	I3	9.5	5985 А

Выбор электрических аппаратов

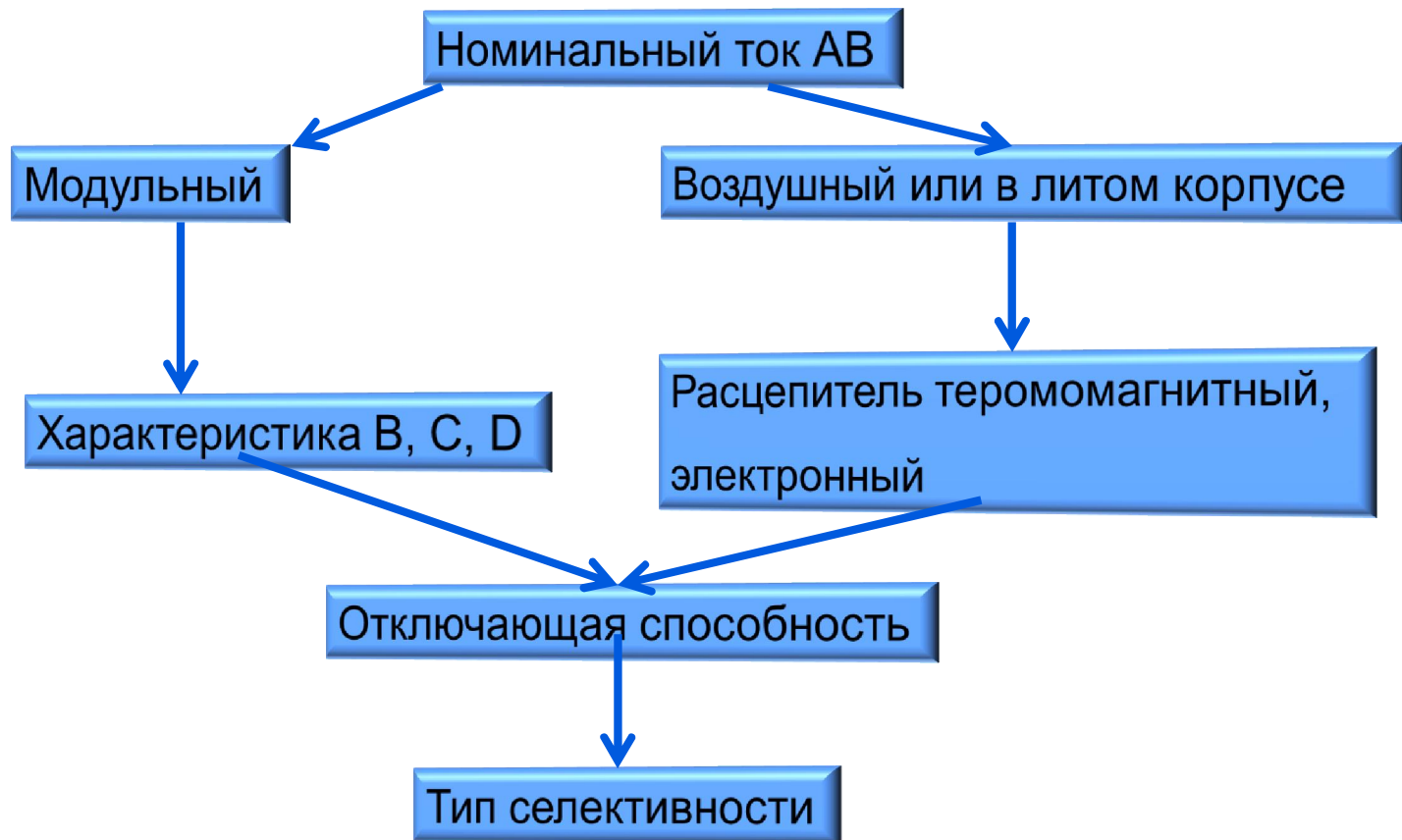
Критерии выбора

- Выбор АВ по номинальному току
- Выбор по чувствительности характеристики расцепителя
- Выбор по отключающей способности
- Проверка селективности
- Выбор с учетом специфики защищаемой цепи
- Выбор АВ и аксессуаров для обеспечения функциональных возможностей (мониторинг, дистанционное управление и т.д.)
- Определение настроек расцепителя



Выбор электрических аппаратов

Критерии выбора



Специфика различных нагрузок

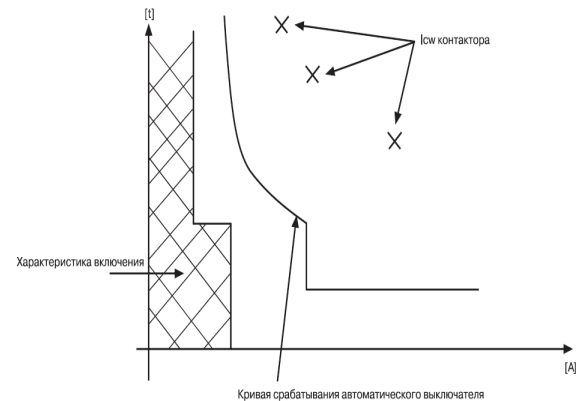
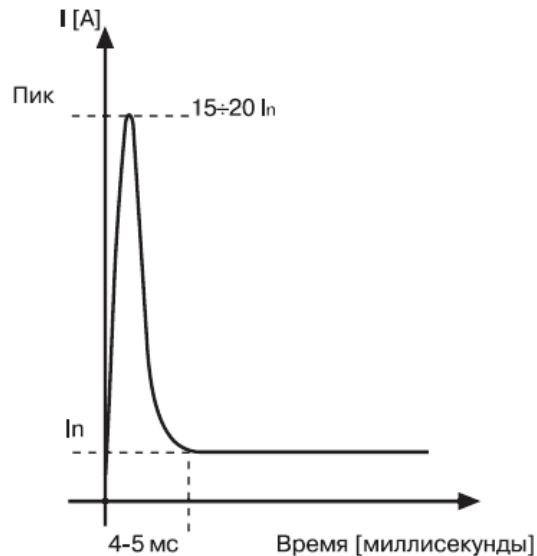
Осветительные сети

Для ламп накаливания характерен высокий пиковый ток при включении, связанный с разогревом нити до рабочего состояния.

Амплитуда тока составляет 15-20 крат к номинальному при длительности 4-5 мс.

Для контакторов категория применения AC5b

График пикового тока



Том 2
Раздел 3.1

Специфика различных нагрузок

Осветительные сети

Люминесцентные лампы характеризуются наличием токоограничивающего дросселя и пускорегулирующего устройства (ПРА). ПРА могут быть электрическими и электронными. Для снижения токов высших гармоник ПРА могут быть снабжены корректором коэффициента мощности или конденсатором.

Для контакторов категория применения AC5а

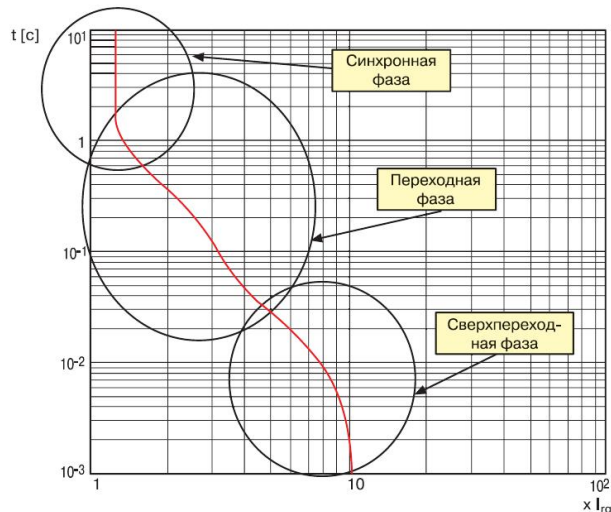


Тип лампы		Пиковый ток	Пусковой ток	Время пуска
Лампы накаливания		15In	-	-
Галогенные лампы		15In	-	-
Люминесцентные лампы	Без конденсатора	-	2In	10 с
	С конденсатором	20In		1 ÷ 6 с
Разрядные лампы высокой интенсивности	Без конденсатора	-	2In	2 ÷ 8 мин
	С конденсатором	20In	2In	2 ÷ 8 мин

Специфика различных нагрузок

Генератор

Специфика защиты автономных генераторов, заключается в многократном изменении внутреннего сопротивления генератора в процессе его пуска. Следовательно в режиме пуска ток короткого замыкания значительно отличается от номинального режима. При коротком замыкании происходит торможение генератора, что так же снижает его внутреннее сопротивление и генерируемое напряжение.



Специфика различных нагрузок Асинхронный двигатель

Для защиты и управления асинхронным двигателем применяются пускатели (контактор + тепловое реле) и автоматические выключатели (автоматические выключатели для защиты двигателей не имеют теплового расцепителя).

Тип тока	Категории применения	Типовые применения
Переменный ток AC	AC-2	Асинхронные двигатели с контактными кольцами: пуск, отключение
	AC-3	Двигатели с короткозамкнутым ротором: пуск, отключение в процессе работы ⁽¹⁾
	AC-4	Двигатели с короткозамкнутым ротором: пуск, торможение противовключением, толчковый режим

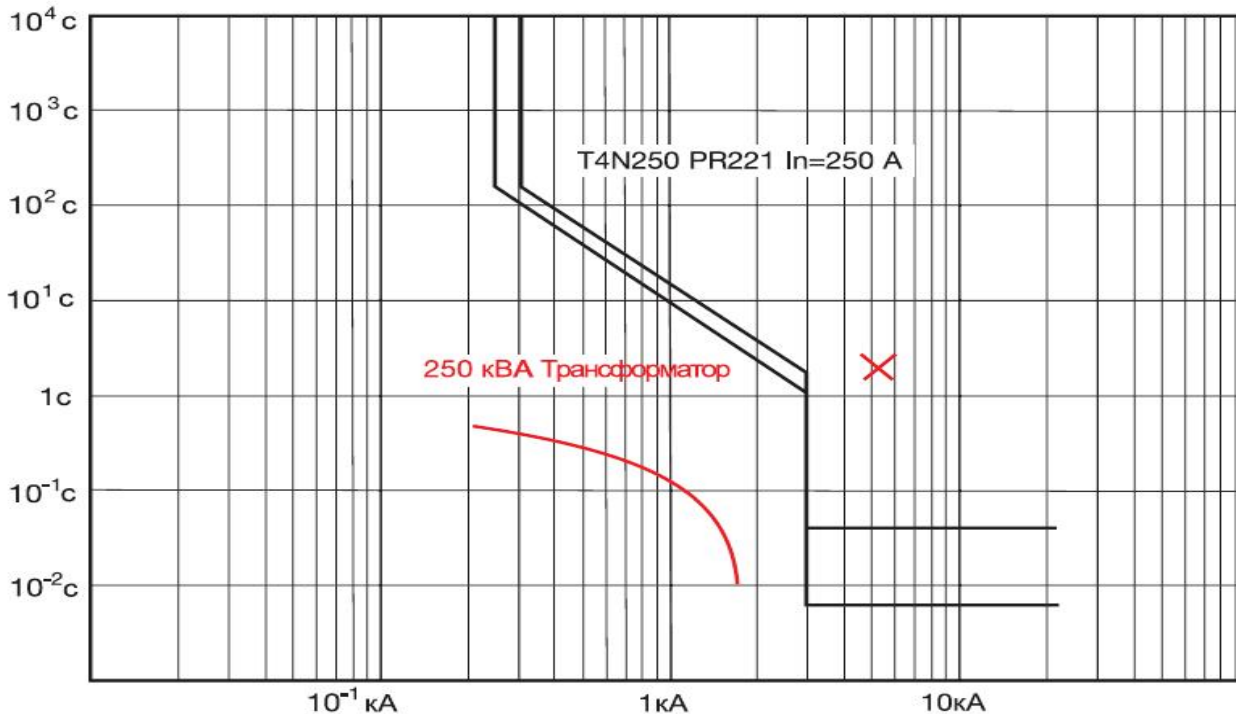
Класс расцепления	Время срабатывания в секундах (Тр)
10 A	$2 < T_r \leq 10$
10	$4 < T_r \leq 10$
20	$6 < T_r \leq 20$
30	$9 < T_r \leq 30$



Специфика различных нагрузок

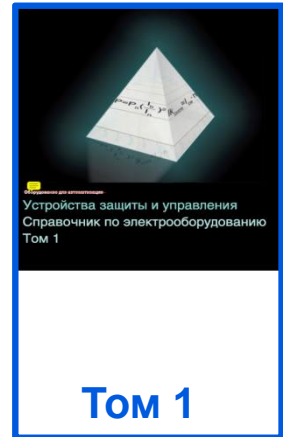
Трансформатор

Выбор аппаратов защиты для трансформатора определяется кривой пускового тока трансформатора и точкой предельной тепловой нагрузки.



