



РЕЛЕ ЧАСТОТЫ УНИФИЦИРОВАННОЕ УРЧ-3М-С

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ААПЦ.656122.002 РЭ

ВНИМАНИЕ!

До изучения руководства реле не включать!

Надежность и долговечность реле обеспечивается не только качеством реле, но и правильным соблюдением режимов и условий эксплуатации, поэтому соблюдение всех требований, изложенных в настоящем руководстве по эксплуатации (РЭ), является обязательным.

В связи с систематически проводимыми работами по совершенствованию конструкции и технологии изготовления возможны небольшие расхождения между руководством по эксплуатации и поставляемым изделием, не влияющие на параметры изделия, на условия его монтажа и эксплуатации.

Изделие содержит элементы микроэлектроники, поэтому персонал должен пройти специальный инструктаж и аттестацию на право выполнения работ. Инструктаж должен проводиться в соответствии с действующим в организации положением.

Наименование версии	Редакция	Дата
Версия № 0	Оригинальное издание	14.12.07
Версия № 1	Издание исправленное и дополненное	10.06.10
Версия № 2	Издание исправленное и дополненное	09.07.10
Версия № 3	Издание исправленное и дополненное	27.04.11
Версия № 4	Издание исправленное и дополненное	26.03.12
Версия № 5	Издание исправленное и дополненное	15.11.12.
Версия № 6	Издание исправленное и дополненное	12.09.13.
Версия № 7	Издание исправленное и дополненное	26.06.14.
Версия № 8	Издание исправленное и дополненное	24.03.15.
Версия № 9	Издание исправленное и дополненное	12.02.16

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Описание и работа	6
1.1 Назначение	6
1.2 Технические характеристики	6
1.3 Функциональные особенности исполнений	10
1.4 Конструктивное исполнение	15
1.5 Устройство и работа	16
1.6 Алгоритмы работы	21
1.7 Комплектность	26
2 Эксплуатация	26
2.1 Эксплуатационные ограничения	26
2.2 Указания и рекомендации по монтажу и эксплуатации	27
2.3 Меры безопасности	29
3 Техническое обслуживание	29
4 Текущий ремонт	29
5 Правила хранения	30
6 Транспортирование	30
7 Сведения об утилизации	30
8 Формулирование заказа	30
Приложение А Габаритные и установочные размеры, схемы подключения и диаграммы работы реле	31
Приложение Б Подключение реле в схемах автоматики	39
Приложение В Принцип измерения скорости изменения частоты с использованием реле УРЧ-3М-С	43
Приложение Г Методика расчета уставок скорости снижения частоты и реализации на микропроцессорном реле УРЧ-3М-С (УРЧ-3М-С-02) комплексного дублирующего действия АЧР1 – АЧРС	52
Приложение Д Основные варианты применения реле УРЧ-3М-С-02	57

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) реле частоты унифицированного УРЧ-3М-С и его исполнений УРЧ-3М-С-01, УРЧ-3М-С-02 (в дальнейшем по тексту реле) предназначено для персонала проектных, наладочных организаций и служб релейной защиты, занимающихся проектированием, наладкой и эксплуатацией релейной защиты и противоаварийной автоматики ограничения снижения и повышения частоты энергосистем.

Реле соответствует требованиям ТУ У31.2-22965117-008:2007 (согласованы Минтопэнерго Украины от 15.04.2008 г.). Приказом Минтопэнерго Украины за № 263 от 14.05.2008 г. утвержден нормативный документ СОУ-Н ЕЕ 35.610:2008 "Методические указания по техническому обслуживанию унифицированных реле частоты типов УРЧ-2, УРЧ-3, УРЧ-3М".

Реле сертифицированы в системе сертификации ГОСТ Р.

Уровень специальной подготовки обслуживающего персонала должен соответствовать требованиям, предъявляемым к эксплуатационному персоналу службы релейной защиты с учетом изучения работы и правил эксплуатации реле.

Руководство распространяется на реле при выполнении функции контроля снижения и повышения частоты энергосистем.

Реле является элементом системной автоматики и предназначено для применения в схемах противоаварийной автоматики энергосистем:

- автоматики частотной разгрузки (АЧР);
- частотной автоматики повторного включения (ЧАПВ);
- частотной автоматики включения резерва (ЧАВР);
- блокировки устройств АЧР по скорости снижения частоты (ССЧ) (АЧР1 с БССЧ), например, для предотвращения отключения выключателей фидеров при отключении вводного или секционного выключателя с подпиткой от останавливающихся двигателей;
- частотной делительной автоматики (ЧДА);
- частотной делительной автоматики по ССЧ (ЧДАС);
- автоматики ограничения снижения частоты (АОСЧ);
- автоматики ограничения повышения частоты (АОПЧ);
- дополнительной автоматической разгрузки по скорости снижения частоты (ДАРС);
- автоматической частотной разгрузки по скорости снижения частоты (АЧРС);
- частотной автоматики повторного включения по скорости повышения частоты (СПЧ) (ЧАПВС).

Реле имеет в своем составе три независимых канала контроля снижения и повышения частоты с задаваемыми уставками частоты и времени на срабатывание и на возврат каждого канала, а также уставками скорости снижения/повышения частоты (три независимых выходных реле).

На контактную колодку реле выведены нормально-замкнутые и нормально-разомкнутые контакты всех выходных реле каналов и реле «Неисправность». Реле имеют клеммник, на контакты которого выведены отдельные входы оперативной и контролируемой сети, дискретный вход сигнала «Внешний сброс».

Оперативное питание реле осуществляется переменным или постоянным током.

Реле обеспечивает задание и индикацию задаваемых уставок без подключения внешних приборов и непрерывную индикацию значения текущей контролируемой частоты.

Исполнения реле приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исполнения реле

Исполнение реле	Основные отличия		Особенности применения
	Количество входов контролируемой сети	Диапазон контролируемых частот, Гц	
УРЧ-ЗМ-С	Один	от 30,0 до 62,0	Функции контроля снижения/повышения частоты, блокирование АЧР1 по скорости снижения частоты, функции непосредственного контроля скорости снижения/повышения частоты.
УРЧ-ЗМ-С-01		от 17,0 до 99,9	Функции реле УРЧ-ЗМ-С для работы в устройствах автоматики гидрогенераторов: - в системах «мягкого» пуска гидрогенераторов способом самосинхронизации, имеющих на одном валу пусковой генератор частотой 25 Гц; - в системах резервной аварийной защиты от разгонных оборотов гидротурбин, имеющих на одном валу тахогенератор частотой 50 Гц; - в схемах пуска и защиты синхронных гидрогенераторов.
УРЧ-ЗМ-С-02	Два независимых	от 30,0 до 62,0	Функции реле УРЧ-ЗМ-С с использованием функций автоматического переключения контроля частоты с основной контролируемой сети (секции) при ее повреждении (отключении), на контроль частоты с резервной сети (секции) и автоматического возврата на основную сеть при ее восстановлении (подключении).

Функциональные возможности каждого канала реле приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональные возможности каналов реле

Функция канала	Реализация на реле	Применение
АЧР с регулируемой уставкой частоты и времени возврата	На любом канале (функция АЧР может совмещаться на одном канале с функцией ЧАПВ, если уставка возврата АЧР равна уставке срабатывания ЧАПВ)	АЧР, ЧДА, АОСЧ
ЧАПВ с регулируемой уставкой частоты и времени возврата	Функция ЧАПВ на любом канале	ЧАПВ, АОПЧ
Контроль скорости снижения частоты (ССЧ)	Косвенным способом с использованием двух каналов	АЧРС, ЧДАС, ДАРС
	Непосредственно заданием функции ССЧ на любом канале	
Контроль скорости повышения частоты (СПЧ)	Косвенным способом с использованием двух каналов	ЧАПВС
	Непосредственно заданием функции СПЧ на любом канале	
АЧР1 с БССЧ	Косвенным способом с использованием двух каналов	Блокирование АЧР1 при выбеге двигательной нагрузки
	Непосредственно заданием функции АЧР1 с БССЧ на любом канале	

Примечания

1 При задании на канале реле функций АЧР или ЧАПВ необходимо задать нулевую уставку скорости снижения частоты для данного канала (индикация «L00.0»)

2 Функция ЧАПВ имеет блокировку, запрещающую отработку уставки срабатывания ЧАПВ при наличии стабильной частоты сети равной или больше уставки срабатывания, если перед этим частота не понижалась до (или меньше) уставки частоты возврата ЧАПВ (т.е. необходимым условием срабатывания ЧАПВ есть предшествующее понижение частоты сети до заданной уставки частоты возврата);

3 Функция ССЧ совмещена с функцией понижения частоты, а функция СПЧ - с функцией повышения частоты путем задания частоты пуска (уставка частоты срабатывания);

4 Непосредственное задание функции АЧР1 с БССЧ на одном канале рекомендуется использовать при линейном изменении скорости снижения частоты, при нелинейном изменении скорости снижения частоты – использовать косвенный способ с использованием двух каналов.

ВНИМАНИЕ: реле является элементом системной автоматики, а нормативными и руководящими материалами, "Правилами" **не предусматривается задание нулевых уставок времени срабатывания**, в связи с этим минимальное значение уставки времени срабатывания в реле равно 0,1 с (пять периодов частоты). Только при косвенном способе измерения скорости изменения частоты, с использованием двух каналов, на одном канале (основном) применяется нормативная уставка, на втором (вспомогательном) – может использоваться нулевая уставка времени.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. Назначение

Реле предназначены для контроля частоты сети в схемах противоаварийной автоматики энергосистем - АЧР, ЧАПВ, АЧР с ЧАПВ, ЧАВР, АЧР1 с БССЧ, ЧДА, АОСЧ, АОПЧ, ЧДАС, ДАРС, АЧРС, ЧАПВС, АЧР1 с БССЧ.

По способу защиты человека от поражения электрическим током реле соответствует классу 0 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

По степени защиты персонала от прикосновения к токоведущим частям, находящимся под оболочкой, а также по степени защиты от попадания посторонних тел и от проникновения воды внутрь кожуха реле соответствует степени защиты IP40, по степени защиты контактных выводов – IP10 по ГОСТ 14254-96.

По условиям эксплуатации в части воздействия механических факторов внешней среды реле соответствует группе М7 по ГОСТ 17516.1-90.

Вид климатического исполнения УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69.

Реле предназначено для работы в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 55 °С;
- относительная влажность воздуха не более 98 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление от 86,6 до 106,7 кПа;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов в концентрациях, разрушающих металл и изоляцию;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации;
- рабочее положение реле в пространстве – не критично, присоединение к контактной колодке реле - переднее.

1.2. Технические характеристики

1.2.1. Основные параметры реле приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры реле

Наименование параметра	Исполнение реле		
	УРЧ-3М-С	УРЧ-3М-С-01	УРЧ-3М-С-02
Количество независимых реле (каналов) контроля частоты, шт.	3		
Количество входов контролируемой сети, шт.	1 (вход F)		2 (входы F1, F2)
Диапазон:			
- контролируемой частоты (вход F), Гц	от 30 до 62	от 17,0 до 99,9	от 30 до 62
- уставок частоты срабатывания (fc), Гц	от 35,00 до 59,99	от 19,00 до 89,99	от 35,00 до 59,99
- уставок времени срабатывания (tc), с	от 0,1 до 599,9	от 0,1 до 899,9	от 0,1 до 599,9
- уставок частоты регулируемого возврата (fv), Гц	от 35,00 до 59,99	от 19,00 до 89,99	от 35,00 до 59,99
- уставок времени регулируемого возврата (tv), с	от 0,1 до 599,9	от 0,1 до 899,9	от 0,1 до 599,9
- уставок скорости снижения частоты, Гц/с	от 0,1 до 30,0		
Дискретность:			
- отображения контролируемой частоты, Гц	0,01		
- задания и отображения уставок частоты срабатывания (fc), Гц	0,01		
- задания и отображения уставок времени срабатывания (tc), с	0,1		
Дискретность			
- задания и отображения уставок частоты регулируемого возврата (fv), Гц	0,01		
- задания и отображения уставок времени регулируемого возврата (tv), с	0,1		
- задания и отображения уставок скорости, Гц/с	0,1		
Отклонения отработки:			
- уставок частоты срабатывания, Гц	$\pm 0,009$, не более		
- уставок времени срабатывания, с	$\pm 0,06$, не более		
- уставок частоты регулируемого возврата, Гц	$\pm 0,009$, не более		
- уставок времени регулируемого возврата, с	$\pm 0,06$, не более		
- уставок скорости изменения частоты при задании функции АЧР1 с БССЧ: в диапазоне от 0,1 до 10,0 Гц/с, Гц/с в диапазоне от 10,0 до 30,0 Гц/с, Гц/с при задании функций ССЧ и СПЧ: в диапазоне от 0,1 до 10,0 Гц/с, Гц/с в диапазоне от 10,0 до 30,0 Гц/с, Гц/с	$\pm 0,05$, не более $\pm 0,5$, не более $\pm 0,07$, не более $\pm 0,5$, не более		
Реле имеет два режима выполнения уставок: непрерывный и импульсный. Режим выполнения уставок задается одновременно для всех трех каналов. В импульсном режиме время удержания замкнутых контактов выходных реле, с	$5,0 \pm 0,1$		