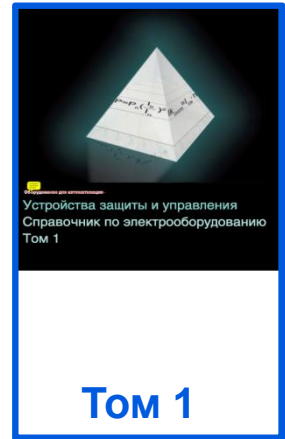
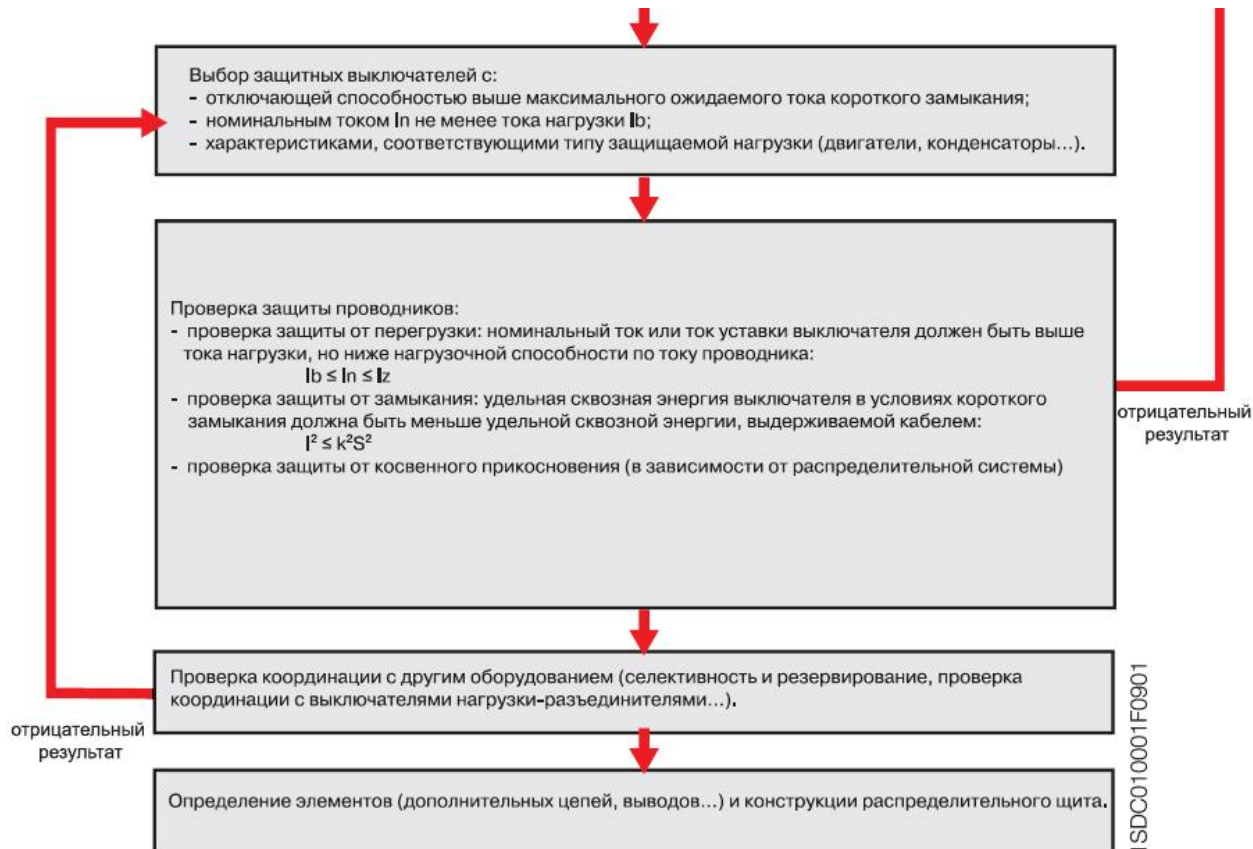
Этапы проектирования

Блок схема этапов



Этапы проектирования

Блок схема этапов



Программа DOC2

Основные возможности

Макс. [кА]
Мин. [кА]

Подробные характеристики рассчитанных токов КЗ

Максимальные значения в начале линии
10 ms

LLL	<input type="text" value="29.9412"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[кА]
LL	<input type="text" value="25.9299"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[кА]
LN	<input type="text" value="29.7558"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[кА]
L-PE	<input type="text" value="29.7558"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[кА]

Минимальные значения в конце линии
10 ms

LLL	<input type="text" value="3.8865"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[кА]
LL	<input type="text" value="3.3658"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[кА]
LN	<input type="text" value="1.7321"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[кА]
L-PE	<input type="text" value="1.7281"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	[кА]

- **Расчет**
 - Сети СН/НН
 - Радиальные и смешанные сети
- **Вычисления**
 - Напряжения и токи в любой точке сети
 - Максимальный и минимальный токи КЗ
- Подбор сечения кабеля и выбор защитного оборудования

L1	L2	L3	N
<input type="text" value="200.0"/> [А]	<input type="text" value="200.0"/> [А]	<input type="text" value="200.0"/> [А]	<input type="text" value="0.0"/> [А]
<input type="text" value="0.75"/>	<input type="text" value="0.75"/>	<input type="text" value="0.75"/>	

I_k [А]
Падение напряжения [%]
Рассеиваемая мощность [Вт]
Рабочая температура [°C]

K232 Рабочая температура

Фазы	<input type="text" value="4.51e+008"/> [А ² ·с]
Нейтраль	<input type="text" value="1.19e+008"/> [А ² ·с]
PE	<input type="text" value="1.19e+008"/> [А ² ·с]

Сопротивления кабелей

	Фазы	Нейтраль	PE	
R (при окр-ей температуре)	<input type="text" value="15.608"/>	<input type="text" value="30.395"/>	<input type="text" value="30.395"/>	[мОм]
R (20 °C)	<input type="text" value="15.008"/>	<input type="text" value="29.226"/>	<input type="text" value="29.226"/>	[мОм]
R (80 °C)	<input type="text" value="18.610"/>	<input type="text" value="36.241"/>	<input type="text" value="36.241"/>	[мОм]
X	<input type="text" value="13.200"/>	<input type="text" value="13.500"/>	<input type="text" value="13.500"/>	[мОм]

Программа DOC 2

Идеальный инструмент для проектирования

DOC <unnamed>

Файл Правка Объекты НН Объекты СН Инструменты Вид Щит Помощь

Command <gredit>

Command <circuit>

Описание	Описание	400	0.16	400	0.20	400	0.25	400	0.12	400	0.00	400	0.00	400	0.11
Максимальная сила тока	И	1500	150	107.25	100	24.7	100	15.0	60	9.20	100	13.31	100		
Минимальная сила тока	И	97.8	0.08	2000	0.90	2000	0.90	135.5	0.54	180	0.90	300	0.90		
Тип	И	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A	10k 200 P4221 05-L3 60A
Мин-об. полюсов	И	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
Тип	И	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
Макс. ток	И	3000	360	900	360	14400	360	1125	300	1800	360	3300	360	1200	240
Тип	И	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
Сила тока	И	2100	200	500	200	2100	200	500	200	2100	200	500	200	2100	200
Тип	И	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
Сила тока	И	1500	15	430.0	15	2160	20	288.0	5	1160	3	430			
Тип	И	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
Сила тока	И	178.1	97.6	31	2000	31	110.5	11	48.0	180	31	300	31		
Тип	И	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
Сила тока	И	178.1	97.6	6.37	5000	7.25	2000	6.95	135.5	6.80	480	300	6.80		
Тип	И	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
Сила тока	И	0.0	13.39	0.0	15.88	0.0	15.88	0.0	13.39	0.0	15.88	0.0	15.88		

Ready

234.93-143.41

SNAP GRID

13:22

Программа DOC 2

Идеальный инструмент для проектирования

The screenshot displays the DOC 2 software interface with two main dialog boxes open over a dark background with green vertical lines.

Results Calculation Dialog (Результаты расчёта):

	L1	L2	L3	N
I_b	97.6 [A]	97.6 [A]	97.6 [A]	[A]
cosφ	0.86	0.86	0.86	

I_z	153.00 [A]
Падение напряжения	0.16 [%]
Рассеиваемая мощность	116.86 [Вт]
Рабочая температура	46.27 [°C]
K252 <input type="checkbox"/> Рабочая температура	
Фазы	3.3e+007 [A2c]
PE	8.24e+006 [A2c]

	Фазы	PE
R (при окр-ей температуре)	3.850 [мОм]	7.700 [мОм]
R (20 °C)	3.702 [мОм]	7.404 [мОм]
R (80 °C)	5.775 [мОм]	11.550 [мОм]
X	0.780 [мОм]	0.810 [мОм]

Parameters Dialog (Параметры фидера):

Таблица параметров:

Описание					Тем-ра окр. среды	30 [°C]
I_b	97.6 [A]	LLL	400 [В]		<input checked="" type="checkbox"/> Максимальное dU%	4 [%]
cosφ	0.86	TN-S	50 [Гц]		<input type="checkbox"/> Кабель с двойной изоляцией	
					<input type="checkbox"/> Внутри щита	

Длина: 10 [м]

Способ прокладки: Воздушный, На перфорированных лотках, Вертикальный пучок (интервал >=1 диаметра кабеля)

Фазы: 1 x 50 мм², PE: 1 x 25 мм²

I_z : 153 [A], Kt: 1.00, dU: 0.16 [%]

Символ: <по умолчанию>

Программа DOC 2

Идеальный инструмент для проектирования

The image displays the DOC 2 software interface. On the left, a circuit diagram is visible with a circuit breaker labeled "QF1.1". The main window shows the "Параметры фидера" (Feeder Parameters) dialog box, which is configured for a circuit breaker. The dialog includes the following fields and values:

- Описание:** Двигатель (-MS1.2) | Кабель НН (-WC1.2) | Контакттор линии (-K1.2) | Автоматический выключатель (-QF1.2)
- Иб:** 97.6 [A]
- И:** 153.0 [A]
- Имакс:** 15.39 [kA]
- Ик Мин.:** 6.87 [kA]
- Тип:** Защита от КЗ и перегрузки
- Исполнение:** <Все возможности>
- Серия:** <Все возможности>
- Расцепитель:** <Все возможности>
- Полосы:** 3P
- Стандарт:** МЭК 60947-2
- Выбор >>:** T4N 250 PR222MP 160A
- Символ:** <по умолчанию>

The interface also shows a toolbar with various drawing tools, a command line with "Command <zoomwheel>: abbprops" and "1 object(s) selected.", and a status bar at the bottom with "Ready", coordinates "-83.33;77.61", and "SNAP GRID".

Программа DOC 2

Идеальный инструмент для проектирования

DOC <unnamed>

Файл Правка Объекты НН Объекты СН Инструменты Вид Щит Помощь

second point/<>: _panstop
Command < dpan>:

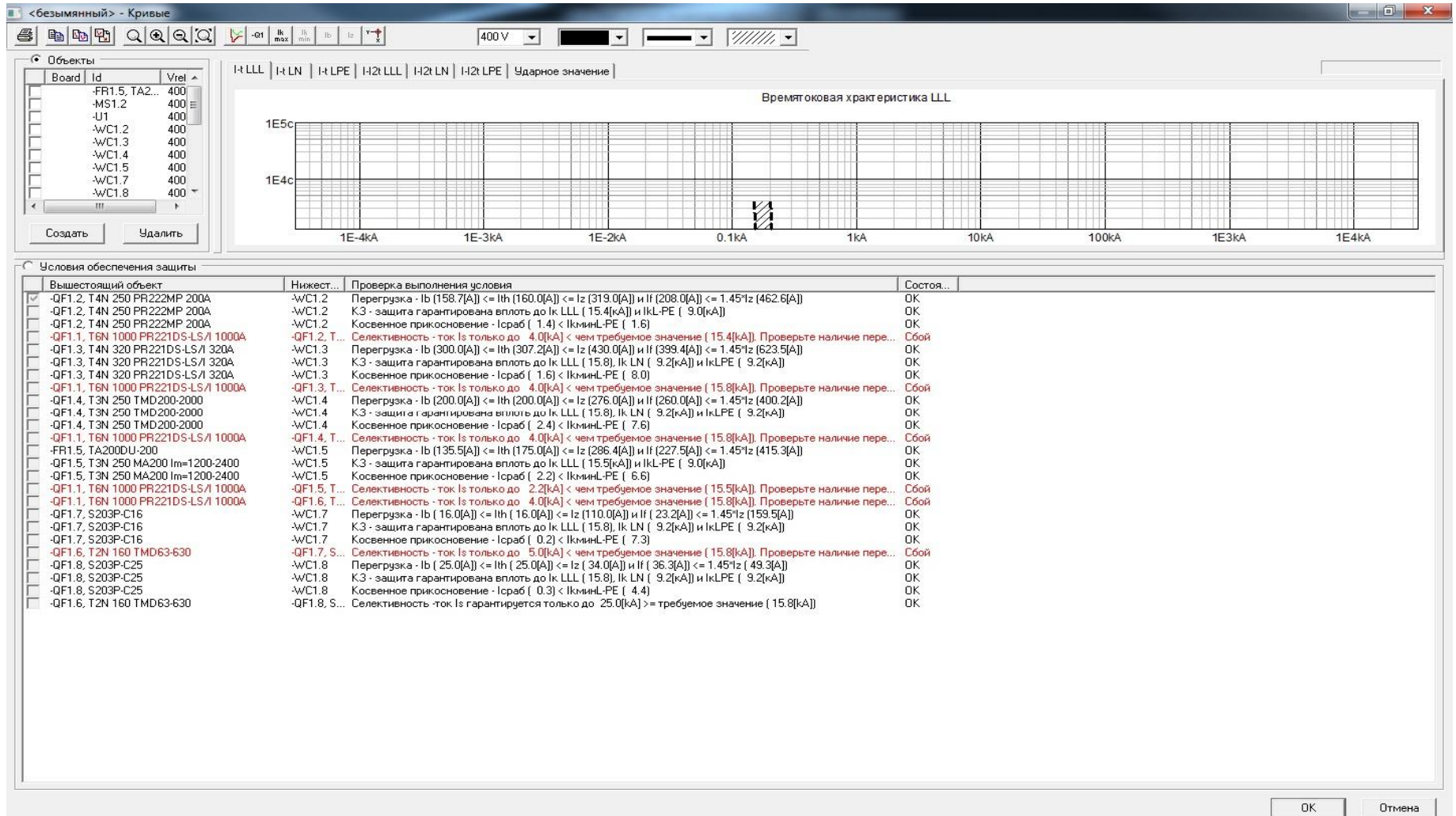
Описание	Описание												
	Напряжение [V]	dV	%		400	0.16	400	0.20	400	0.23	400	0.12	
	Актив. мощность [kW]	UF	%		55.00	100	187.06	100	124.71	100	75.00	100	
	I _r	[A]	Созфи		97.6	0.86	300.0	0.90	200.0	0.90	135.5	0.84	
Изготовитель				ABB	ABB		ABB		ABB		ABB		
Авт. выключатель или Выкл. нагрузки	Тип			T6N 800 PR221DS-LS/I 800A	T4N 250 PR222MP 160A		T4N 320 PR221DS-LS/I 320A		T4S 250 PR221DS-LS/I 250A		T3N 250 MA200 I _m =1200		
	Кол-во полюсов	I _n	[A]	3P	800	3P	160	3P	320	3P	250	3P	200
	I _{th}	[A]	I _{dn}	[A]	800.0		97.6		307.2		200.0		200.0
	I _m	[A]	I _{cu} /I _{cn}	[kA]	3600.0	36.0	960.0	36.0	1440.0	36.0	1125.0	50.0	1800.0
Предохранитель	Тип	Размер	[A]										
Контактор	Тип	I _n	[A]		A145-30-11-230V/50-60Hz -1						A185-30-11-230V/50-60Hz -1		
Реле перегрузки	Тип	Уставка	[A]									x	200
Распред. линия	Тип кабеля				Cu-PVC		Cu-PVC		Cu-PVC		Cu-PVC		
	Секции				4G50/25		5G240/120		5G120/70		2x4G95/50		
	Длина	[m]	I _z	[A]		10	153.0	15	430.0	15	276.0	20	286
	I _b L1	[A]	Номер установки		778.1		97.6	31	300.0	31	200.0	31	135.5
I _b L2	[A]	dV	%	778.1		97.6	0.16	300.0	0.20	200.0	0.23	135.5	0.12
I _b L3	[A]	I _k мин	[kA]	778.1		97.6	6.87	300.0	7.25	200.0	6.95	135.5	6.60
I _b N	[A]	I _k макс	[kA]	0.0			15.39	0.0	15.66	0.0	15.66		15.2
Вспом. оборудование													
N	Проверка № 1			Дата:									Описан
	Проверка № 2			Выполнил:									
	Проверка № 3			Проект.:									
	ПЕРЕСМОТР	Дата:	Подпись	Утвержд.:									

(*) The circuit-breaker is in discrimination relations with other circuit-breakers
(**) The circuit-breaker is in back-up relations with other circuit-breakers

Ready 13:23-17:50 SNAP GRID 13:26

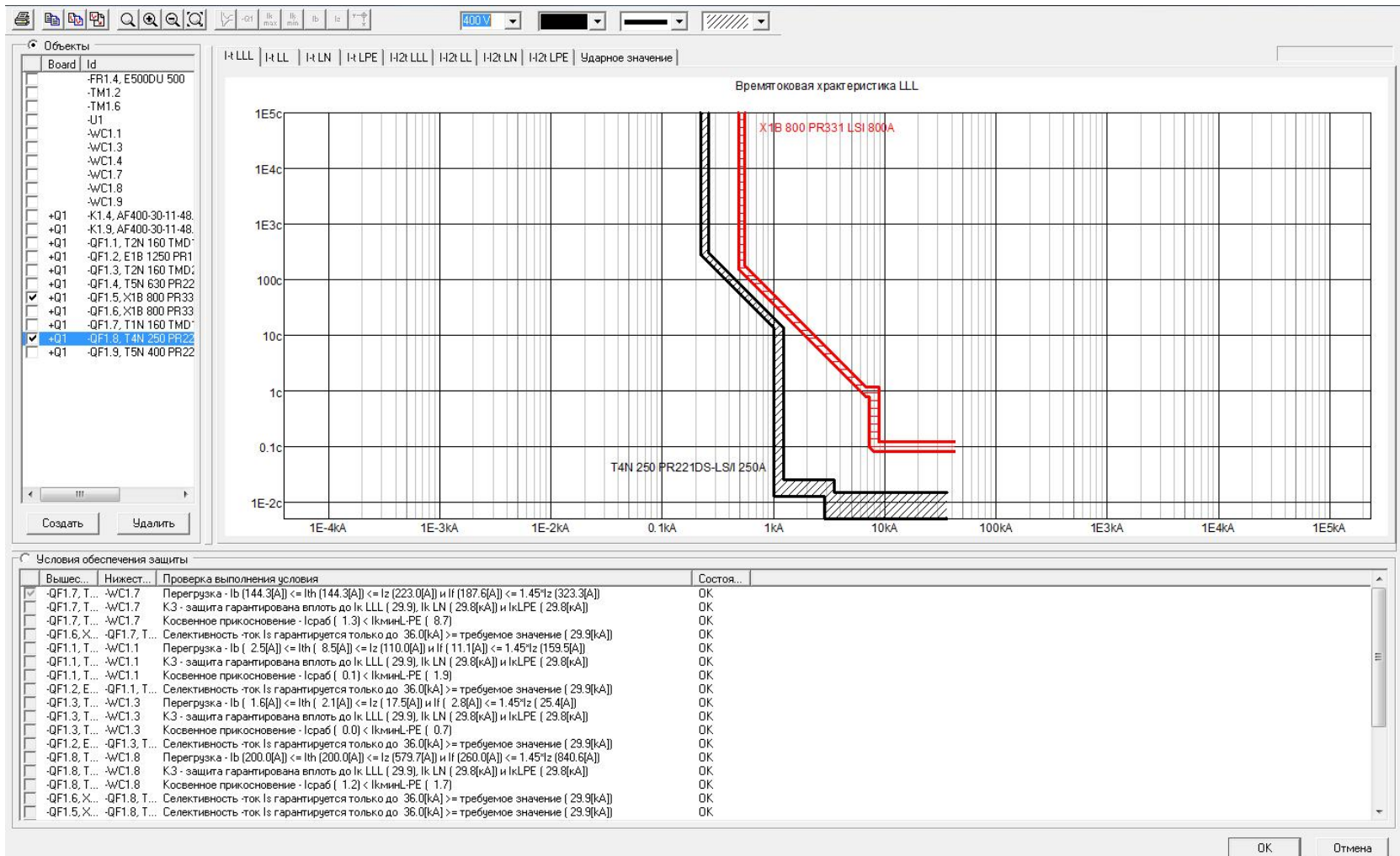
Программа DOC 2

Идеальный инструмент для проектирования



Curves

Проверка селективности и настройка защиты



Программа DOC 2

Настройка автоматических выключателей

<безымянный> - Кривые

Авт. выключатель с электронным расцепителем

T6N 1000 PR221DS-LS/I 1000A

In 1000 [A] In OFF

Выбрать

L 0,84 12s

S I2t=const 2,00 0,25s

Ib: 834,136 [A]
 Ikmax: 15,000 [kA]
 Макс. напр.: 50 [В]
 Ra: 1 [Ом]
 Tmax: 0,4 [с]