Продолжение таблицы 3

Наименование параметра	Исполнение реле		
	УРЧ-3М-С	УРЧ-3М-С-01	УРЧ-3М-С-02
Общие пределы изменения напряжения при использовании контролируемой сети (вход F) как оперативной (вход Uоп), В	от 60 до 180		не объединяются
Пределы изменения оперативного напряжения при раздельном использовании оперативной и контролируемой сети: - от сети переменного тока, В - от сети постоянного тока, В - допустимое время провала оперативного напряжения от 220 до 0 В, с	от 60 до 264 от 60 до 300 0,1, не более		
Пределы изменения контролируемого напряжения при раздельном использовании оперативной и контролируемой сети, В	от 30 (50)* до 180		для входа F1 - от 40(60)* до 180 для входа F2 - от 35(50)* до 180
Кратковременная термическая стойкость цепей контролируемой сети (время воздействия повышенного напряжения контролируемой сети): при 220 В, с при 300 В, с	60, не более 10, не более		
Потребляемая мощность от контролируемой сети при напряжении 100 В на входе, ВА	F - 1,0, не более		F1–1,7, не более F2–1,4, не более
Суммарная потребляемая мощность от контролируемой сети (вход F), используемой и как оперативная сеть (вход Uоп), при напряжении 100 В, ВА	5,0, не более		не объединяются
Потребляемая мощность от оперативной сети: - переменного тока, ВА - постоянного тока, ВА	5,0, не более 3,5, не более		7,0, не более 3,5, не более
Нижние пределы напряжения, меньше которых происходит блокировка работы реле: оперативной сети ($\sim$ или $=$), В контролируемой сети, В	60, не более 30±5 (50 ± 5)		60, не более 30±5(50±5)–F2; 40±4(60±4)–F1
Реле обеспечивает прием дискретного сигнала "Внешний сброс" для сброса всех сработанных выходных реле или блокировки работы реле по контролю частоты на время наличия сигнала «Внешний сброс». Сигнал формируется замыканием внешних "сухих контактов" длительностью, с	0,1, не менее		
Реле выдает сигнал "Неисправность" замыканием нормально-замкнутого контакта (Н.З.)			

Окончание таблицы 3

Наименование параметра	Исполнение реле		
	УРЧ-3М-С	УРЧ-3М-С-01	УРЧ-3М-С-02
Коммутационная способность контактов выходных реле при токе нагрузки: - переменного тока до 2 А, В - постоянного тока до 0,1 А, В	от 6 до 250 250, не более		
Коммутационный ресурс выходных контактов реле (общее число циклов коммутаций), срабатываний	10 ⁵ , не менее		
Средняя наработка на отказ (с вероятностью не менее 0,8), ч	25000, не менее		
Габаритные размеры реле, мм	140x85x136		
Масса реле, кг	0,9, не более		
* - нижний предел напряжения контролируемой сети задается переключателем «F» на панели управления реле (для исполнения реле УРЧ-3М-С-02 – переключателями «F1», «F2»)			

1.2.2. Наличие второй и третьей гармоник до 40 % от напряжения основной частоты (50 Гц), при номинальном напряжении контролируемой сети, не влияет на работу и параметры реле.

1.2.3. Реле сохраняет работоспособность и обеспечивает отсутствие ложного срабатывания при снятии и подаче напряжения оперативной сети плавно, толчком и при резких колебаниях напряжения (при уставках времени срабатывания и возврата не менее 0,1 с).

1.2.4. Реле выдает сигнал «Неисправность», запрещая контроль частоты и выполнение функций каналами, при:

- понижении напряжения оперативного питания реле ниже нижнего предела на время большее, чем время допустимого провала. Снятие блокировки осуществляется автоматически при повышении напряжения оперативной сети выше нижнего предела;
- увеличении тока потребления от оперативной сети реле более 0,1 А, после выдачи сигнала «Неисправность» ток потребления от оперативной сети снижается до (0,01-0,02) А. Снятие блокировки осуществляется отключением напряжения оперативного питания от реле и повторной подачей его не ранее, чем через 30 с;
- при задании уставки по частоте срабатывания или возврата хотя бы на одном канале ниже 35,00 Гц, а для исполнения УРЧ-3М-С-01 – ниже 19,00 Гц;
- внутренней неисправности реле;
- при нажатии кнопки сброса СБР на панели управления и индикации реле;
- при отсутствии оперативного напряжения питания.

При наличии сигнала «Неисправность» сработавшие выходные реле всех трех каналов устанавливаются в исходное состояние.

1.2.5. Реле имеет блокировки, запрещающие работу при:

- а) наличии сигнала «Неисправность»;
- б) наличии сигнала «Внешний сброс»;
- в) наличии в контролируемой сети гармоник свыше 40 %;
- г) выходе текущей частоты (F) за пределы диапазона контролируемой частоты (**зона контролируемой частоты** для исполнений УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-02 - **от 30,0 до 62,0 Гц**, для исполнения УРЧ-3М-С-01 - **от 17,0 до 99,9 Гц**);
- д) отсутствии напряжения контролируемой сети (для исполнения УРЧ-3М-С-02 одновременное отсутствие напряжения основной и резервной сети);
- е) снижении значения напряжения контролируемой сети в исполнениях реле УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-01 ниже (30±5) В или ниже (50±5) В (значение нижнего предела напряжения контролируемой сети F задается переключателем «F» на панели управления реле).

В исполнении УРЧ-3М-С-02 уставки значений нижних пределов напряжений контролируемых сетей F1, F2 задаются переключателями «F1» и «F2» на панели управления реле. При этом реле УРЧ-3М-С-02 функционирует согласно алгоритмам, приведенным в приложении Д.

Все указанные блокировки устанавливают сработавшие выходные реле трех каналов в исходное состояние. Во время блокировки каналы реле не выполняют функции контроля частоты. При устранении причины (причин), вызвавшей блокировку работы реле, блокировка работы реле снимается автоматически. После снятия блокировок разрешается работа реле по контролю частоты и отработки уставок.

Блокировки по б), в), г), д) е) сигнал неисправности не выдают.

Для выдачи в схемы автоматики сигнала отсутствия или снижения значения контролируемой сети (F) ниже нижнего предела, или сигнала выхода текущей частоты за пределы диапазона контролируемой частоты можно использовать любой канал реле с функцией АЧР (2.2.11 настоящего РЭ).

Индикация светодиодов и дисплея реле при различных видах блокировки указана в 1.5 настоящего РЭ.

1.2.6. При подаче оперативного напряжения толчком реле имеет задержку по времени на снятие сигнала «Неисправность» не более 0,75 с.

1.2.7. Задержка по контролю частоты после снятия сигнала «Внешний сброс», после подачи контролируемой частоты составляет не более 0,25 с.

1.2.8. Реле не допускает задание уставок частоты и времени больше 59,99 Гц и 599,9 с, соответственно. При попытке задания уставок частоты и времени больше указанных, в старшем разряде вместо «5» автоматически устанавливается «0». Исполнение УРЧ-3М-С-01 не допускает задание уставок частоты и времени больше 89,99 Гц и 899,9 с, соответственно. При попытке задания уставок частоты и времени больше указанных, в старшем разряде вместо «9» автоматически устанавливается «0».

1.2.9. Реле имеет отдельные цепи контролируемой и оперативной сети. Для исполнений УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-01 **разрешается подключение контролируемого напряжения к клеммам оперативной сети вместо оперативного питания** этого же реле.

1.2.10. Сопротивление изоляции всех независимых входных и выходных цепей реле, относительно друг друга и корпуса, составляет не менее 10 МОм (при температуре окружающей среды от плюс 15 до плюс 25 °С и относительной влажности 80 %).

Перечень независимых входных и выходных цепей реле приведен в таблице А.1.

Электрическая прочность изоляции реле выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В переменного тока частотой 50 Гц в течение одной минуты. При повторных испытаниях испытательное напряжение составляет 1000 В.

Реле устойчиво к воздействию импульсного напряжения и высокочастотных помех для III класса жесткости испытательного напряжения в соответствии со стандартом МЭК 225-22-1.

1.3. Функциональные особенности исполнений

1.3.1. Функциональные особенности исполнений реле приведены в таблице 1.

Реле любого исполнения обеспечивает независимое задание на каждом канале функции АЧР, или ЧАПВ, на двух каналах - функции АЧР1 с БССЧ косвенным способом (уставка времени срабатывания на основном канале должна задаваться начиная с 0,2 с и более), а с использованием уставки скорости изменения частоты обеспечивает независимое задание на любом канале функции АЧР1 с БССЧ.

Реле обеспечивает **в режиме непрерывного выполнения уставок** возможность совместного задания уставок **АЧР и ЧАПВ на одном канале** (если уставка возврата АЧР задается равной уставке срабатывания ЧАПВ). Используется нормально-разомкнутый контакт выходного реле канала для АЧР, нормально-замкнутый контакт – для ЧАПВ.

На каждом канале реле задается по две уставки частоты и времени (срабатывания и регулируемого возврата) и одна уставка скорости снижения/повышения частоты. **Уставки частоты и времени регулируемого возврата на каждом канале должны устанавливаться в обязательном порядке при задании уставок срабатывания. При задании на канале реле функций АЧР или ЧАПВ необходимо задать нулевую уставку скорости** снижения частоты для данного канала (индикация «L00.0») – это запрет выполнения функции ССЧ, СПЧ, АЧР1 с БССЧ.

ВНИМАНИЕ: для задания и просмотра уставок по частоте, по времени и по скорости на реле должны быть поданы оперативное и контролируемое напряжения. При задании уставок значение частоты контролируемого напряжения должно быть в пределах от 30,00 до 62,00 Гц.

При задании функций АЧР, ЧАПВ, ССЧ, СПЧ значения уставок времени срабатывания и регулируемого возврата должны быть не менее 0,1 с, при задании функции АЧР1 с БССЧ непосредственно на одном канале уставка времени срабатывания должна быть не менее 0,2 с.

Все уставки сохраняются в памяти реле и после снятия оперативного и контролируемого напряжения.

Реле любого исполнения обеспечивает выполнение на двух каналах косвенным способом функции ССЧ или СПЧ, а с использованием уставки скорости изменения частоты обеспечивает независимое задание на любом канале функции непосредственного контроля ССЧ, СПЧ. Функция ССЧ совмещена с функцией понижения частоты, а функция СПЧ - с функцией повышения частоты путем задания частоты пуска (уставка частоты срабатывания).

Использование отдельных каналов реле при выполнении различных функций и задание соответствующих уставок приведены в 1.6 настоящего РЭ.

1.3.2. Обработка уставок частоты, **при выполнении функции АЧР** на заданном канале, проводится по следующим условиям:

- выходное реле сработает (замкнет контакты), если текущая частота будет меньше заданной уставки частоты срабатывания в течение уставки времени срабатывания;

- выходное реле возвратится (разомкнет контакты), если текущая частота будет равна или больше уставки частоты возврата в течение уставки времени возврата. После отработки уставок возврата канал переходит в исходное состояние ожидания снижения частоты.

1.3.3. Обработка уставок частоты, **при выполнении функции ЧАПВ** на заданном канале, проводится по следующим условиям:

- выходное реле сработает (замкнет контакты), если текущая частота будет равна или больше заданной уставки частоты срабатывания в течение уставки времени срабатывания;

- срабатывание выходного реле не происходит, если перед этим отсутствовало значение частоты контролируемой сети равное или ниже уставки частоты возврата (фиксируется в памяти реле для подготовки условия срабатывания по уставке срабатывания ЧАПВ). Это исключает срабатывание реле при наличии стабильной частоты равной или больше уставки частоты срабатывания ЧАПВ, если частота не понижалась до (или меньше) уставки частоты возврата ЧАПВ (в течение не менее двух периодов частоты возврата);

- выходное реле возвратится (разомкнет контакты), если текущая частота будет равна или меньше уставки частоты возврата в течение уставки времени возврата. После отработки уставок возврата канал переходит в исходное состояние ожидания повышения частоты.

1.3.4. Обработка уставок частоты, **при выполнении каналом функции АЧР1 с БССЧ**, проводится по следующим условиям:

- при задании этой функции контроль скорости снижения текущей частоты сети ведется непрерывно;

– при заданных уставках АЧР1 и заданной уставке скорости выходное реле не сработает (не замкнет контакты), если скорость снижения текущей частоты к окончанию заданной уставки времени срабатывания была равна или больше заданной уставки скорости (запрет функции АЧР);

– выходное реле сработает (замкнет контакты, функция АЧР1), если скорость снижения текущей частоты к окончанию заданной уставки времени срабатывания была меньше заданной уставки скорости. После этого выходное реле разомкнет контакты, если текущая частота будет равна или больше уставки частоты возврата в течение заданной уставки времени возврата.