OK Отмена

400 V

I-I2t LPE | Ударное значение

Времятоковая характеристика LLL

1E-3kA 1E-2kA 0.1kA 1kA 10kA 100kA 1E3kA 1E4kA

Условия обеспечения защиты

Высший объект	Нижест...	Проверка выполнения условия	Состоя...
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.2, T4N 250 PR222MP 200A	-WC1.2	Перегрузка - Ib (158,7[A]) <= Ith (160,0[A]) <= Iz (319,0[A]) и If (208,0[A]) <= 1,45*Iz (462,6[A])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.2, T4N 250 PR222MP 200A	-WC1.2	K3 - защита гарантирована вплоть до Ik LLL (15,4[kA]) и IkL-PE (9,0[kA])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.2, T4N 250 PR222MP 200A	-WC1.2	Косвенное прикосновение - Icrab (1,4) < IkminL-PE (1,6)	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.1, T6N 1000 PR221DS-LS/I 1000A	-QF1.2, T...	Селективность - ток Is гарантируется только до 36,0[kA] >= требуемое значение (15,4[kA])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.3, T4N 320 PR221DS-LS/I 320A	-WC1.3	Перегрузка - Ib (300,0[A]) <= Ith (307,2[A]) <= Iz (430,0[A]) и If (399,4[A]) <= 1,45*Iz (623,5[A])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.3, T4N 320 PR221DS-LS/I 320A	-WC1.3	K3 - защита гарантирована вплоть до Ik LLL (15,8), Ik LN (9,2[kA]) и IkLPE (9,2[kA])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.3, T4N 320 PR221DS-LS/I 320A	-WC1.3	Косвенное прикосновение - Icrab (1,6) < IkminL-PE (8,0)	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.1, T6N 1000 PR221DS-LS/I 1000A	-QF1.3, T...	Селективность - ток Is гарантируется только до 36,0[kA] >= требуемое значение (15,8[kA])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.4, T3N 250 TMD200-2000	-WC1.4	Перегрузка - Ib (200,0[A]) <= Ith (200,0[A]) <= Iz (276,0[A]) и If (260,0[A]) <= 1,45*Iz (400,2[A])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.4, T3N 250 TMD200-2000	-WC1.4	K3 - защита гарантирована вплоть до Ik LLL (15,8), Ik LN (9,2[kA]) и IkLPE (9,2[kA])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.4, T3N 250 TMD200-2000	-WC1.4	Косвенное прикосновение - Icrab (2,4) < IkminL-PE (7,6)	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -QF1.1, T6N 1000 PR221DS-LS/I 1000A	-QF1.4, T...	Селективность - ток Is гарантируется только до 36,0[kA] >= требуемое значение (15,8[kA])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -FR1.5, TA2000U-200	-WC1.5	Перегрузка - Ib (135,5[A]) <= Ith (175,0[A]) <= Iz (286,4[A]) и If (227,5[A]) <= 1,45*Iz (415,3[A])	OK
<input checked="" type="checkbox"/> -FR1.5, TA2000U-200	-WC1.5	K3 - защита гарантирована вплоть до Ik LLL (15,8), Ik LN (9,2[kA]) и IkLPE (9,2[kA])	OK

OK Отмена

Каталог типовых решений ГРЩ

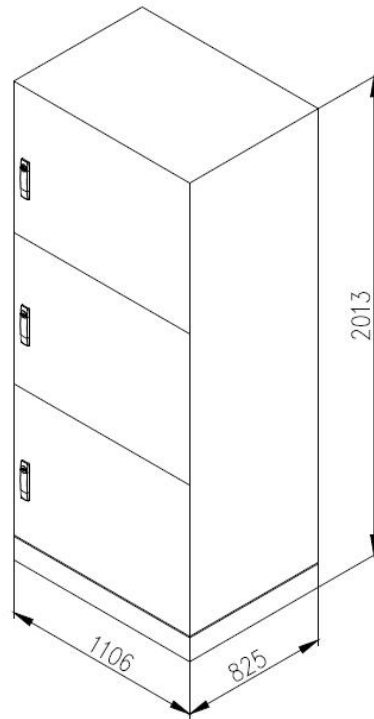
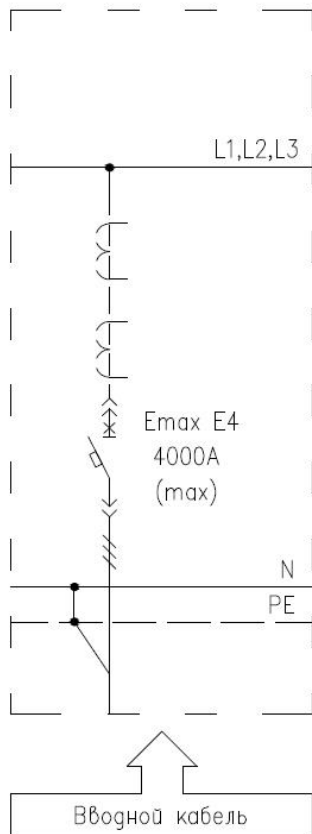
Структура альбома

- Однолинейная схема
- Габаритный чертеж
- Изометрия
- 3D модель (на диске)
- Основные данные (габариты, вес, технические характеристики)
- Файлы AutoCad
- Спецификации
- Чертежи узлов и сборных шин
- Монтажные инструкции



Обзор типовых решений на ток 4000 А

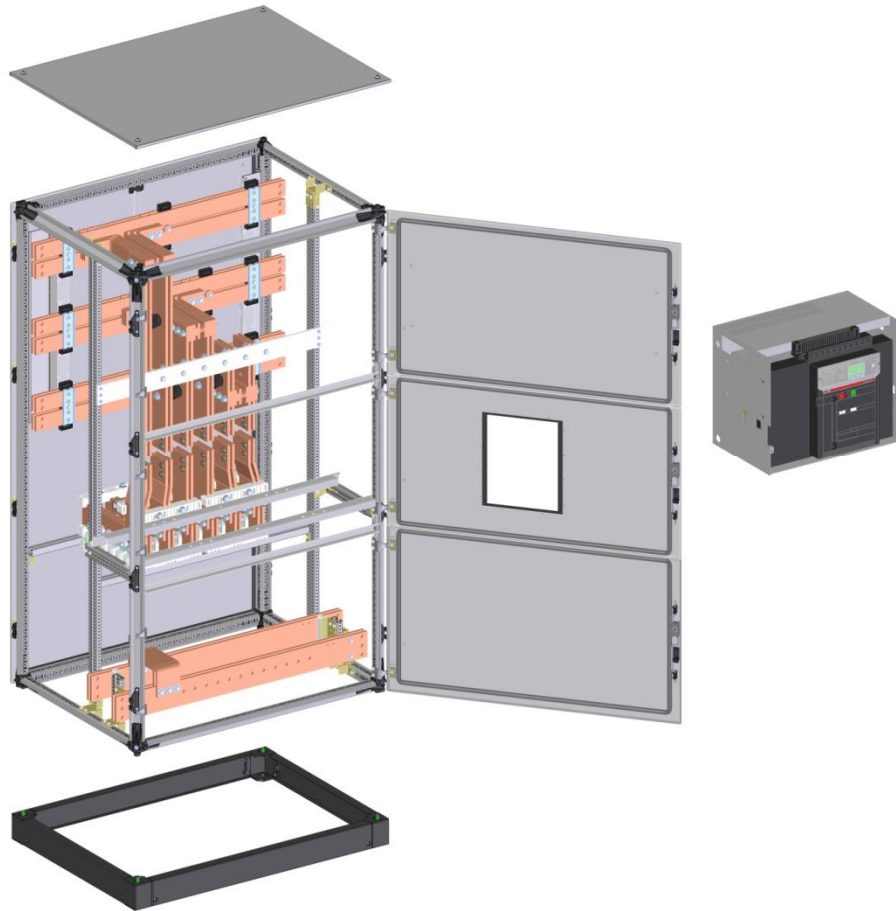
Вводная панель



- Номинальный ток 4000 А
- Вводной аппарат Emax E4 (выкатной)
- Подвод кабелем снизу
- Трансформаторы тока
- Пластронов нет
- TN-C-S / TN-C / TN-S
- IP54* / IP31
- Сборные шины
4x(60x10) мм² (на 1 фазу)

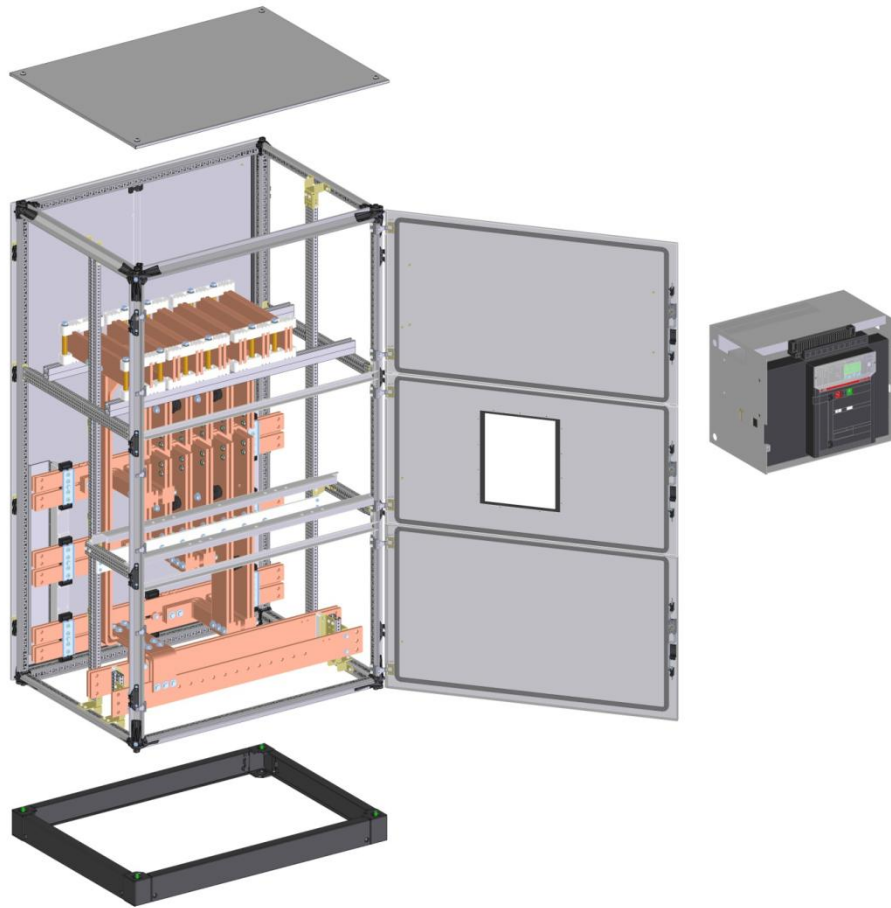
Обзор типовых решений на ток 4000 А

Вводная панель (шины сверху)



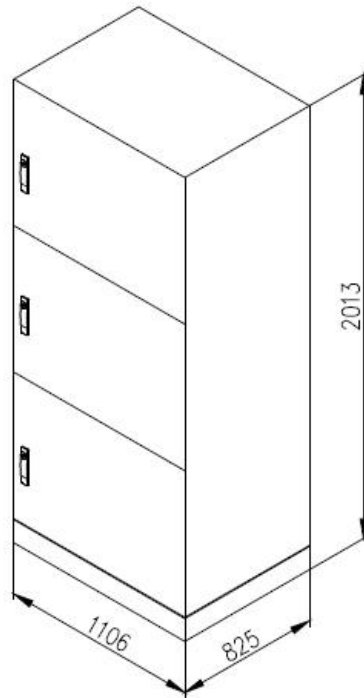
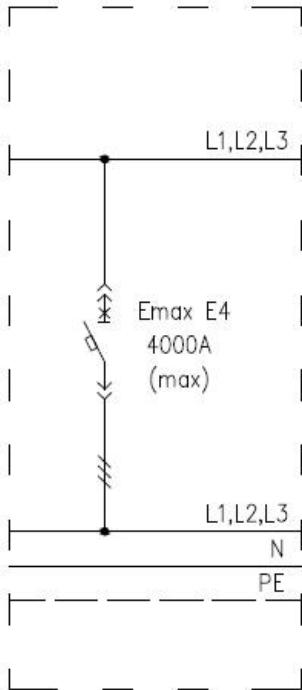
Обзор типовых решений на ток 4000 А

Вводная панель (шины снизу)



Обзор типовых решений на ток 4000 А

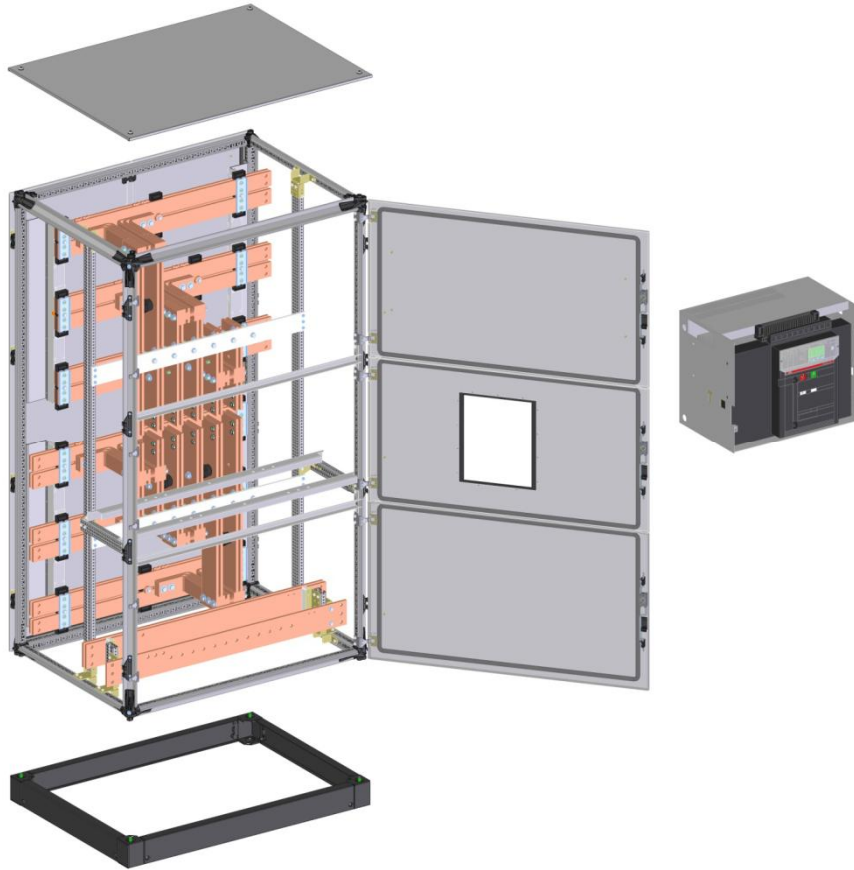
Секционная панель



- Номинальный ток 4000 А
- Секционный аппарат Emax E4 (выкатной)
- Трансформаторы тока
- Пластронов нет
- TN-C-S / TN-C / TN-S
- IP54* / IP31
- Сборные шины
4x(60x10) мм² (на 1 фазу)

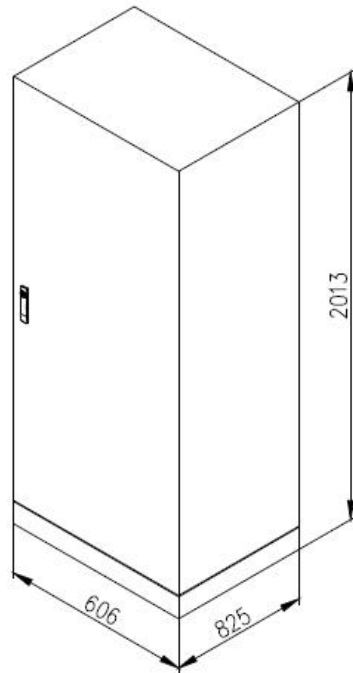
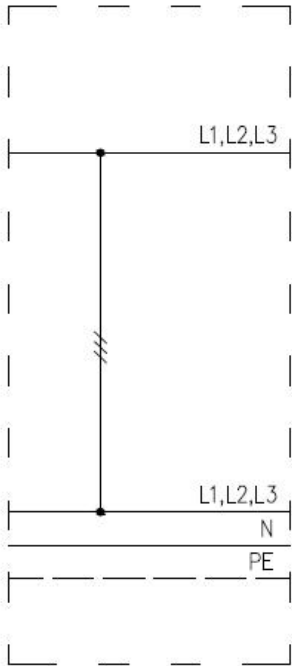
Обзор типовых решений на ток 4000 А

Секционная панель



Обзор типовых решений на ток 4000 А

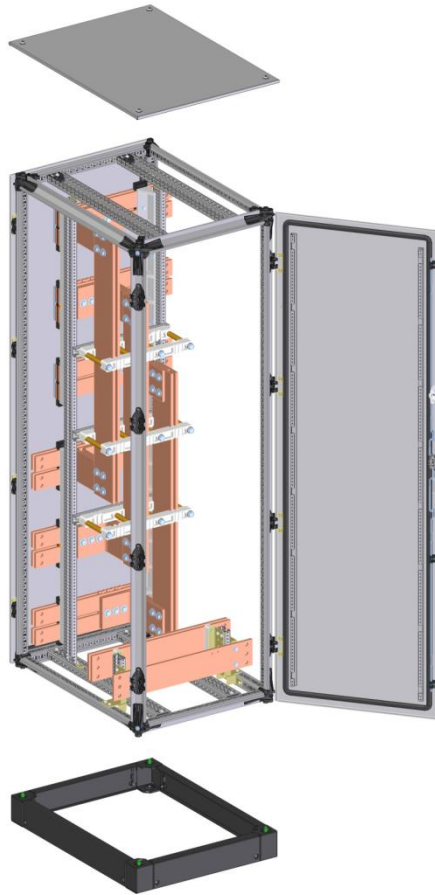
Панель перехода



- Номинальный ток 4000 А
- Пластронов нет
- TN-C-S / TN-C / TN-S
- IP54*
- Сборные шины
4x(60x10) мм² (на 1 фазу)

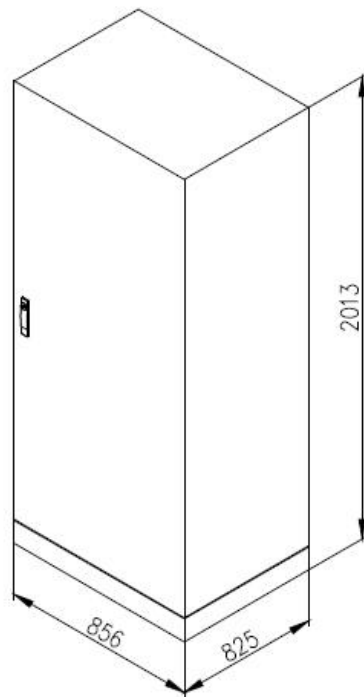
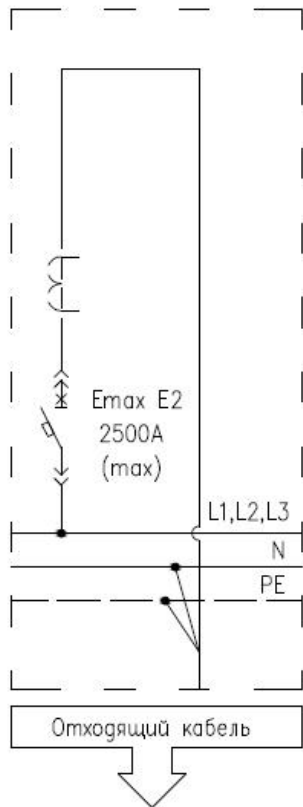
Обзор типовых решений на ток 4000 А

Панель перехода



Обзор типовых решений на ток 4000 А

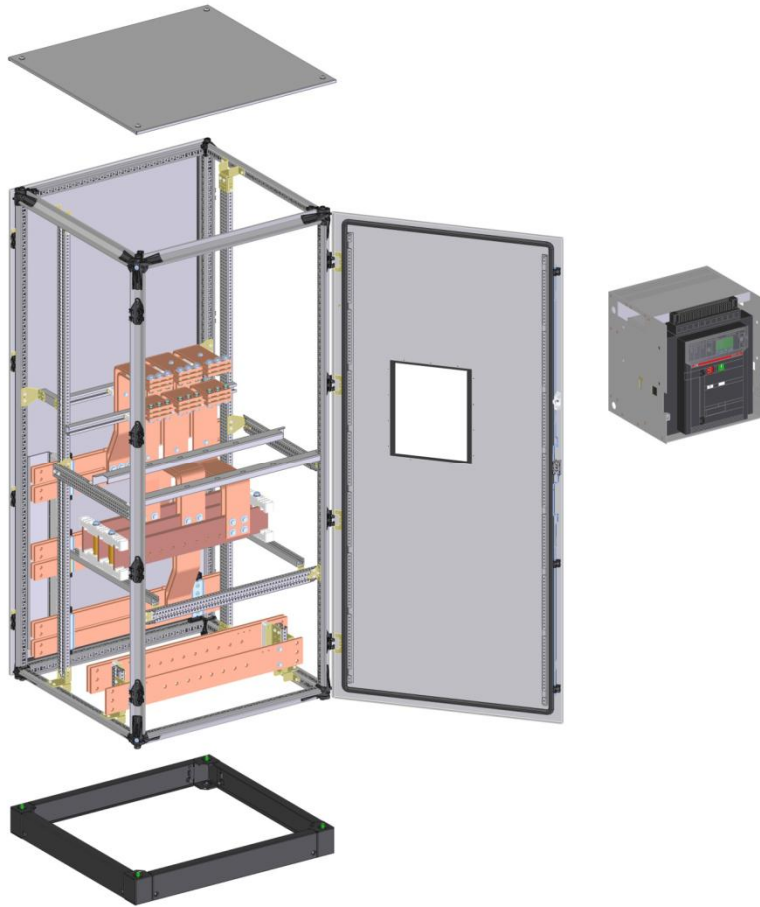
Распределительная панель



- Номинальный ток 2500 А
- Аппарат Emax E3 (выкатной)
- Трансформаторы тока
- Пластронов нет
- TN-C-S / TN-C / TN-S
- IP54* / IP31
- Сборные шины
4x(60x10) мм² (на 1 фазу)

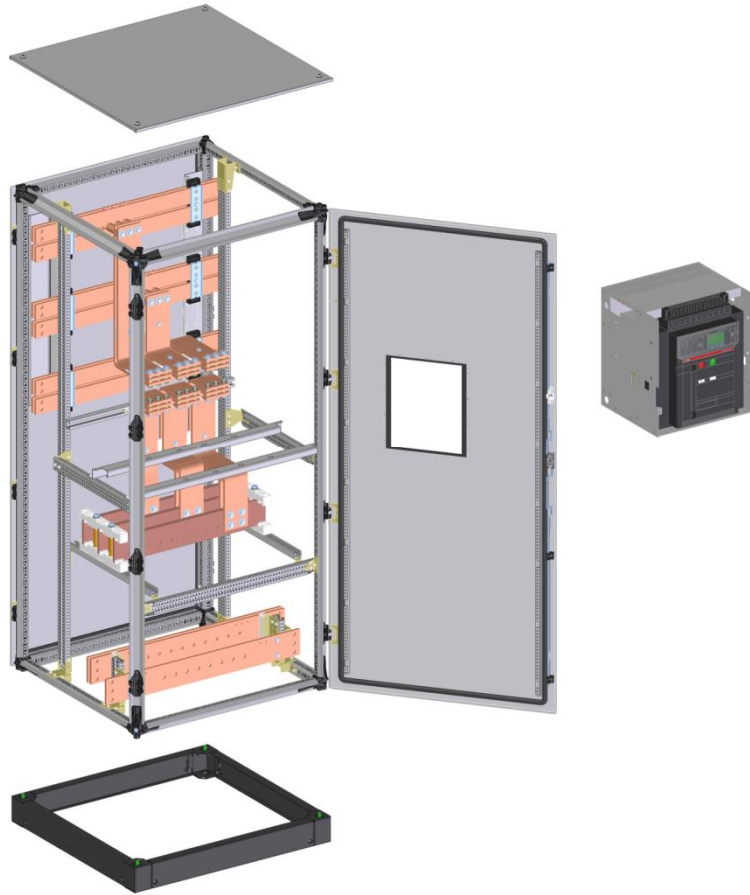
Обзор типовых решений на ток 4000 А

Распределительная панель (шины снизу)



Обзор типовых решений на ток 4000 А

Распределительная панель (шины сверху)



Конструкция НКУ

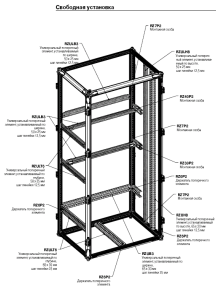
Функции



- Основные функции оболочки:
 - обеспечить защиту персонала от поражения электрическим током и других опасных факторов;
 - обеспечить защиту электротехнического оборудования от негативного влияния окружающей среды.
- Дополнительные функции оболочки:
 - механическое крепление токоведущих частей и аппаратов;
 - обеспечение теплового режима НКУ;
 - секционирование;
 - удобство доступа для эксплуатации;
 - прокладка дополнительных цепей;
 - обеспечение защитного заземления;
 - удобная маркировка;
 - возможность выноса элементов управления и контроля.