1.3.5. Косвенный способ выполнения функции контроля ССЧ или СПЧ без использования уставки скорости снижения/повышения частоты в режиме непрерывного выполнения уставок с использованием двух каналов реле приведен в приложении В настоящего РЭ. В режиме контроля ССЧ на двух каналах (основном и вспомогательном) задается функция АЧР с соответствующими уставками, а в режиме контроля СПЧ - функция ЧАПВ с соответствующими уставками, при этом на вспомогательных каналах может использоваться нулевая уставка времени срабатывания (задержка до трех периодов частоты).

Отработка уставок частоты и скорости снижения частоты может выполняться **одним каналом** реле путем задания на нем **функции контроля ССЧ**. Выполнение проводится по следующим условиям:

– реле контролирует скорость снижения частоты постоянно, в течение всего времени после задания на канале функции контроля ССЧ;

– если текущая частота снизилась ниже значения заданной уставки частоты срабатывания (частоты пуска ССЧ), то значение текущей ССЧ сравнивается с уставкой по скорости снижения частоты. Если значение текущей ССЧ меньше заданной уставки по скорости снижения частоты, то реле продолжает контроль ССЧ и сравнение со значением уставки по ССЧ;

– когда значение текущей ССЧ станет равно (или больше) значения уставки по скорости снижения частоты, начинается отсчет времени срабатывания. Если значение ССЧ, в течение времени уставки по времени срабатывания, не снизилось ниже значения уставки скорости, то выходное реле сработает (замкнет контакты). Если значение текущей ССЧ уменьшится в течение уставки по времени срабатывания до значения меньше уставки ССЧ, то отсчет времени прекратится (таймер сбросится), срабатывания выходного реле не происходит. При последующем увеличении текущей ССЧ до значения, равного или больше заданной уставки по скорости и наличии ее в течение всей уставки времени срабатывания, выходное реле сработает;

– отпускание выходного реле происходит при повышении текущей частоты до уставки частоты возврата (на время уставки времени возврата). При задании данной функции уставки частоты срабатывания и частоты возврата совпадают (это условие задания функции ССЧ при уставке по скорости отличной от нуля).

Отработка уставок частоты и скорости повышения частоты при выполнении **одним каналом** реле путем задания **функции контроля СПЧ** проводится по следующим условиям:

– реле контролирует скорость повышения частоты постоянно в течение всего времени после задания на канале функции контроля СПЧ;

– если значение текущей частоты будет равно или выше уставки частоты срабатывания (частота пуска СПЧ) происходит сравнение значения текущей СПЧ со значением уставки по скорости повышения частоты;

– если значение текущей СПЧ будет меньше значения уставки по скорости, то канал будет продолжать сравнение текущей СПЧ с уставкой по скорости, при этом выходное реле канала не срабатывает;

– если значение текущей СПЧ будет равно или больше значения уставки по скорости, начнется отсчет времени.

Если значение СПЧ, в течение времени уставки по времени срабатывания, не снизилось ниже значения уставки скорости, то выходное реле сработает (замкнет контакты). Если значение текущей СПЧ уменьшится в течение уставки по времени срабатывания до значения меньше уставки СПЧ, то отсчет времени прекратится (таймер сбросится), срабатывания выходного реле не происходит. При последующем увеличении текущей СПЧ до значения (или больше) заданной уставки по скорости и наличии ее в течение всей уставки времени срабатывания, выходное реле сработает;

– отпусkanie выходного реле происходит при понижении текущей частоты до или ниже уставки частоты возврата (на время уставки времени возврата).

1.3.6. Реле исполнения **УРЧ-ЗМ-С-01** имеет по сравнению с другими исполнениями **расширенный диапазон контролируемой частоты, уставок частоты и времени срабатывания и регулируемого возврата**, что позволяет использовать его для работы в устройствах автоматики гидрогенераторов:

- в схемах «мягкого» пуска гидрогенераторов способом самосинхронизации;
- в схемах пуска и защиты синхронных гидрогенераторов, имеющих на одном валу пусковой генератор частотой 25 Гц;
- в схемах аварийной автоматики от разгонных оборотов гидротурбин.

Функция контроля оборотов генераторов по контролю частоты генерируемого напряжения реализуется функцией ЧАПВ, АЧР на любом канале.

Остальные технические характеристики реле исполнения УРЧ-ЗМ-С-01 соответствуют характеристикам исполнения УРЧ-ЗМ-С.

1.3.7. Реле исполнения **УРЧ-ЗМ-С-02** имеет два независимых входа напряжения контролируемой по частоте сети.

Второй вход по напряжению от смежной секции «F2» (резервный) служит для предотвращения неправильной работы быстродействующих очередей АЧР от обесточенной основной секции (вход «F1») и для обеспечения дальнейшей работы АЧР от резервной секции.

При исчезновении или снижении значения контролируемого напряжения основной сети ниже порогового значения реле автоматически переключается с контроля частоты от основного входа на контроль частоты от резервного входа. Уставка порогового значения контролируемого напряжения F1 (40 В или 60 В) задается переключателем «F1» на панели управления, точность отработки порогового значения напряжения (± 4) В.

Нижний предел допустимого значения напряжения контролируемой сети F2, уставка напряжения блокировки, задается переключателем «F2» (30 В или 50 В), точность отработки значения напряжения блокировки (± 5) В. Реле контролирует (сравнивает с заданным значением напряжения блокировки) значение напряжения той сети (F1 или F2), которую в данный момент контролирует. При снижении значения напряжения контролируемой сети ниже напряжения блокировки работа реле блокируется. Поэтому **условием выполнения функции автоматического переключения** реле на контроль частоты с входа «F1» на вход «F2» **является задание уставки нижнего значения напряжения контролируемой сети F1 (пороговое значение) выше уставки нижнего значения напряжения контролируемой сети F2 (напряжение блокировки).**

Исключается ложное срабатывание каналов реле при автоматическом переключении функций контроля на второй резервный вход контролируемого напряжения, а также при автоматическом переключении на основной вход при восстановлении напряжения на нем (выше заданного порогового значения).

При автоматическом переключении функции контроля на резервный вход контролируемого напряжения реле формирует гальванически развязанный дискретный сигнал АВР, который выдается контактами выходного реле АВР. Сигнал АВР снимается после автоматического переключения на основной вход при восстановлении напряжения на нем. Сигнал АВР выводится на контакты клеммника реле и может использоваться устройствами автоматики, сигнализации и управления.

Функция автоматического переключения обеспечивает автоматическую задержку по времени:

– при переключении на резервную сеть для отработки защиты аварийной ситуации, в результате которой и произошло снижение уровня контролируемого напряжения основного входа;

– при обратном переключении с резервной сети на основную сеть, при восстановлении основной сети, для отработки автоматикой восстановления уровня напряжения основной сети.

Параметры реле исполнения УРЧ-3М-С-02, связанные с выполнением реле функции автоматического переключения контроля частоты с основной сети (секции) на резервную сеть (секцию) и автоматического возврата на основную сеть, при ее восстановлении, приведены в таблице 4.

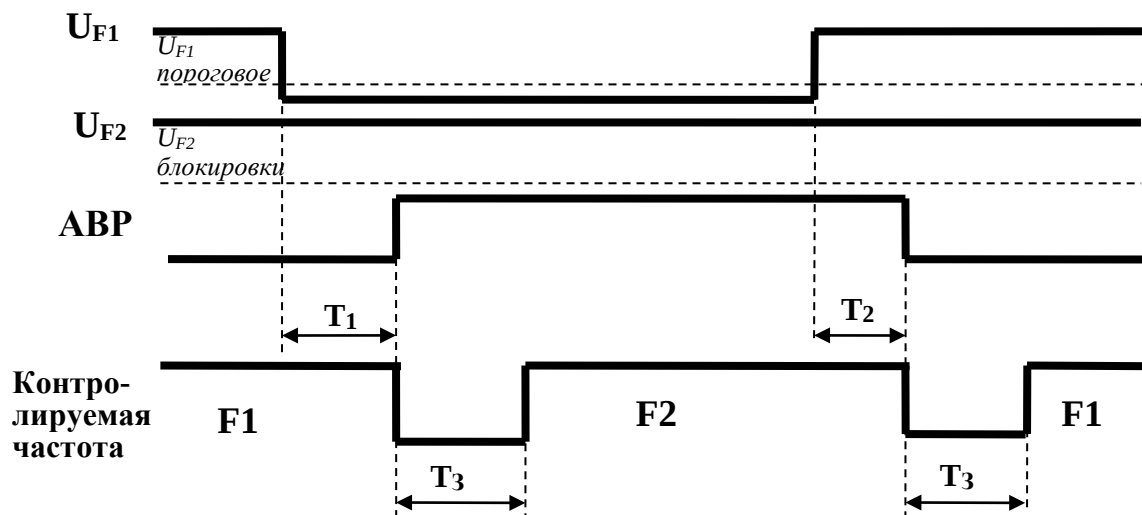
Таблица 4 – Параметры функции автоматического переключения

Наименование параметра	Значение
Пороговое значение контролируемого напряжения (U_{Π}) на основном входе «F1», В	40, 60
Время задержки на контроль частоты (T_3) при автоматическом переключении входов, с	0,25, не более
Время отключения от основного входа «F1» (T_1^*) при снижении значения контролируемого напряжения U_{F1} на основном входе «F1» скачком**, с	0,2, не более
Время отключения от резервного входа «F2» (T_2), с	0,2, не более
Коммутационная способность контактов выходного реле АВР при токе нагрузки: - переменного тока от 0,1 до 1,5 А, В - постоянного тока от 0,1 до 0,5 А, В	от 12 до 230
Коммутационный ресурс выходных контактов реле АВР (общее число циклов коммутаций), срабатываний	10^5 , не менее
Примечания: * - Имеется зависимость времени отключения T_1 от разницы ($\Delta U = U_{\Pi} - U_{F1}$) между значением порогового напряжения и значением контролируемого напряжения на входе «F1». Время отключения T_1 увеличивается до 1 с при уменьшении разницы ΔU до 1 В. ** - Под снижением значения напряжения контролируемой сети F1 скачком понимается мгновенное изменение значения напряжения контролируемой сети F1 до значения меньше порогового (в том числе до 0 В).	

Диаграмма работы реле при изменении напряжения основной контролируемой сети (вход «F1») приведена на рисунке 1.

Реле может применяться и для работы только от одной сети (основной или резервной), при этом реле функционирует как реле УРЧ-3М-С. Реле, независимо от того, к какому входу контролируемого напряжения подключено, имеет технические характеристики и функциональные возможности реле УРЧ-3М-С.

Основные варианты применения реле УРЧ-3М-С-02 приведены в приложении Д.



- F1 – основная контролируемая сеть;
 F2 – резервная контролируемая сеть (значение $U_{F2} > U_{F2 \text{ блокировки}}$);
 АВР – дискретный сигнал АВР;
 T_1 – время отключения от основного входа «F1» после достижения значения $U_{F1} < U_{F1 \text{ пороговое}}$, во время которого осуществляется контроль частоты основного входа, по истечении времени отключения T_1 происходит сброс сработанных выходных реле каналов и переключение функции контроля на резервный вход, формируется сигнал АВР;
 T_2 – время отключения от резервного входа «F2» после достижения значения $U_{F1} \geq U_{F1 \text{ пороговое}}$, во время которого осуществляется контроль частоты резервного входа, по истечении времени отключения T_2 происходит сброс сработанных выходных реле каналов и переключение функции контроля на восстановленный основной вход, снимается сигнал АВР,
 T_3 – время задержки на выполнение функции контроля частоты (при переключении с одного входа на другой). Контроль частоты отсутствует.

Рисунок 1 – Диаграмма работы реле при изменении напряжения основной контролируемой сети

1.4. Конструктивное исполнение

1.4.1. Габаритные, установочные и присоединительные размеры реле приведены в приложении А (рисунок А.1).

1.4.2. Подключение реле в схему автоматики производится через контактную колодку переднего присоединения и клеммник (приложение Б).

Контакты выходных реле каналов выведены на контактную колодку, контакты выходного реле АВР – на клеммник.

Цепи контролируемой сети (вход F), оперативного питания (вход Uоп), сигнал внешнего сброса (вход СБР) подключаются к съемной части клеммника под зажимные винты. Съемная часть клеммника при подсоединении к реле фиксируется невыпадающими винтами.

Подключение внешних цепей к реле приведено на рисунках А.2, А.3.

1.4.3. Вход напряжения контролируемой сети гальванически развязан от оперативного питания реле.

В исполнении УРЧ-ЗМ-С-02 входы напряжений контролируемой сети (входы F1 и F2) гальванически развязаны между собой и от всех внешних цепей, подключаемых к реле. Каждый вход контролируемой сети должен подключаться к ТН своей секции.

1.4.4. Оперативное напряжение, независимо от того, переменное оно или постоянное, подается на одни и те же клеммы. **Полярность подключения постоянного оперативного напряжения к реле не имеет значения.**

Внутренние источники вторичного питания реле не имеют гальванической развязки с подаваемым на реле оперативным напряжением. Внутренние источники вторичного питания имеют емкостную связь с подключаемым к реле контуром заземления (подавляющие фильтры импульсных помех).

В реле на входе оперативного питания имеется фильтр с емкостной связью с подключенным к реле контуром заземления (подавляющие фильтры продольных и поперечных помех).

1.4.5. При неисправности реле или при отсутствии оперативного питания реле выдается сигнал «Неисправность» (выходное реле "НИ").

Внешним монтажом на контактной колодке реле можно обеспечить блокировку срабатывания контактов выходных реле каналов (или канала) при наличии сигнала "Неисправность". Примеры применения приведены в приложении В.

1.4.6. Сигнал "Внешний сброс" для сброса всех сработанных выходных реле каналов подается на контакты СБР замыканием внешних "сухих контактов". Постоянное напряжение (не более 11 В) для опроса наличия замыкания "сухих контактов" выдается от внутреннего источника реле, гальванически развязанного от всех остальных цепей реле. При замыкании сухих контактов через них протекает ток не более 7,5 мА. При снятии с реле контролируемой сети напряжение опроса отсутствует, т.е. сигнал «Внешний сброс» не действует на реле.

Дистанционно по каналам управления сигнал «Внешний сброс» должен приниматься на промежуточное реле, которое своими «сухими контактами» подключено к контактам СБР реле.

Сигнал «Внешний сброс» может использоваться диспетчером при «зависании частоты» энергосистемы.

Дискретный сигнал «Внешний сброс» можно использовать для блокировки работы реле по управляющим сигналам от других устройств (запрет контроля частоты). На время наличия сигнала «Внешний сброс» работа реле блокируется.

1.5. Устройство и работа

1.5.1. Общий принцип работы реле

Функциональная схема реле приведена на рисунке А.4.

Реле состоит из следующих основных узлов:

- плата источников питания (ПИП);
- плата выходных реле (ПРН);
- плата индикации и управления (ПИУС).

Исполнение реле УРЧ-ЗМ-С-02 имеет автономный узел автоматического переключения (в составе платы ПРН). Узел автоматического переключения ведет непрерывный контроль значения напряжения основной контролируемой сети «F1» и при снижении его ниже порогового осуществляет переключение реле на вход резервной контролируемой сети «F2». С выхода узла автоматического переключения подключенная к реле контролируемая сеть поступает на узел гальванической развязки платы источников питания. Связи узла автоматического переключения с другими узлами реле на рисунке А.4 не показаны.

Реле не содержит регулировочных и подстроечных элементов.

Реле содержит три независимых реле частоты (каналы 1, 2, 3) с уставками частоты и времени срабатывания и регулируемого возврата, уставками скорости снижения/повышения частоты на каждом канале.

Функциональная схема одного канала реле приведена на рисунке 2.

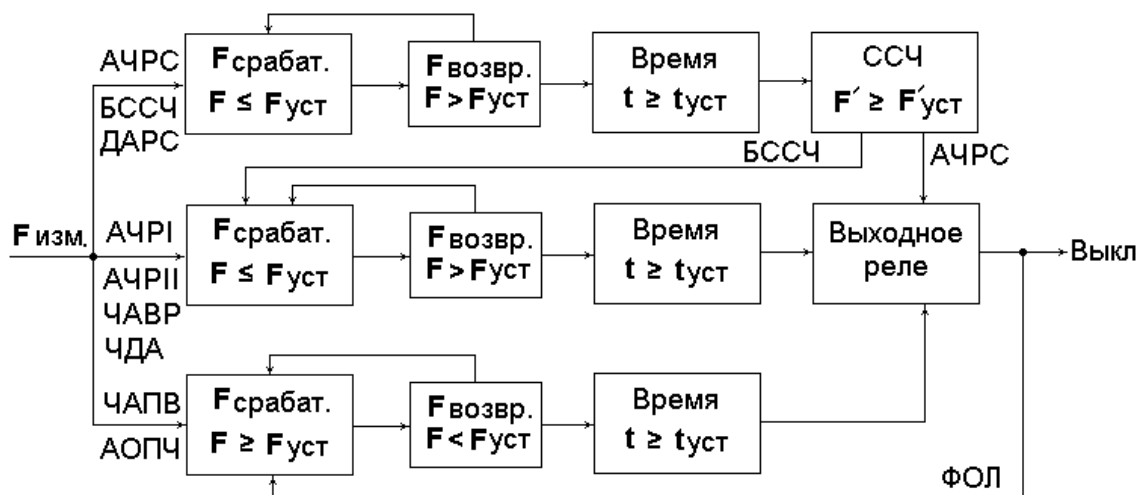


Рисунок 2 – Функциональная схема канала реле

Контролируемая сеть (F) является общей для всех трех каналов. Значение частоты контролируемой сети непрерывно индицируется на дисплее абсолютной величиной в момент вывода и обновляется каждые 0,5 с.

При отсутствии на входе реле напряжения сети **контролируемой частоты или при значении напряжения контролируемой сети ниже 30 В (50 В)** (для исполнения УРЧ-ЗМ-С-02 при напряжении контролируемой сети на входе «F1» ниже 40 В (60 В) и одновременном отсутствии, или снижении ниже 30 В (50 В), напряжения на входе «F2» резервной контролируемой сети), а также **при выходе текущей частоты за диапазон контролируемой зоны на дисплее индицируются «мигающие» нули.**

Общим для всех трех каналов является также сигнал **«Внешний сброс»**, по этому сигналу все три канала приводятся в исходное состояние, а сработавшие выходные реле каналов размыкают свои контакты, при этом сигнал "Неисправность" не выдается, а на дисплее индицируются «мигающие» нули. Контроль частоты ведется с момента снятия сигнала «Внешний сброс»,

В исходное состояние каналы (1, 2, 3) можно привести снятием и последующей подачей оперативного питания реле, или нажатием кнопки СБР на панели управления и индикации. При этом выдается сигнал «Неисправность». На время нажатия кнопки СБР светится красным цветом индикатор ВКЛ, другая индикация на панели управления и индикации отсутствует.

В процессе работы светодиодная индикация каналов «1», «2», «3» на панели управления и индикации отображает состояние каждого канала (захват уставки частоты его срабатывания или возврата - зеленым цветом на период уставки времени, срабатывание выходного реле канала - красным цветом). А при просмотре или редактировании индицирует назначение соответствующей уставки согласно 1.5.4, 1.5.5 настоящего РЭ.

Свечение зеленым цветом индикатора ВКЛ на узле индикации реле свидетельствует о наличии (подаче) оперативного питания реле, свечение его красным цветом – о выдаче реле сигнала неисправности «Неисправность» (выходное реле «НИ» замыкает свои контакты). Условия выдачи сигнала «Неисправность» приведены в 1.2 настоящего РЭ.

В момент подачи и снятия оперативного питания реле индикатор ВКЛ кратковременно светится красным цветом, сигнализируя о нормальной работе реле.

При подаче на реле оперативного питания (наличие контролируемого напряжения обязательно), или после нажатия и отпускания кнопки СБР на панели управления и индикации, светодиод канала, на котором заданы функция АЧР1 с БССЧ, или функция контроля ССЧ, или функция контроля СПЧ выдает в течение 10 с индикацию заданной на этом канале функции – двойной зеленый проблеск, красно-зеленый проблеск, зелено-красный проблеск соответственно (если канал в данный момент не находится в

состоянии захвата или отработки уставки частоты). При задании функций АЧР или ЧАПВ индикации выполняемой функции нет. Условия задания функции уставками и индикация светодиода канала, в зависимости от заданной на канале функции, приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Требования к значениям уставок и индикация выполняемой функции

Выполняемая функция	Уставка			Индикация заданной функции светодиодом канала (1, 2, 3) на панели управления
	частоты	времени	скорости	
АЧР	$f_c \leq f_b$	$t_c \neq 0$	$L=0,00$	Нет
ЧАПВ	$f_c > f_b$	$t_c \neq 0$	$L=0,00$	Нет
АЧР1 с БССЧ	$f_c < f_b$	$t_c \geq 0,2 \text{ с}$	$L>0$	Двойной зеленый проблеск четырежды в течение 10 с после включения или нажатия кнопки СБР
Контроль ССЧ	$f_c = f_b$	$t_c \geq 0,1 \text{ с}$	$L>0$	Красно-зеленый проблеск четырежды в течение 10 с после включения или нажатия кнопки СБР
Контроль СПЧ	$f_c > f_b$	$t_c \geq 0,1 \text{ с}$	$L>0$	Зелено-красный проблеск четырежды в течение 10 с после включения или нажатия кнопки СБР

Примечания

1 Уставки по частоте задаются в Гц, по времени - секундах, по скорости снижения/повышения частоты – Гц/с. Нулевая уставка по скорости ($L=0,00$) блокирует задание функций канала АЧР1 с БССЧ, ССЧ, СПЧ

2 **ВНИМАНИЕ:** на незадействованном канале реле необходимо задать любую функцию со значениями уставок в диапазонах, указанных в 1.2.1 настоящего РЭ. Рекомендуется задавать значения уставок, которые не приводят к срабатыванию выходных реле канала.

1.5.2. Принцип управления и индикации реле

Размещение элементов управления и индикации на панели реле приведены на рисунке А.5.

Задание постоянного или импульсного режима работы выходных реле каналов (1, 2, 3), просмотр, задание и редактирование уставок частоты, времени и скорости осуществляется элементами управления, расположенными на панели управления и индикации реле.

Панель управления и индикации находится под прозрачной съемной крышкой. При снятой крышке кнопки «1», «2», «3» для просмотра уставок, кнопки «>», «+», СБР для задания уставок и режима работы реле открыты для доступа к ним персоналу, имеющему на это право. Съемная крышка имеет место для пломбирования.

Кнопки «1», «2», «3» предназначены для просмотра на дисплее или задания уставок частоты, времени и скорости трех независимых каналов (1, 2, 3, соответственно).

Кнопки «>», «+», СБР предназначены для задания и редактирования уставок частоты, времени и скорости каждого канала, задания режима выполнения уставок реле (импульсного или непрерывного).

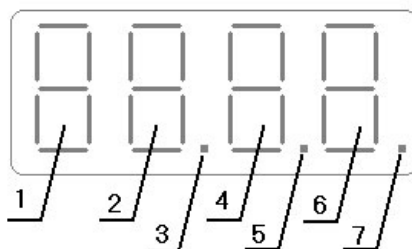
Кнопка СБР также служит для установки реле в исходное состояние (перевод реле в рабочий режим).

В исполнении УРЧ-ЗМ-С-02 для задания уставок нижних значений контролируемых напряжений на входах «F1», «F2» предназначены переключатели «F1», «F2».

При работе реле дисплей панели управления и индикации обеспечивает индикацию текущей контролируемой частоты и заданного режима выполнения уставок.

Режим выполнения уставок задается одновременно для всех трех каналов реле.

1.5.3. Дисплей панели управления и индикации
Назначение индицируемых знаков на дисплее приведено на рисунке 3.



- 1, 2, 4, 6 - цифровое значение частоты или времени
3 - признак частоты, при этом:
- на местах 1, 2 – десятки и единицы Гц;
- на местах 4, 6 – десятые и сотые доли Гц.
5 - признак уставки по времени, при этом:
- на местах 1, 2, 4 – сотни, десятки и единицы секунд;
- на месте 6 – десятые доли секунд.
7 - признак импульсного режима работы реле
Уставка по скорости:
1 - символ признака уставки скорости "L";
2, 4 - десятки и единицы Гц/с;
6 - десятые доли Гц/с.

Рисунок 3 - Назначение знаков на дисплее

При индикации уставок частоты, времени, скорости один из разрядов индицируемой величины мигает. Мигающая цифра означает, что на этом разряде находится маркер, и цифру этого разряда можно корректировать для изменения величины уставки. Снятие маркера (мигания) происходит только при индикации текущей контролируемой частоты.

1.5.4. Просмотр уставок

Для реле **обязательным условием просмотра и задания уставок, задания режима работы** выходных реле **является наличие оперативного напряжения и напряжения контролируемой сети.**

Просмотр уставок не влияет на выполнение каналами заданных функций, т.е. при просмотре уставок все уставки частоты, времени, скорости, заданные ранее, обрабатываются каждым каналом.