Конструкция НКУ

Функции



На этапе проектирования необходимо определить основные требования к конструкции НКУ, таким как:

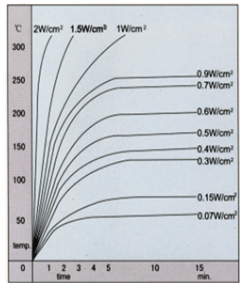
- габаритные размеры;
- степень защиты;
- секционирование;
- дополнительные требования.

Это необходимо для стоимостной оценки проекта и расположения НКУ в выделенном помещении.

Конструктивные детали уточняются на этапе конструирования НКУ.

Выбор электрических аппаратов

Принцип расчета тепловых режимов



Различают установившийся тепловой режим, переходный тепловой режим, повторно-кратковременный тепловой режим, адиабатический тепловой режим.

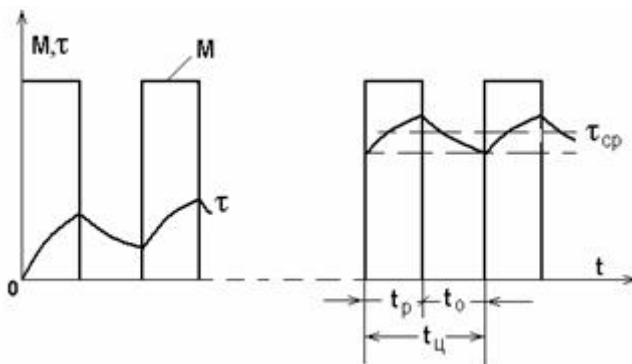
Установившийся

$$P_{\text{выд}} = I^2 \frac{\rho l}{S} = P_{\text{отв}} = k_T S_{\text{охл}} (\vartheta - \vartheta_{\text{окр}})$$

Переходный

$$P_{\text{выд}} > P_{\text{отв}}$$

Повторно-кратковременный



Адиабатный

$$P_{\text{отв}} = 0$$

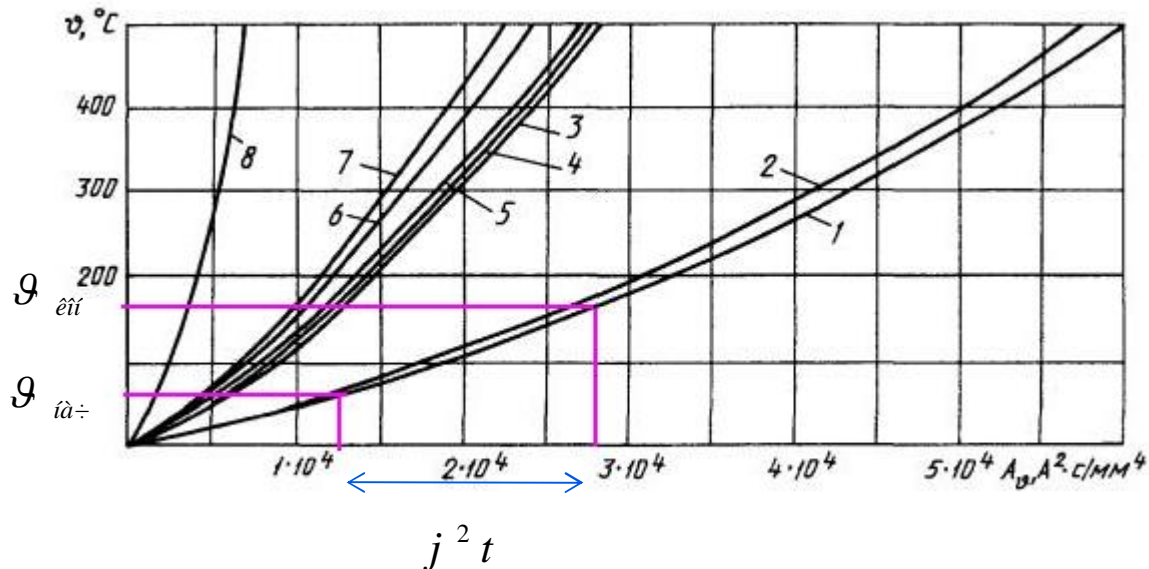
$$P_{\text{выд}} (1 + \alpha \vartheta) dt = C d \vartheta$$

Выбор электрических аппаратов

Нагрев в режиме КЗ

Расчет режима КЗ (адиабатный) отличается небольшой длительностью, в этом случае можно пренебречь теплопередачей в окружающую среду, т.е. Вся тепловая мощность расходуется на рост температуры токоведущей части.

Для расчета используют кривые адиабатного нагрева для конкретного материала проводника.



Выбор электрических аппаратов

Термическая стойкость

Термическая стойкость – способность токоведущих частей выдерживать без повреждений термическое воздействие протекающих по токоведущим частям токов заданной длительности.

При этом температура при КЗ в силу кратковременности процессов может значительно превышать длительно допустимую, в течение времени КЗ не происходит существенных изменений изоляции.

ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания.

шины медные – 300 °С

шины алюминиевые – 200 °С

кабели с ПВХ изоляцией – 160 °С

кабели с резиновой изоляцией – 150 °С

Выбор электрических аппаратов

Сквозная энергия

Оценка термического воздействия на токоведущие части может производиться сравнением удельной сквозной энергии КЗ с значением энергии, которую токоведущая часть выдерживает без повреждения.

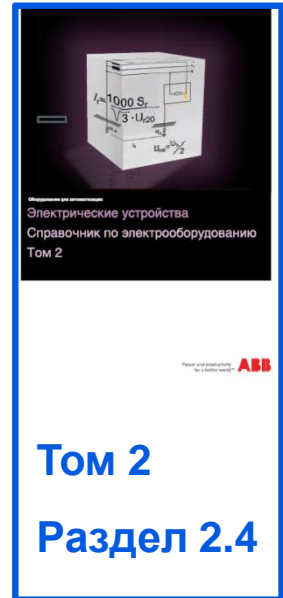
Количественно принято сравнивать интеграл Джоуля защитного устройства с аналогичным показателем для токоведущих частей.

$$I^2 t \leq k^2 S^2$$

где $I^2 t$ [кА²с²]– удельная сквозная энергия защитного устройства (для токоограничивающих выключателей и предохранителей это значение является каталожным);

S – [мм²] поперечное сечение проводника;

k – коэффициент зависящий от материала изоляции и проводника (определяется по таблицам).



Выбор электрических аппаратов

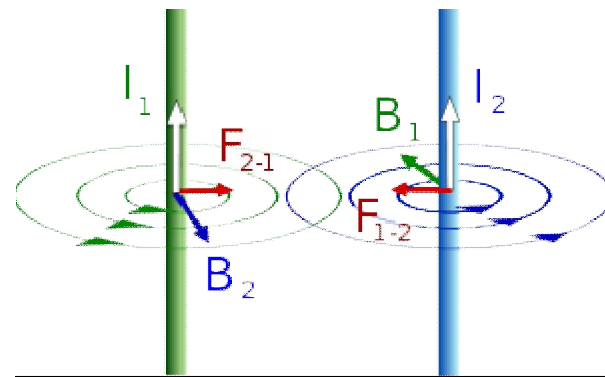
Электродинамические воздействия

Между проводниками с током возникает механическое взаимодействие описываемое **законом Ампера** (открыт Андре Мари Ампером в 1820 г. для постоянных токов).

Каждый ток создает магнитное поле, взаимодействие полей вызывает механическое усилие на проводники (параллельные проводники с сонаправленными токами притягиваются, с разнонаправленными отталкиваются).

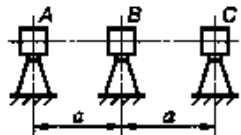
Например, при токе 50 кА на проводники расположенные в 2 см. друг от друга действует сила эквивалентная 2 500 кг.

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{r}$$



Выбор электрических аппаратов

Расчет электродинамических усилий



ГОСТ Р 52736-2007 **Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания.**

Стандартом рекомендована формула: $F = 2 \cdot 10^{-7} i_1 i_2 \frac{l}{a} K_\delta$

где i_1, i_2 - мгновенные значения токов проводников [А];

l - длина проводников [м];

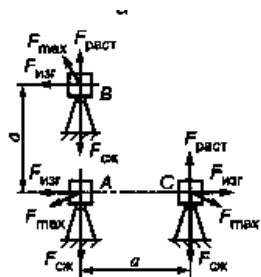
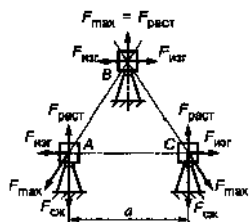
a - расстояние между осями проводников [м];

K_ϕ - коэффициент формы (определяется по графикам).

При трехфазном КЗ:

$$F_{\max}^3 = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \frac{l}{a} (i_{уд}^{(3)})^2 K_\phi K_{расп}$$

$K_{расп}$ - коэффициент зависящий от расположения шин.



Выбор оболочки

Тепловой режим НКУ

- При выборе оболочки инженеры должны решить ряд противоречий

- Высокие значения IP необходимы для защиты оборудования от влияния окружающей среды

- Высокое IP препятствует конвективному теплообмену

- Предпочтительнее компактный конструктив с плотным размещением аппаратов

- Плотность компоновки усиливает тепловое взаимодействие аппаратов

- Секционирование необходимо для разделения функциональных блоков

- Секционирование ухудшает теплообмен

Секционирование

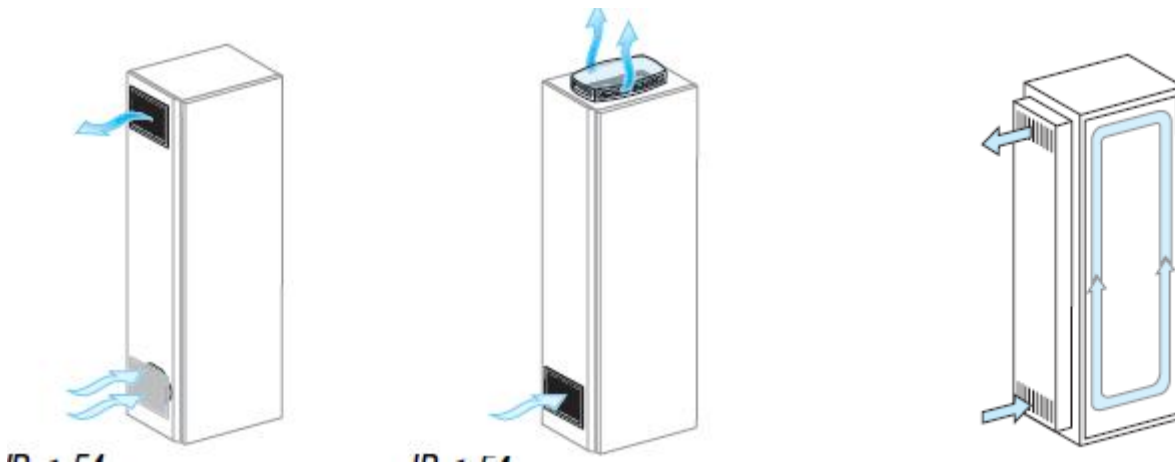
Формы секционирования

Основной признак	Другие признаки	Форма
Разделение отсутствует		Форма 1
Разделение сборных шин функциональных блоков	Зажимы для внешних проводников необязательно отгораживать от сборных шин	Форма 2а
	Зажимы для внешних проводников отгорожены от сборных шин	Форма 2б
Внутреннее разделение сборных шин и функциональных блоков, а также функциональных блоков друг от друга, за исключением их зажимов от внешних проводников	Зажимы для внешних проводников необязательно отгораживать от сборных шин	Форма 3а
	Зажимы для внешних проводников отгорожены от сборных шин	Форма 3б
Внутреннее разделение сборных шин от функциональных блоков и всех функциональных блоков друг от друга, включая их выходные зажимы	Зажимы для внешних проводников в той же секции, что и соответствующий функциональный блок	Форма 4а
	Зажимы для внешних проводников, но в той секции, что и соответствующий функциональный блок, однако в отдельном, изолированном оболочкой помещении или отсеке	Форма 4б

Принудительное охлаждение

Принципы размещения

Для снижения тепловой нагрузки могут применяться устройства принудительного охлаждения (вентиляторы и теплообменники), а для снижения вероятности образования конденсата нагреватели.



Техническая поддержка

Виды технической поддержки

По электрощитовому оборудованию

- ❑ Разработка чертежей внешнего вида
- ❑ Разработка габаритных чертежей
- ❑ Разработка чертежей размещения электрощитового оборудования
- ❑ Составление спецификаций оборудования
- ❑ Подготовка предварительных сметных оценок
- ❑ Выполнение конструкторских чертежей
- ❑ Проведение тепловых расчётов НКУ

Техническая поддержка

Виды технической поддержки

По схемам (анализ проектной документации)

- ❑ Проверка правильности выбора оборудования
- ❑ Анализ селективности автоматических выключателей
- ❑ Анализ возможности автоматизации
- ❑ Предоставление или разработка схем АВР

Техническая поддержка

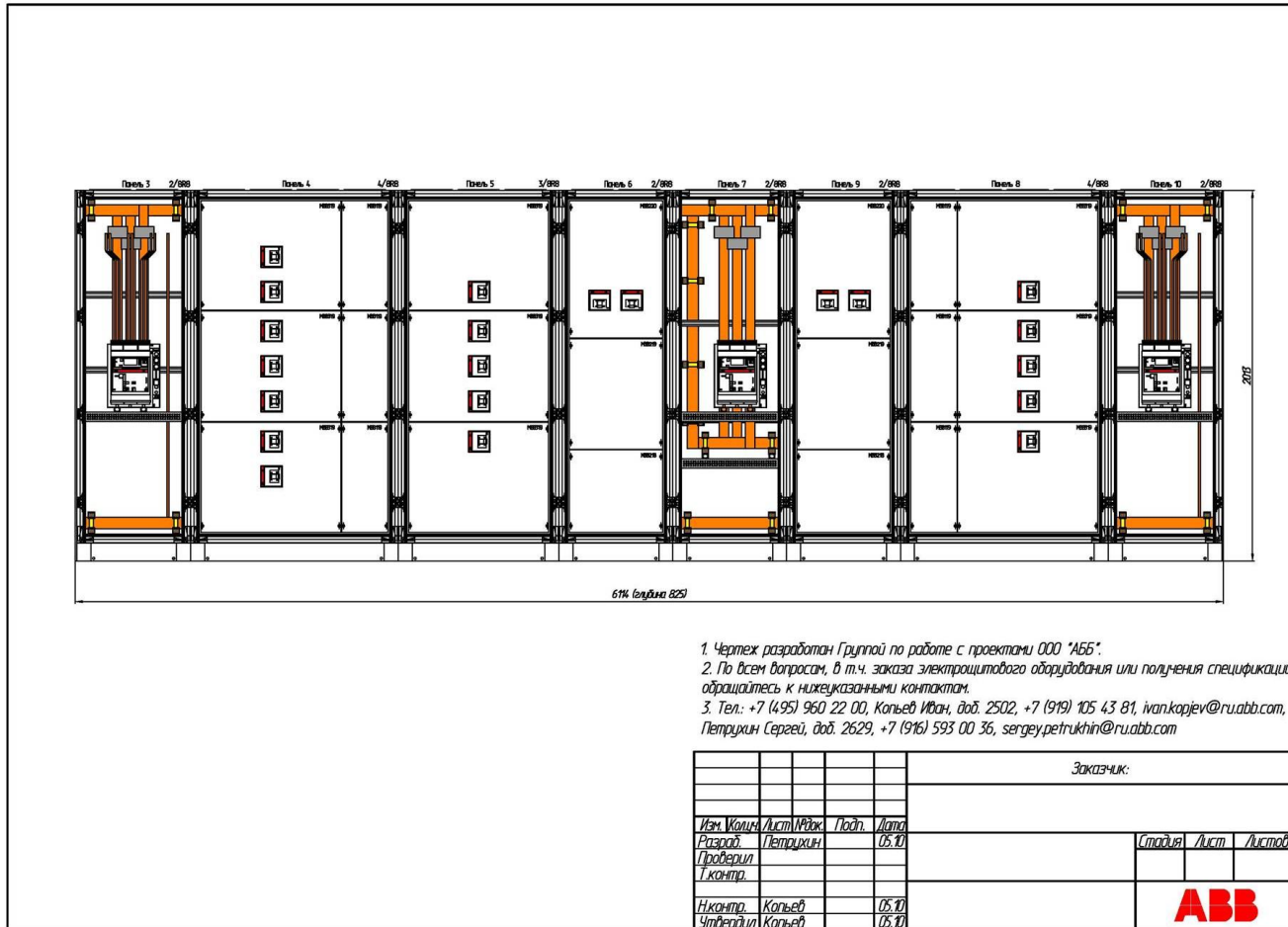
Виды технической поддержки

На предпроектной стадии

- ❑ Подготовка требований для включения в задания на проектирование
- ❑ Разработка концепции энергоэффективности
- ❑ Разработка концепции автоматизации
- ❑ Предварительные предпроектные сметные оценки

Техническая поддержка

Разработка чертежей внешнего вида



Формат А3

Техническая поддержка

Разработка габаритных чертежей

Вид спереди

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	200*
											800

Вид сверху

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	805
6%	864	6%	6%	864	864	864	6%	6%	864	6%	

1 - Панель УКРМ, шкаф 2/8R8
 2 - Распределительная панель (630A + 400A + 250 A), шкаф 3/8R8
 3,4 - Распределительные панели (1000A), шкафы 2/8R8
 5 - Входная панель (2500A), шкаф 3/8R8
 6 - Секционная панель (1600A), шкаф 3/8R8
 7 - Входная панель (2500A), шкаф 3/8R8
 8,9 - Распределительные панели (1000A), шкафы 2/8R8
 10 - Распределительная панель (630A + 400A + 250 A), шкаф 3/8R8
 11 - Панель УКРМ, шкаф 2/8R8

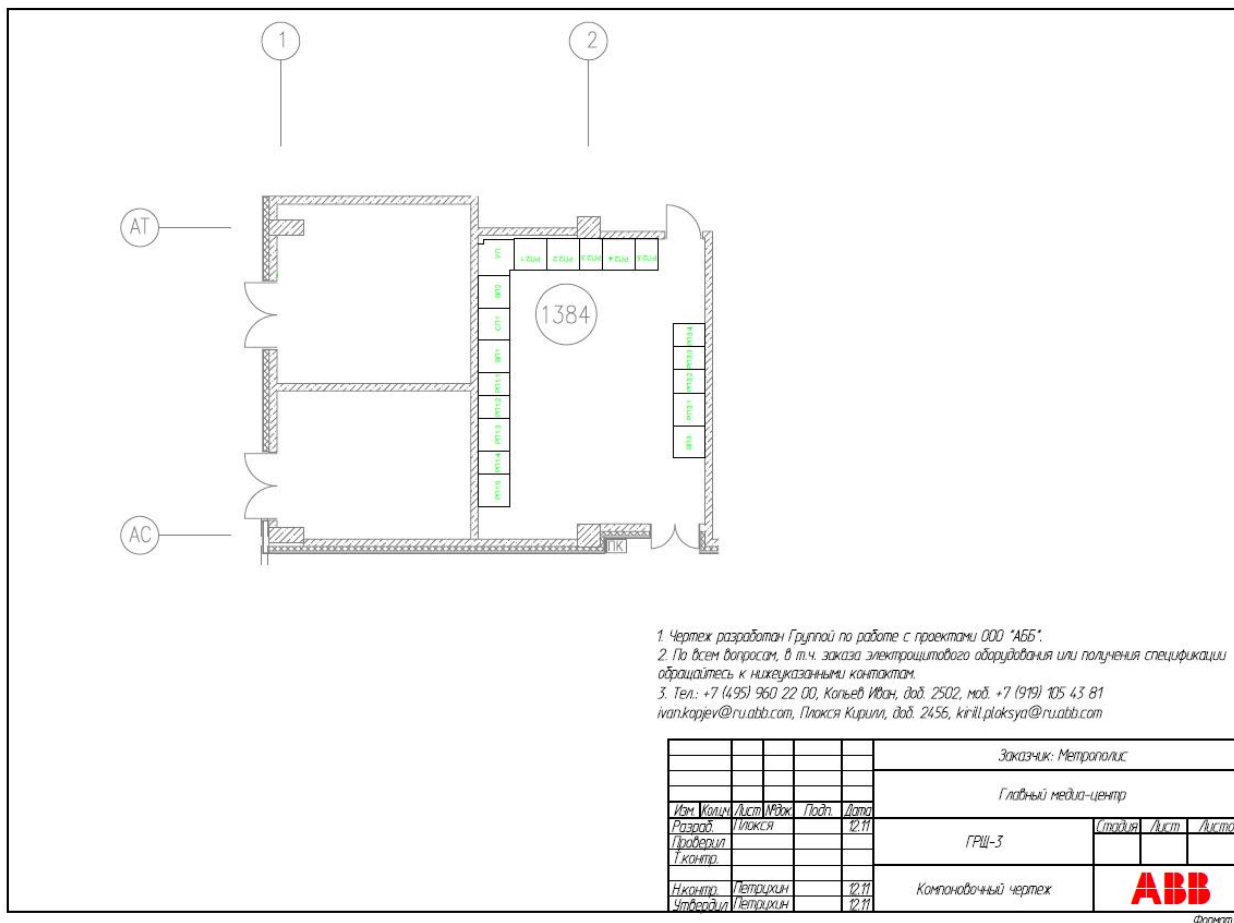
1. Чертеж разработан конструкторским отделом АББ.
 2. Компоновка выполнена с использованием шкафов серии TRLine-R.
 * Высота с цоколем 100 мм