Переход в режим просмотра уставок происходит при кратковременном нажатии одной из кнопок «1», «2» или «3», при этом светодиодная индикация состояния всех трех каналов блокируется и переходит в состояние индикации просмотра уставок одного выбранного канала.

По первому нажатию кнопки канала на дисплей вместо индикации значения контролируемой текущей частоты выводится **значение уставки частоты срабатывания** канала 1, 2 или 3 (номер канала соответствует номеру нажатой кнопки). При этом светодиод выбранного канала **светится красным цветом.**

Второе нажатие этой же кнопки выводит на дисплей **значение уставки времени срабатывания** данного канала. При этом соответствующий данному каналу светодиод **светится зеленым цветом.**

Третье нажатие этой же кнопки выводит на дисплей **значение уставки частоты регулируемого возврата** данного канала, при этом соответствующий данному каналу светодиод **мигает красным цветом.**

Четвертое нажатие этой же кнопки выводит на дисплей **значение уставки времени возврата** данного канала, при этом соответствующий светодиод канала **мигает зеленым цветом.**

Пятое нажатие этой же кнопки выводит на дисплей **значение уставки скорости**, при этом соответствующий данному каналу светодиод **учащенно мигает красным цветом**.

Шестое нажатие этой же кнопки выводит на дисплей **значение частоты контролируемой сети**, а светодиодная индикация отображает текущее состояние каналов. Если канал в данный момент не находится в состоянии захвата или отработки уставки частоты, то светодиод канала в течение приблизительно 10 с выдает индикацию заданной на нем функции (таблица 5).

При просмотре уставок надо пройти полный цикл просматриваемого канала, т.е. **выйти на индикацию значения частоты контролируемой сети**.

Прервать просмотр уставок канала можно кратковременным нажатием (выбором) кнопки другого канала. При этом начнется просмотр уставок нового канала (начиная с уставки частоты срабатывания). Но просмотр уставок надо обязательно завершить выходом на индикацию значения частоты контролируемой сети.

1.5.5. Задание уставок

При необходимости изменить значение уставок частоты, времени, скорости снижения/повышения частоты, коррекцию значений необходимо проводить со старшего разряда поочередно слева направо (элементы 1, 2, 4, 6 дисплея).

Для изменения значения уставки необходимо нажать кнопку соответствующего канала («1», «2» или «3»). Последовательно нажимая на данные кнопки, как при просмотре значений уставок, необходимо остановиться на той уставке, значение которой требует коррекции.

После вывода на дисплей требуемой уставки кратковременным нажатием кнопки «>» установите курсор (мигающая цифра) на цифре разряда, значение которого надо изменить. Перемещение курсора происходит при каждом нажатии кнопки «>» слева направо в сторону младших разрядов до последней цифры (элемент 6 экрана дисплея), а затем переходит на старший разряд (элемент 1 экрана дисплея).

После установки курсора на нужном разряде кратковременным нажатием кнопки «+» необходимо установить требуемое значение данного разряда уставки. Изменение значения разряда уставки происходит на +1 по каждому нажатию кнопки «+» (по возрастающей): 0, 1, 2, ..., 9, 0. Поэтому, если значение разряда новой уставки меньше ранее заданной, то последовательным нажатием кнопки «+» надо довести ее значение до «9», затем, через «0», до требуемого значения. После каждого нажатия кнопки «+» необходимо убедиться в изменении корректируемой цифры (мигающий разряд), т.к. после каждого нажатия кнопки отображаемое значение величины уставки автоматически записывается в энергонезависимую память реле.

Установив таким образом значение первого старшего корректируемого разряда уставки, необходимо перейти курсором на следующий изменяемый разряд уставки и произвести коррекцию его значения. Переходя курсором слева направо к каждому изменяемому разряду, и производя коррекцию их значений, устанавливается требуемое значение уставки.

После редактирования последней уставки канала необходимо кратковременно **нажать кнопку СБР** на панели управления и индикации **для фиксации каналом новых значений уставок и перевода реле в рабочий режим**, при этом на дисплее индицируется значение частоты контролируемой сети, а светодиодная индикация отображает состояние каналов 1, 2, 3. После чего **просмотром значений уставок убедиться в правильном их задании**.

Если после редактирования уставок формируется сигнал «Неисправность» (индикатор ВКЛ светится красным цветом) и на дисплее отображается код неисправности - «9XXУ», то это означает, что было задано некорректное значение уставки по частоте срабатывания или возврата одного из каналов. Место ошибки указывается в коде неисправности, где:

- «9» - признак аварийного сообщения;

– «ХХ» - код ошибки задания уставки частоты. «01» - значение уставки частоты срабатывания меньше 35,00 Гц (для исполнения УРЧ-ЗМ-С-02 – меньше 19,00 Гц). «02» - значение уставки частоты регулируемого возврата меньше 35,00 Гц (для исполнения УРЧ-ЗМ-С-02 – меньше 19,00 Гц);

– «У» - номер канала, в котором установлено некорректное значение уставки по частоте.

Для снятия сигнала «Неисправность» необходимо установить корректное значение уставки частоты срабатывания или возврата, в диапазоне уставок частоты согласно 1.2.1 настоящего РЭ.

Если при редактировании (и просмотре) уставок одного из каналов нажать кнопку другого канала, то на дисплей будет выведено значение первой уставки вновь выбранного канала - уставки частоты срабатывания.

Требования к значениям уставок частоты, времени, скорости для задания функции, выполняемой каналами реле, приведены в таблице 5.

1.5.6. Задание режима выполнения уставок

Существует два режима выполнения уставок каналами реле.

Первый **режим – непрерывный**. При срабатывании любого выходного реле канала его контакты удерживаются в замкнутом состоянии до момента отработки уставки частоты и времени регулируемого возврата данного канала, при этом соответствующий каналу светодиод светится красным цветом. При отработке уставки времени возврата соответствующий каналу светодиод светится зеленым цветом, а после отпускания контактов выходного реле канала - не светится.

Второй **режим – импульсный**. Контакты сработавшего выходного реле удерживаются в сработанном состоянии только в течение пяти секунд. Но если в течение этих пяти секунд была отработана уставка возврата по частоте и времени, то контакты выходного реле отпускаются по отработке уставки возврата. При выполнении любых функций до отработки уставок возврата по частоте и времени повторная отработка уставок по частоте и времени срабатывания заблокирована.

В отличие от непрерывного режима работы, в импульсном режиме соответствующие светодиоды при срабатывании выходных реле продолжают светиться зеленым цветом в течение времени удержания реле в сработанном состоянии. После отпускания контактов выходных реле соответствующие светодиоды гаснут.

Режим выполнения уставок задается одновременно для всех трех независимых каналов реле.

Непрерывный режим задается одновременным нажатием кнопок СБР и «+». Затем кнопка СБР отпускается, а кнопка «+» еще удерживается в течение одной секунды, а потом отпускается. Признаком заданного непрерывного режима является отсутствие точки индикации за четвертым индицируемым цифровым знаком дисплея.

Импульсный режим задается одновременным нажатием кнопок СБР и «>». Затем кнопка СБР отпускается, а кнопка «>» еще удерживается в течение одной секунды, а затем отпускается. Признаком заданного импульсного режима является постоянная индикация точки за четвертым цифровым индицируемым знаком дисплея. Кратковременно нажать кнопку СБР и после отпускания кнопки убедиться в наличии этой точки при индикации значения текущей частоты.

Как при непрерывном, так и при импульсном режимах выполнения уставок для обеспечения условий срабатывания выходных реле необходимо в обязательном порядке задавать уставки частоты и времени регулируемого возврата.

1.6. Алгоритмы работы

1.6.1. Алгоритм работы при выполнении функции АЧР

Алгоритм отработки уставок при выполнении каналом реле функции АЧР построен по следующему принципу: не отрабатывается алгоритм уставки возврата выходного реле канала, если до этого не отработан алгоритм уставки АЧР по срабатыванию этого же реле канала.

При поступлении контролируемой частоты «F» в узел управления она сравнивается с уставками частоты срабатывания (f_c) каждого из трех (1, 2, 3) независимых каналов.

Если значение контролируемой частоты равно или меньше заданной уставки частоты срабатывания происходит захват уставки: запускается таймер уставки времени срабатывания соответствующего канала, и на узле индикации реле будет светиться зеленым цветом светодиод соответствующего канала (1, 2, или 3), индицируя захват уставки.

Если время сниженной контролируемой частоты равно или больше уставки времени срабатывания ($t_c \neq 0$), тот же светодиод канала начинает светиться красным цветом, поскольку срабатывает соответствующее выходное реле, замыкая нормально-разомкнутые (Н.Р.) контакты. Сработавший канал переходит в режим ожидания повышения частоты до уставки частоты возврата.

Если время сниженной контролируемой частоты меньше уставки времени срабатывания реле (частота за время уставки времени срабатывания повысилась выше уставки частоты срабатывания), то светодиод перестает светиться зеленым цветом, и реле переходит в исходное состояние готовности к работе (ожидание снижения контролируемой частоты).

При повышении контролируемой частоты до или выше значения уставки частоты возврата (f_v), запускается таймер уставки времени возврата ($t_v \neq 0$). Светодиод канала начинает светиться зеленым цветом, индицируя режим захвата частоты возврата.

Если время повышенной контролируемой частоты равно или больше уставки времени возврата (t_v), то свечение светодиода, соответствующего данному каналу, прекращается, т.к. выходное реле возвращается в исходное состояние, размыкая свои контакты.

Если время повышенной контролируемой частоты меньше величины уставки времени возврата (контролируемая частота опять понизилась ниже уставки частоты возврата), то соответствующее выходное реле не возвращается в исходное состояние, оставаясь в сработавшем состоянии, ожидания повышения частоты (при непрерывном режиме выполнения уставок светодиод канала продолжает светиться красным цветом).

Диаграмма работы канала при выполнении функции АЧР в непрерывном режиме выполнения уставок представлена на рисунке А.6.

В импульсном режиме выполнения уставок выходное реле удерживается в сработавшем состоянии только в течение пяти секунд, и светодиод канала при этом светится зеленым цветом. Через пять секунд выходное реле размыкает свои контакты, и светодиод соответствующего канала перестает светиться. Если в течение этих пяти секунд была отработана уставка возврата по частоте и времени, то контакты выходного реле отпускаются по отработке уставки возврата.

1.6.2. Алгоритм работы при выполнении функции ЧАПВ

Алгоритм работы канала реле при выполнении функции ЧАПВ аналогичен алгоритму его работы при выполнении функции АЧР, только индикация и срабатывание выходных реле каналов (1, 2, 3) относятся к повышению контролируемой частоты до величины уставки частоты срабатывания (f_c), а не к понижению, как в случае АЧР.

Условием отработки уставок частоты ЧАПВ является наличие предварительного снижения частоты ниже уставки частоты возврата. Это исключает срабатывание реле при наличии стабильной частоты равной или больше уставки частоты срабатывания ЧАПВ, если частота не понижалась до (или меньше) уставки частоты возврата ЧАПВ (без учета уставки времени возврата). Только при наличии снижения частоты контролируемой сети до или ниже уставки частоты возврата (f_v) ЧАПВ, которая будет занесена в память данного канала реле, произойдет отработка при повышении контролируемой частоты до величины уставки частоты срабатывания ЧАПВ в течение уставки времени срабатывания (замкнутся контакты выходного реле).

Условием отпускания выходного реле является снижение контролируемой частоты до заданной уставки частоты возврата ЧАПВ в течение уставки времени возврата

(светодиод канала на время захвата уставки частоты возврата светится зеленым цветом). Если время сниженной контролируемой частоты меньше величины уставки времени возврата (контролируемая частота опять повысилась выше уставки частоты возврата), то соответствующее выходное реле не возвращается в исходное состояние, оставаясь в сработавшем состоянии, ожидания понижения частоты (при непрерывном режиме выполнения уставок светодиод канала продолжает светиться красным цветом).

Диаграмма работы канала при выполнении функции ЧАПВ в непрерывном режиме выполнения уставок представлена на рисунке А.7.

В импульсном режиме выполнения уставок выходное реле удерживается в сработавшем состоянии только в течение пяти секунд. Если в течение этих пяти секунд была отработана уставка возврата по частоте и времени, то контакты выходного реле отпускаются по отработке уставки возврата.

1.6.3. Совмещение функции ЧАПВ совместно с уставками АЧР на одном канале

Функция реализуется с использованием перекидного контакта выходного реле канала. Алгоритм работы аналогичен работе при выполнении функции АЧР в **непрерывном режиме** выполнения уставок. При этом уставки частоты и времени регулируемого возврата должны соответствовать требуемым уставкам срабатывания ЧАПВ. При сработавшей уставке АЧР замыкаются нормально-разомкнутые контакты выходного реле. При срабатывании уставки ЧАПВ - замыкаются нормально-замкнутые контакты.

1.6.4. Алгоритм работы при выполнении функции АЧР1 с БССЧ

Функция блокировки по скорости снижения частоты может быть задана на любом канале реле, выполняющем функцию АЧР1 (для каналов, выполняющих функцию ЧАПВ, алгоритм блокировки по скорости не предусмотрен и не отрабатывается).

Для выполнения каналом функции АЧР1 с БССЧ надо задать ненулевое значение уставки скорости, уставка частоты срабатывания должна быть ниже уставки частоты возврата, уставка времени срабатывания должна быть не менее 0,2 с.

Алгоритм АЧР1 с БССЧ выполняет блокировку срабатывания выходного реле канала АЧР1, если скорость снижения частоты в контролируемой сети к окончанию уставки времени срабатывания ($t_c \geq 0,2$ с) превышает значение уставки скорости. Переход в исходное состояние - после отработок уставок возврата.

Если скорость снижения частоты в контролируемой сети не превышает уставку скорости, то БССЧ не препятствует реализации алгоритма срабатывания выходного реле по уставкам АЧР1 (при отработке выходным реле уставки АЧР1 светодиод канала светится красным цветом). При возврате светодиод канала от момента захвата частоты возврата и до отработки уставки времени возврата будет светиться зеленым цветом.

Диаграмма работы канала при выполнении функции АЧР1 с БССЧ в непрерывном режиме выполнения уставок представлена на рисунке А.8.

Функция блокировки по скорости снижения частоты может быть задана и **косвенным способом** на любом (основном) канале реле, выполняющем функцию АЧР1 с использованием другого (вспомогательного) канала (приложение В настоящего РЭ).

Методика расчета уставок ССЧ и реализации на реле комплексного дублирующего действия АЧР1 – АЧРС приведена в приложении Г.

1.6.5. Алгоритм работы при выполнении функций ЧАВР

Для выполнения функции ЧАВР на ГЭС используется алгоритм работы реле, соответствующий выполнению функции АЧР, что обеспечивает:

- ускоренный набор нагрузки на гидрогенераторах (ГГ), имеющих резервную мощность;
- автоматический перевод в генераторный режим агрегатов, работающих в режиме синхронного компенсатора;
- автоматический частотный пуск резервных гидроагрегатов (ГА);
- отключение ГА гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), работавших в насосном режиме.

1.6.6. Алгоритм работы при выполнении функций ДАРС, АЧРС и АОСЧ

Косвенный метод измерения ССЧ заключается в измерении частоты от заданной уставки частоты пуска (равной или выше уставок верхних очередей АЧР1) на первом (основном) канале реле до конечной уставки частоты на втором (вспомогательном) канале реле за заданное время срабатывания (приложение В).

В остальном алгоритм работы при выполнении функций ДАРС, АЧРС и АОСЧ аналогичен алгоритму выполнения функций АЧР.

В реле предусмотрена **функция непосредственного контроля ССЧ** на одном канале. При этом измерение ССЧ производится каналом реле непрерывно, но, так как функция ССЧ совмещена с функцией снижения частоты, только при снижении текущей частоты до или ниже уставки частоты срабатывания (частоты пуска) происходит сравнение текущего значения ССЧ со значением уставки по скорости.

Если значение текущей ССЧ будет меньше значения уставки по скорости, то канал будет продолжать сравнение текущей ССЧ со значением уставки по скорости, при этом выходное реле канала не срабатывает. Если значение текущей ССЧ будет равно или больше значения уставки по скорости (в течение всего времени уставки срабатывания), происходит срабатывание выходного реле. Если текущая ССЧ в течение уставки времени срабатывания станет меньше уставки скорости, то реле переходит в состояние ожидания текущей ССЧ равной или больше уставки по скорости, и выходное реле канала не срабатывает. При последующем увеличении текущей ССЧ до значения (или больше) уставки по скорости, и наличии ее в течение уставки времени срабатывания, происходит срабатывание выходного реле канала.

Отпускание выходного реле происходит при превышении текущей частоты значения уставки частоты возврата (на время уставки времени возврата).

Диаграмма работы канала при выполнении функции непосредственного контроля ССЧ в непрерывном режиме выполнения уставок представлена на рисунке А.9.

1.6.7. Алгоритм работы при выполнении функций ЧДА

Быстродействие и надежность реле позволяют выполнять подготовку схемы выделения сбалансированного района и его отделение от энергосистемы непосредственно в местах расположения выключателей присоединений подстанций (без применения каналов телеотключения).

Алгоритм работы при выполнении функций ЧДА соответствует алгоритму выполнения функций АЧР.

1.6.8. Алгоритм работы при выполнении функций защиты генераторов

Алгоритм работы реле при выполнении функций защиты генераторов (в случаях аварийного недопустимого повышения частоты) аналогичен алгоритму работы реле при выполнении функций ЧАПВ с минимальными уставками времени срабатывания.

Для ограничения повышения частоты включением нагрузки на каналах реле можно задавать функцию ЧАПВ с максимальными уставками частоты (50 Гц) и времени и регулируемые уставками возврата.

1.6.9. Алгоритм работы при выполнении функций ЧАПВС и АОПЧ

Косвенный метод измерения СПЧ заключается в измерении разности частоты от заданной уставки частоты пуска на первом (основном) канале реле до конечной уставки частоты на втором (вспомогательном) канале реле за заданное время срабатывания (приложение В).

В остальном алгоритм работы при выполнении функций ЧАПВС и АОПЧ аналогичен алгоритму выполнения функций ЧАПВ.

В реле предусмотрена **функция непосредственного контроля СПЧ** на одном любом канале. При этом измерение СПЧ производится каналом реле непрерывно, но так как функция СПЧ совмещена с функцией повышения частоты, только при повышении текущей частоты до или выше уставки частоты срабатывания (частоты пуска) происходит сравнение значения текущей СПЧ со значением уставки по скорости. Если значение текущей СПЧ будет меньше значения уставки по скорости, то канал будет продолжать сравнение текущей СПЧ со значением уставки по скорости, при этом

выходное реле канала не срабатывает. Если значение текущей СПЧ будет равно или больше значения уставки по скорости (в течение всего времени уставки срабатывания), происходит срабатывание выходного реле. Если текущая СПЧ в течение уставки времени срабатывания станет меньше уставки скорости, то реле переходит в состояние ожидания текущей СПЧ равной или больше уставки по скорости, и выходное реле канала не срабатывает. При последующем увеличении текущей СПЧ до значения (или больше) уставки по скорости, и наличии ее в течение уставки времени срабатывания, происходит срабатывание выходного реле канала.

Отпускание выходного реле происходит при понижении текущей частоты до или ниже уставки частоты возврата (на время уставки времени возврата).

Диаграмма работы канала при выполнении функции непосредственного контроля СПЧ в непрерывном режиме выполнения уставок представлена на рисунке А.10.

1.6.10. Алгоритм работы автономного узла автоматического переключения реле УРЧ-ЗМ-С-02

Узел автоматического переключения при выполнении любых функций контроля частоты осуществляет контроль наличия и значения контролируемого напряжения на основном входе «F1». При снижении величины контролируемого напряжения на входе «F1» ниже порогового значения, или его отсутствии, узел осуществляет автоматическое подключение на вход F стандартного узла контроля частоты напряжение резервной сети - вход «F2». При восстановлении напряжения основной сети (вход «F1») узел осуществляет автоматическое переключение на вход F стандартного узла контроля частоты напряжения основной сети (с входа «F1»).

Наличием напряжения на основном входе контролируемой сети «F1» считается напряжение, величина которого больше порогового, отсутствием - напряжение, величина которого меньше порогового. Значение уставки порогового напряжения задается переключателем «F1»: 40 В или 60 В.

Алгоритм работы автономного узла при переключении реле на контроль частоты с основного «F1» на резервный «F2» вход реализован следующим образом, в соответствии с рисунком 1.

При снижении величины контролируемого напряжения на основном входе до значения меньше порогового, но больше напряжения блокировки, в течение времени отключения от основного входа (T_1), продолжается контроль частоты от основного входа. Если в течение времени отключения от основного входа восстановилось контролируемое напряжение основного входа (значение напряжения стало больше порогового), реле остается подключенным к основному входу.

Если величина контролируемого напряжения на основном входе снизилась до значения меньше напряжения блокировки (или произошло пропадание контролируемого напряжения), в течение времени отключения от основного входа (T_1) реле остается подключенным к основному входу, но работа реле блокируется, сбрасываются сработанные выходные реле каналов. Если в течение времени отключения T_1 контролируемое напряжение основного входа восстановилось до значения больше порогового, то реле продолжает с задержкой не более 0,25 с (согласно 1.2.7 настоящего РЭ) контроль частоты от основного входа.

Узел автоматического переключения, после истечения времени отключения (T_1), формирует дискретный сигнал АВР, сбрасывает все сработанные выходные реле каналов, автоматически переключает функцию контроля частоты с основного входа на резервный вход. При переключении функции контроля частоты к входу F стандартного узла контроля частоты подключается контролируемое напряжение от резервного входа. После переключения каналы реле начинают выполнять функции контроля частоты от напряжения резервного входа. Существует время задержки (T_3) контроля частоты от напряжения резервного входа, в течение этого времени задержки реле не осуществляет контроль частоты.

Реле имеет блокировку, запрещающую работу при снижении значения напряжения контролируемой сети на входе F стандартного узла контроля частоты ниже заданного

нижнего предела контролируемой сети F2 30 В или 50 В, уставка напряжения блокировки (задается переключателем «F2»). При снижении значения напряжения на резервном входе ниже заданного значения работа реле блокируется, сбрасываются все сработанные выходные реле каналов. Контроль частоты от напряжения резервной сети возобновляется при повышении значения контролируемой сети на резервном входе выше заданного значения с задержкой не более 0,25 с (согласно 1.2.7 настоящего РЭ).

Алгоритм работы автономного узла при переключения реле на контроль частоты с резервного «F2» на основной «F1» вход реализован следующим образом в соответствии с рисунком 1.

После появления основного контролируемого напряжения с уровнем больше порогового, в течение времени отключения от резервного входа (T_2) продолжается контроль частоты от резервного входа.

Если, в течение времени отключения от резервного входа, значение напряжения основной контролируемой сети снизилось ниже порогового значения, реле остается подключенным к резервному входу.

Узел автоматического переключения, после истечения времени отключения (T_2), снимает дискретный сигнал АВР, сбрасывает все сработанные выходные реле каналов, автоматически переключает функцию контроля частоты с резервного входа на основной вход. При переключении функции контроля частоты к входу F стандартного узла контроля частоты подключается контролируемое напряжение от основного входа. После переключения каналы реле начинают выполнять функции контроля частоты от напряжения основного входа. Существует время задержки (T_3) контроля частоты от напряжения основного входа, в течение этого времени задержки реле не осуществляет контроль частоты.

При снижении контролируемого напряжения ниже порогового (или пропадании) на основном входе F1 и ниже значения блокировки - на резервном входе F2 работа реле блокируется.

Блокировка снимается при появлении на одном из входов значения контролируемого напряжения:

- на основном входе - более заданного порогового напряжения (определяется положением переключателя «F1»);
- на резервном входе - более заданного напряжения блокировки (определяется положением переключателя «F2»).

Реле автоматически переключается на контроль частоты по входу, где уровень контролируемого напряжения достаточен для проведения контроля с задержкой не более 0,25 с (согласно 1.2.7 настоящего РЭ). При этом основной канал имеет приоритет.

1.7. Комплектность

1.7.1. В комплект поставки входит:

- реле частоты унифицированное УРЧ-3М-С - 1 шт.;
- "Реле частоты унифицированное УРЧ-3М-С. Руководство по эксплуатации" ААПЦ. 656122.002 РЭ - 1 экз.;
- "Реле частоты унифицированное УРЧ-3М-С. Паспорт" ААПЦ. 656122.002 ПС - 1 экз.;
- ответная съемная часть клеммника (для подсоединения к реле оперативного и контролируемого напряжения, приема сигнала "Внешний сброс") - 1 шт.

1.7.2. Реле поставляется в таре изготовителя.

2 ЭКСПЛУАТАЦИЯ

2.1. Эксплуатационные ограничения

2.1.1. Запрещается подключать реле к сети, параметры которой отличаются от параметров, указанных в технических характеристиках (1.2 настоящего РЭ).

2.1.2. ЗАПРЕЩАЕТСЯ: вводить реле в эксплуатацию без подключения клеммы заземления реле к контуру защитного заземления.

2.1.3. ВНИМАНИЕ: задание уставок производится только при наличии оперативного и контролируемого напряжения на реле, значение частоты контролируемого напряжения при этом должно быть в пределах зоны контролируемых частот. При этом в обязательном порядке должно быть отключено напряжение, подаваемое на контакты контактной колодки реле (снять напряжение опроса состояния контактов выходных реле каналов 1, 2, 3).