						Заказчик: Курортпроект				
						Многофункциональный комплекс на ул. Покланная, д. 3А				
Изм.	Коллич.	Лист	Проек.	Подп.	Дата	ГРЩ № 1		Итого	Лист	Листов
Разработ.	Петрухин				04.10			1	1	1
Проверил										
Т.контр.										
Н.контр.	Кольев				04.10	Габаритный чертеж		ABB		
Утвердил	Кольев				04.10					

Формат А3

Техническая поддержка

Разработка чертежей размещения



Техническая поддержка

Составление спецификаций

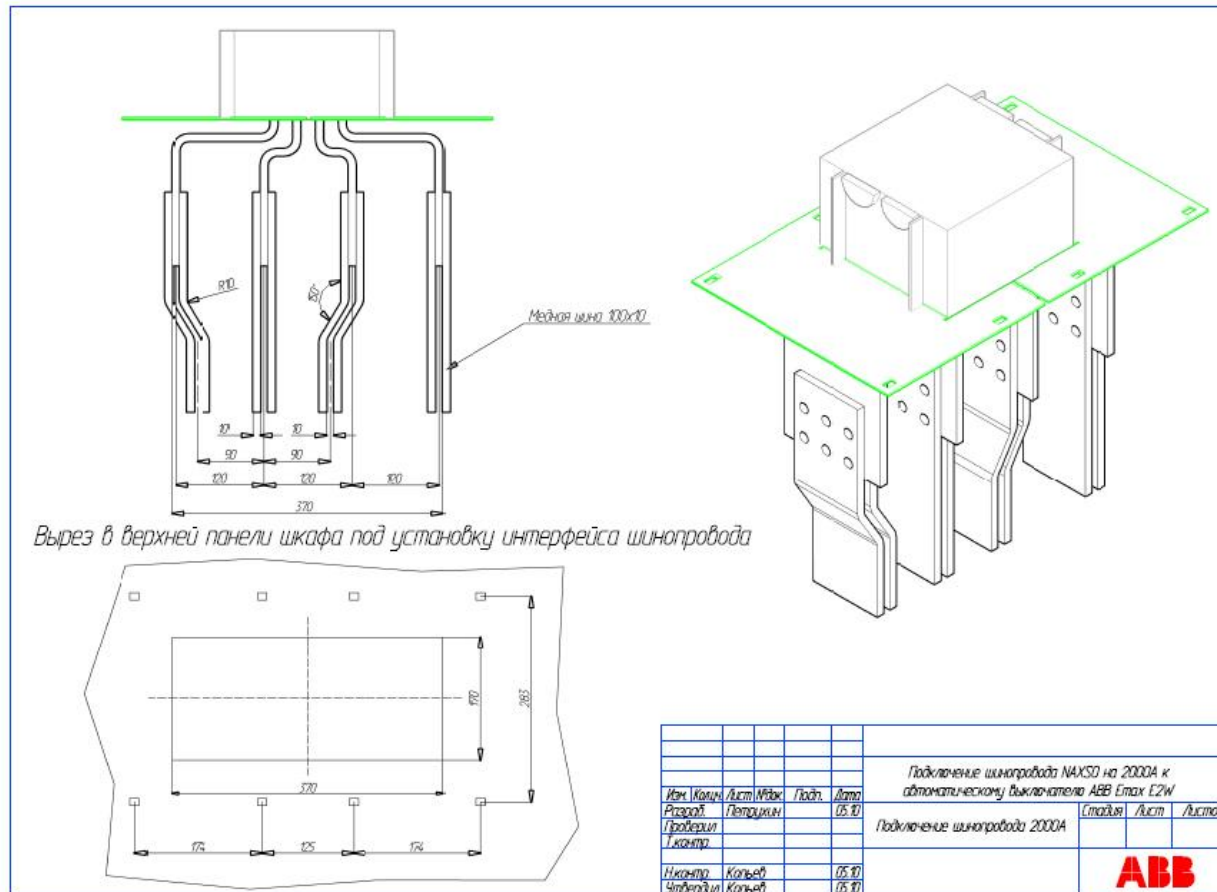
Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, описного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<i>ВРУ</i>							
	<i>Вводно распределительная панель 1 в составе:</i>							
1	Корпус электрошкафа 2/ØR6 (19"×6"×625)			ABB	Шт.	1		
2	Ревверсионный рубильник QT400E03C до 400A 3-полюсный			ABB	Шт.	1		
3	Амперметр, шкала 100/5A, фланец 72мм			ABB	Шт.	3		
4	Трансформатор тока CT3/100, класс 1 2,5VA, 100/5A			ABB	Шт.	6		
5	Вольтметр, шкала 0-500V, фланец 72мм			ABB	Шт.	1		
6	Переключатель ONV3PB для вольтметра станд. 4-х поз.			ABB	Шт.	1		
7	Автомат выкл-ль 1-полюсный S201 C6			ABB	Шт.	1		
8	Лампа-светодиод CL-523G зеленый 230В AC			ABB	Шт.	1		
9	Автомат выкл-ль 3-полюсный S203 C32			ABB	Шт.	3		
10	Автомат выкл-ль 3-полюсный S203 C16			ABB	Шт.	5		
11	Автомат выкл-ль 3-полюсный S203 C10			ABB	Шт.	10		
12	Держатель предохранителей DFAX1S1-10 1-пол. до 250A, IP20			ABB	Шт.	3		
13	Предохранитель DFAF#200 200A тип gG размер 1 до 500В			ABB	Шт.	3		
	<i>Вводно распределительная панель 2 в составе:</i>							
14	Корпус электрошкафа 2/ØR6 (19"×6"×625)			ABB	Шт.	1		
15	Амперметр, шкала 100/5A, фланец 72мм			ABB	Шт.	3		
16	Трансформатор тока CT3/100, класс 1 2,5VA, 100/5A			ABB	Шт.	6		
17	Вольтметр, шкала 0-500V, фланец 72мм			ABB	Шт.	1		
18	Переключатель ONV3PB для вольтметра станд. 4-х поз.			ABB	Шт.	1		
19	Автомат выкл-ль 1-полюсный S201 C6			ABB	Шт.	1		

						Заказчик: Ростройпроект		
						Оборудовательный комплект		
Изм.	Фамилия	Имя	ИП	Подп.	Дата			
Разраб.	Петрухин					ВРУ № 1		
						Страниц	Лист	Листов
						1	1	1
						Спецификация оборудования		
						ABB		
						Исполн.		
						Утвердил		

Всего листов: 1
 Подпись и дата
 Имя, № подразделения

Техническая поддержка

Разработка чертежей внешнего вида



Техническая поддержка

Тепловые расчеты

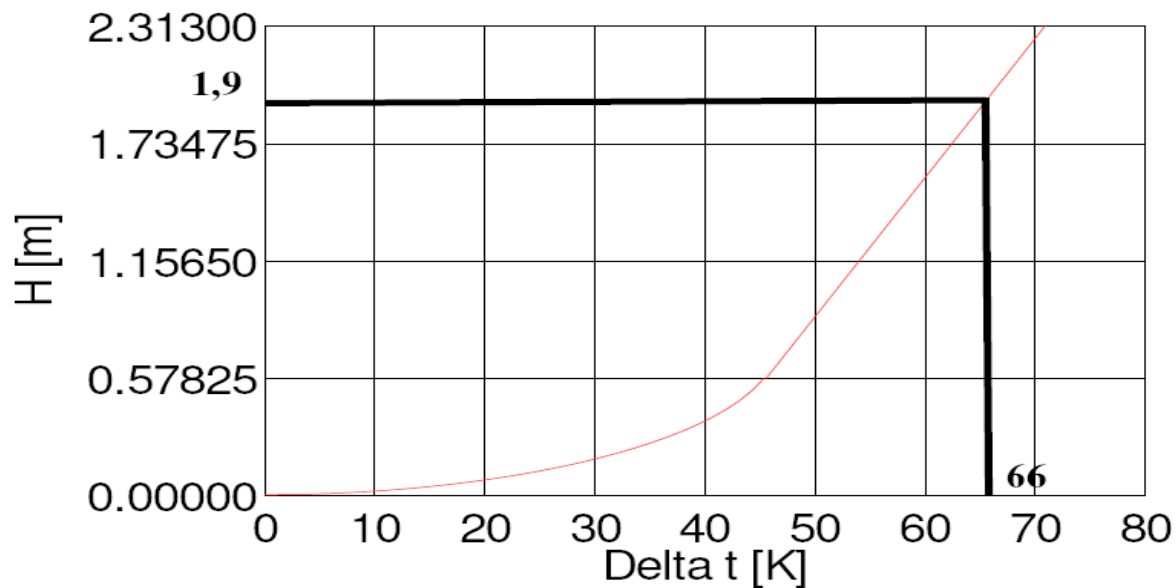


Рис 2. График распределения температуры по высоте шкафа с учётом изменений в конструкции

Как можно видеть из графика, на высоте расположения верхнего аппарата 1900 мм превышение его температуры составляет 66°C , таким образом его фактическая температура равна $35^{\circ}\text{C} + 66^{\circ}\text{C} = 101^{\circ}\text{C}$.

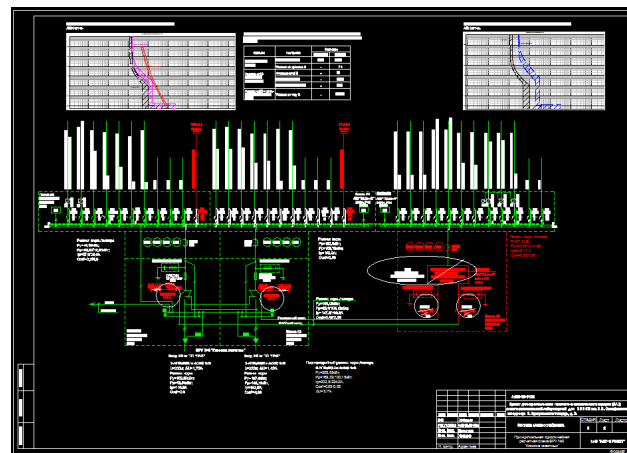
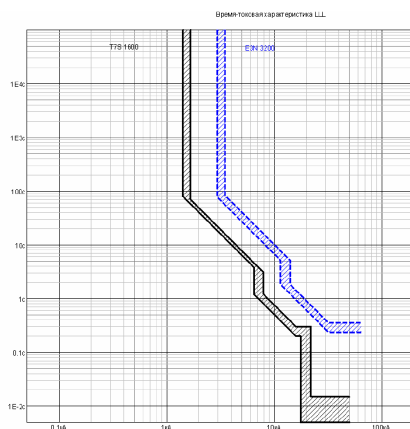
Такое значение температуры окружающей среды является недопустимым, т.к. превышает 70°C , следовательно, предложенное компоновочное решение реализовать невозможно.

В качестве конструктивных мер по улучшению теплового режима предлагается установка двух фильтров RZA400 с целью обеспечения свободной циркуляции воздуха

Техническая поддержка

Построение карт селективности и проверка

Рис. 1 – Карта селективности



E3N 3200

Функция	Настройка	Значение
Защита от перегрузки L	Уставка по току I1	0.88 x In
	Уставка по времени t1	3с
Защита от КЗ с задержкой по времени S	Форма кривой S	I ² t
	Уставка по току I2	4 x In
	Уставка по времени t2	0,3с
Защита от КЗ с мгновенным срабатыванием I	Уставка по току I3	ОТКЛ.

Power and productivity
for a better world™