Задание уставок производить в следующей последовательности:

- задать уставки частоты, времени, скорости снижения/повышения частоты;
- задать режим выполнения уставок реле (непрерывный или импульсный);
- нажать кнопку СБР;
- произвести просмотр заданных уставок;
- нажать кнопку СБР;
- подать напряжение на контактную колодку реле, тем самым реле включается в работу.

ВНИМАНИЕ: на каждом канале при задании уставки срабатывания в обязательном порядке должна быть задана уставка возврата.

На незадействованном канале в обязательном порядке задать любую функцию с соответствующими уставками, рекомендуется задать значения уставок частоты срабатывания и возврата в диапазоне от 54,00 до 58,00 Гц (для исключения срабатывания выходного реле незадействованного канала).

Если необходимо произвести только просмотр уставок, напряжение с контактной колодки не снимается.

При выполнении каналами реле функций контроля снижения/повышения частоты, контроля скорости снижения/повышения частоты (**АЧР, ЧАПВ, ССЧ, СПЧ**) значения уставок времени срабатывания и возврата должны быть не менее 0,1 с.

Нулевое значение уставки времени срабатывания может использоваться только на вспомогательном канале в схемах косвенного измерения скорости снижения/повышения частоты.

При задании на реле функций **АЧР1 с БССЧ** значение уставки времени срабатывания должно быть не менее 0,2 с

2.1.4. ЗАПРЕЩАЕТСЯ: подключать реле УРЧ к ТН при отсутствии заземления вторичной обмотки трансформатора.

2.2. Указания и рекомендации по монтажу и эксплуатации

2.2.1. Перед установкой реле в эксплуатацию убедитесь в отсутствии дефектов и механических повреждений, которые могли появиться при транспортировании и хранении.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры реле приведены на рисунке А.1.

2.2.2. Монтаж реле должен проводиться в обесточенном состоянии.

После присоединения проводов (оперативное питание, контролируемое напряжение, сигнал внешнего сброса) под зажимные винты съемной части клеммника (штекера), соединить **съемную часть клеммника** с ответной частью, расположенной на реле, и **привинтить двумя винтами к резьбовому фланцу ответной части**. Съемная часть клеммника входит в комплект поставки реле.

Запрещается снимать кожух с реле, находящихся в эксплуатации.

2.2.3. При эксплуатации рекомендуется не реже одного раза в год производить осмотр реле.

2.2.4. С целью уменьшения влияния на реле грозовых и коммутационных перенапряжений (особенно при наличии длинных кабельных связей в цепях питания и ненормированных параметрах контура заземления), при эксплуатации реле, в которых в качестве оперативного питания используется сеть переменного тока частоты 50 Гц,

рекомендуется подавать оперативное напряжение на реле через разделительный трансформатор (например, трансформатор разделительный ОСМ1-0,063-220/220).

Допускается использовать в качестве разделительного трансформатор блока питания ВУ-3 из комплекта реле частоты РЧ-1, РЧ-2. При использовании последнего, оперативное напряжение подается на выводы первичной обмотки трансформатора $\sim(100-127-220)$ В, напряжение с выводов вторичной обмотки ~ 100 В подается на входы оперативного питания реле.

Все параметры реле при этом соответствуют паспортным.

2.2.5. При использовании в качестве оперативного питания реле напряжения постоянного тока полярность его подключения к реле не имеет значения.

2.2.6. **При питании реле от раздельных сетей оперативного и контролируемого напряжений** в качестве контролируемого напряжения можно использовать любое линейное напряжение "звезды" вторичной обмотки ТН (АС или АВ или СВ). При этом **рекомендуется применение разделительного трансформатора для подачи контролируемого напряжения на входы реле** (например, трансформатор разделительный ОСМ1-0,063-220/220).

2.2.7. При использовании контролируемой сети в качестве оперативного напряжения, напряжение контролируемой сети подается на реле от двух незаземленных фаз вторичной обмотки ТН, соединенной в "звезду", третья фаза при этом должна быть заземлена. Рекомендуется напряжение от вторичной обмотки ТН подавать на входы оперативного питания и контролируемого напряжения реле через разделительный трансформатор 100 В / 100 В (например, ОСМ1- 0,063-220/220).

2.2.8. Во избежание повреждения внутренних выходных реле каналов при коммутации токов нагрузки или коротких замыканий в подключенных к ним цепях, необходимо применение внешних реле-повторителей.

2.2.9. В энергосистемах, насыщенных крупными электродвигателями применяется метод взаимной блокировки между АЧР разных секций. Последовательное соединение выходных контактов двух реле с одинаковыми уставками АЧР, каждое реле из которых подключено к ТН разных секций, исключает срабатывание АЧР при выбеге двигательной нагрузки. В то же время АЧР двух секций срабатывает, если сработают оба АЧР (реализованные на двух реле УРЧ) в режиме дефицита активной мощности.

2.2.10. В исполнениях УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-01 значение нижнего предела напряжения контролируемой сети задается переключателем «F» на панели управления: (30 ± 5) В или (50 ± 5) В.

В исполнении УРЧ-3М-С-02 значения нижних пределов напряжения контролируемых сетей задаются переключателями «F1», «F2» на панели управления.

2.2.11. При необходимости выдачи в схемы автоматики сигнала наличия на реле напряжения контролируемой сети может использоваться любой из каналов реле (для реле с раздельным оперативным и контролируемым напряжением).

На этом канале реле задается функция АЧР с уставкой частоты срабатывания (f_c) в диапазоне от 58,50 до 59,00 Гц с уставкой времени срабатывания (t_c) в диапазоне от 0,2 до 5,0 с. Уставка частоты регулируемого возврата (f_v) задается в диапазоне от 59,50 до 59,90 Гц с уставкой времени регулируемого возврата (t_v) в диапазоне от 0,2 до 5,0 с.

При наличии напряжения контролируемой сети (частота в которой не может возрасти до 59,50 В) выходное реле данного канала замкнет свои контакты, сигнализируя о наличии напряжения контролируемой сети. При исчезновении напряжения контролируемой сети или снижении его ниже предельного значения $((30\pm 5)$ В или (50 ± 5) В) выходное реле разомкнет контакты. Таким образом, будет контролироваться наличие на реле напряжения контролируемой сети в зоне от 30,0 до 59,5 (59,9) Гц.

2.2.12. Для отработки защитой аварийной ситуации, в результате которой произошло снижение уровня контролируемого напряжения основного входа, в реле УРЧ-3М-С-02 предусмотрена задержка на отключение от основного входа, что позволяет избежать наложения действий аварийной и противоаварийной защит.

Быстродействие различных аварийных защит составляет от 0,01 до 0,50 с. При некоторых видах аварийных процессов снижение напряжения идет с динамическим снижением частоты. Для исключения отработки быстродействующих очередей АЧР до окончания аварийного процесса и достижения порогового значения напряжения переключения реле, рекомендуется на каналах реле задавать функцию АЧР с БССЧ, используя при этом значения уставок скорости, рекомендованные в приложении В.

Возможно применение реле минимального напряжения (например, реле минимального напряжения с оперативным питанием НЛ-5 с диапазоном задаваемых уставок по напряжению от 40 до 200 В), подключенного к основному входу контролируемого напряжения реле УРЧ-3М-С-02.

2.3. Меры безопасности

2.3.1. При работе с реле необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- работа с реле допускается только при его надежном заземлении;
- монтажные работы производить только при отключенном напряжении на всех присоединительных зажимах контактной колодки;
- контактная колодка должна быть закрыта защелкивающейся пластмассовой накладкой.

Опасные напряжения в реле – 100 В и 220 В.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1. Объем планового технического обслуживания изложен:

- в «Реле частоты унифицированное УРЧ-3М. Методические указания по техническому обслуживанию» ААПЦ.656122.001 МУ (поставляются по требованию заказчика);
- в нормативном документе Минтопэнерго Украины "Техническое обслуживание унифицированных реле частоты типов УРЧ-2, УРЧ-3, УРЧ-3М" СОУ-Н ЕЕ 35.610:2008.

3.2. Реле не требует специального технического обслуживания в связи с постоянным автоматическим контролем исправности.

3.3. **После изменения уставок** в обязательном порядке необходимо произвести **просмотр всех уставок**.

3.4. Реле пломбируются в месте пломбировочной чашки замазкой уплотнительной У-20А ТУ 38-203357-71 на месте эксплуатации.

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1. Ремонт реле заключается в замене вышедших из строя сборочных единиц (плат) на исправные предприятием-изготовителем.

4.2. Возможна замена вышедших из строя сборочных единиц реле на исправные сборочные единицы, заказанные на предприятии-изготовителе, соответствующими ремонтными службами эксплуатирующей организации.

4.3. Рекомендуемое нормативным документом Минтопэнерго Украины "Техническое обслуживание унифицированных реле частоты типов УРЧ-2, УРЧ-3, УРЧ-3М" СОУ-Н ЕЕ 35.610:2008 количество запасных реле и плат к ним:

- одно реле УРЧ-3М на 20 эксплуатируемых реле;
- на 30 эксплуатируемых реле: одна плата ПИП, одна плата ПИУС, одна плата ПРН.

5 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

5.1. Реле должны храниться в сухих отапливаемых помещениях при температуре воздуха от плюс 5 до плюс 40 °С при относительной влажности не более 80 %. Воздух в помещении для хранения не должен содержать агрессивных примесей (паров, кислот, щелочей), вызывающих коррозию.

5.2. В случае длительного хранения необходимо проводить периодические осмотры реле не реже одного раза в год с целью:

- устранения плесени, коррозии и т.п.;
- проверки функционирования реле на текущей частоте сети с просмотром задаваемых уставок и режима их выполнения.

5.3. Срок хранения реле, 18 месяцев, исчисляется с дня отгрузки реле потребителю.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

6.1. Условия транспортирования реле в таре:

- температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при 30 °С;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм.рт.ст.).

6.2. Реле в упаковке предприятия-изготовителя транспортируют автомобильным или железнодорожным транспортом в закрытых транспортных средствах на расстояние до 1000 км, авиатранспортом (в герметизированных отсеках самолетов) и водным транспортом (в трюмах судов) – на любое расстояние.

Условия транспортирования – С по ГОСТ 23216-78.

7 СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ

7.1. После отказа реле (не подлежащего ремонту), а также окончания срока службы, его утилизируют.

Основным методом утилизации является разборка реле. При разборке целесообразно разделять материалы на группы. Из состава реле подлежат утилизации черные и цветные металлы, пластмассы. Черные металлы при утилизации необходимо разделять на сталь конструкционную и электротехническую, а цветные металлы – на медь и сплавы на медной основе.

Утилизация должна проводиться в соответствии с требованиями региональных законодательств.

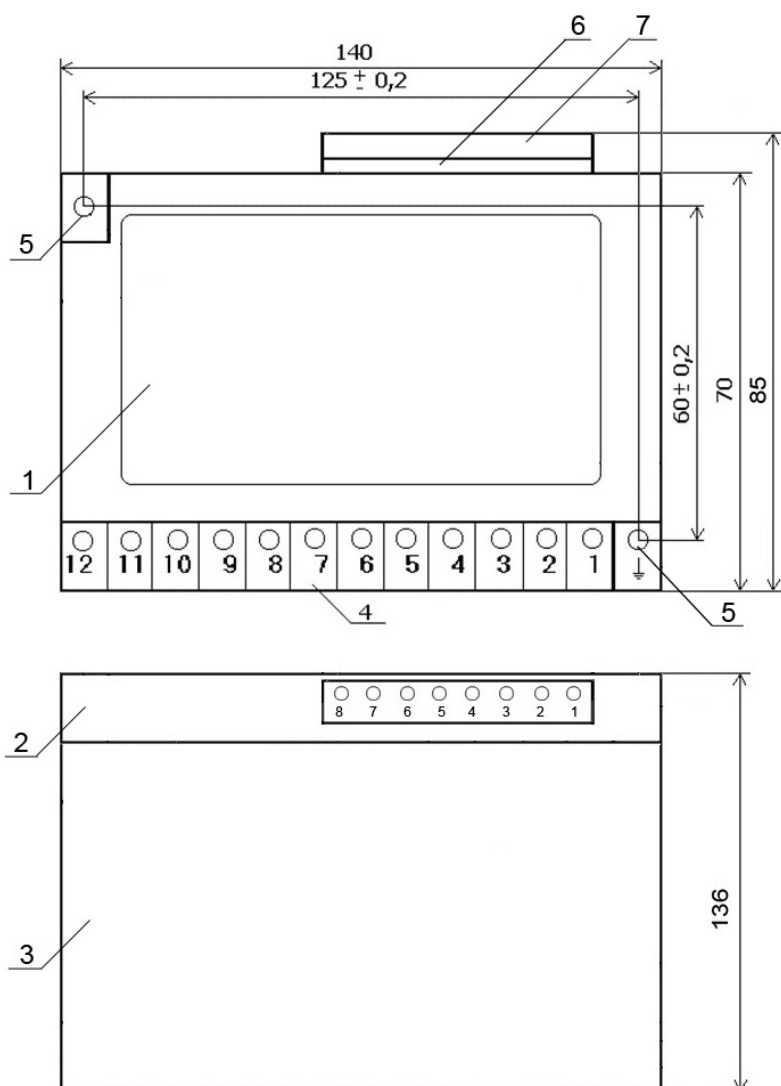
8 ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАКАЗА

8.1. Пример записи реле при заказе и в документации другого изделия:
"Реле частоты унифицированное УРЧ-3М-С ТУ УЗ1.2-22965117-008:2007".

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Габаритные и установочные размеры, схемы подключения и диаграммы работы реле



- 1 Съемная крышка (стекло 47,8 -0,4 x 104,3 -0,5)
- 2 Основание реле
- 3 Кожух реле
- 4 Контактная колодка основания
- 5 Отверстия под крепежные винты М4 для установки реле на панели монтажа
- 6 Клеммник основания (вилка)
- 7 Ответная часть клеммника (розетка)

Рисунок А.1 - Габаритные и установочные размеры реле

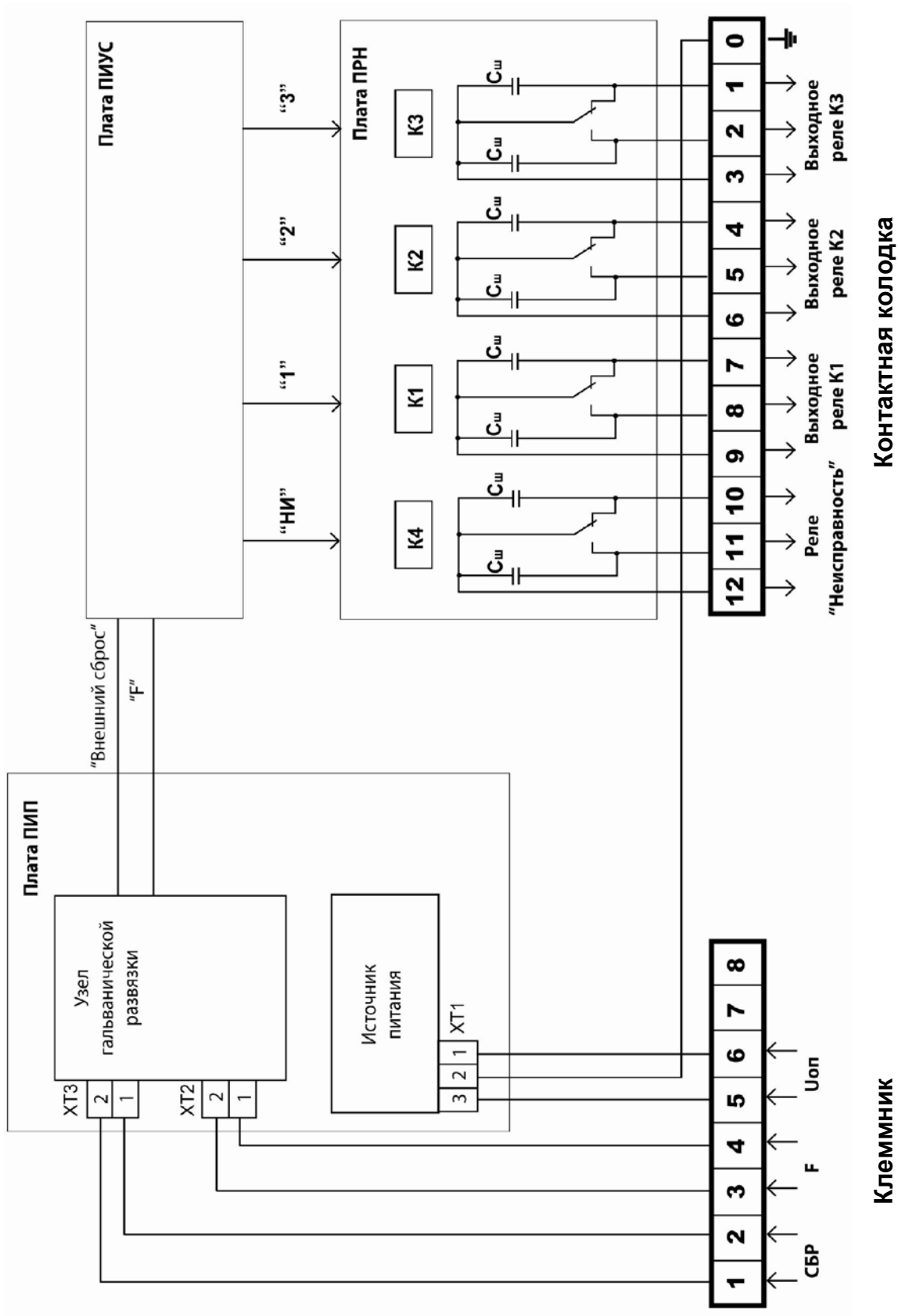


Рисунок А.2 – Подключение внешних цепей реле УРЧ-ЗМ-С, УРЧ-ЗМ-С-01 через контактную колодку и клеммник к внутренним элементам реле

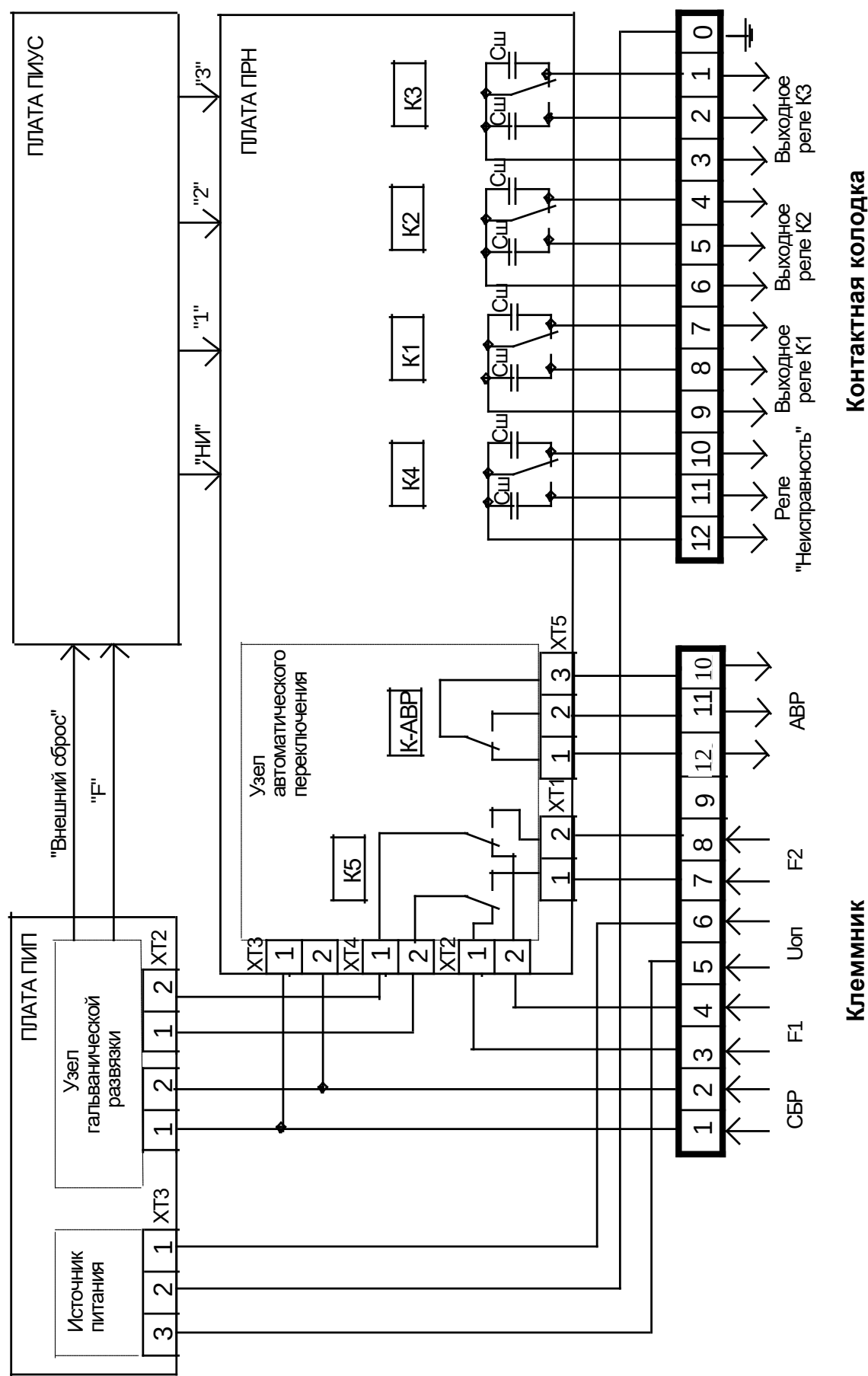


Рисунок А.3 – Подключение внешних цепей реле УРЧ-3М-С-02 через контактную колодку и клеммник к внутренним элементам реле

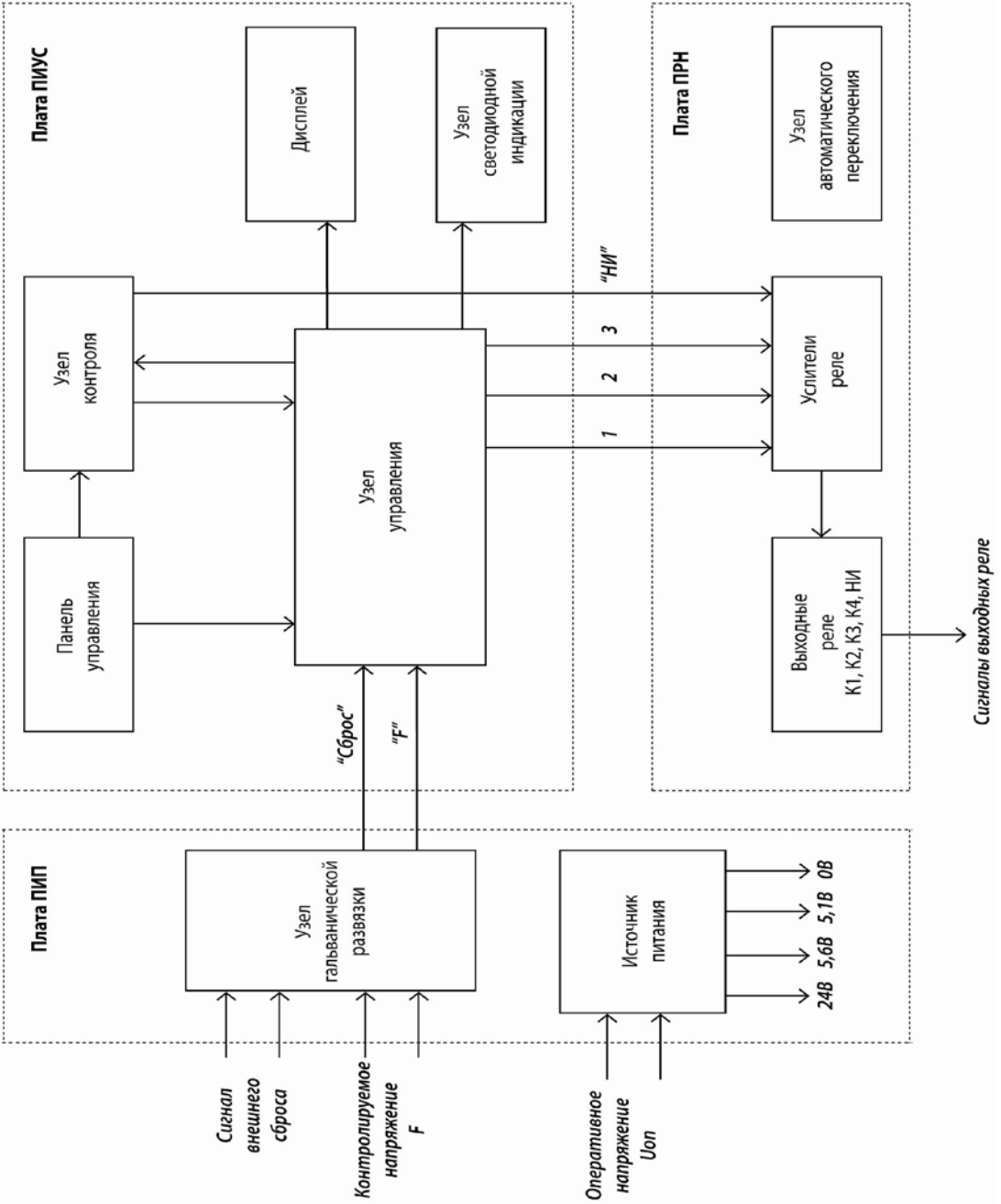
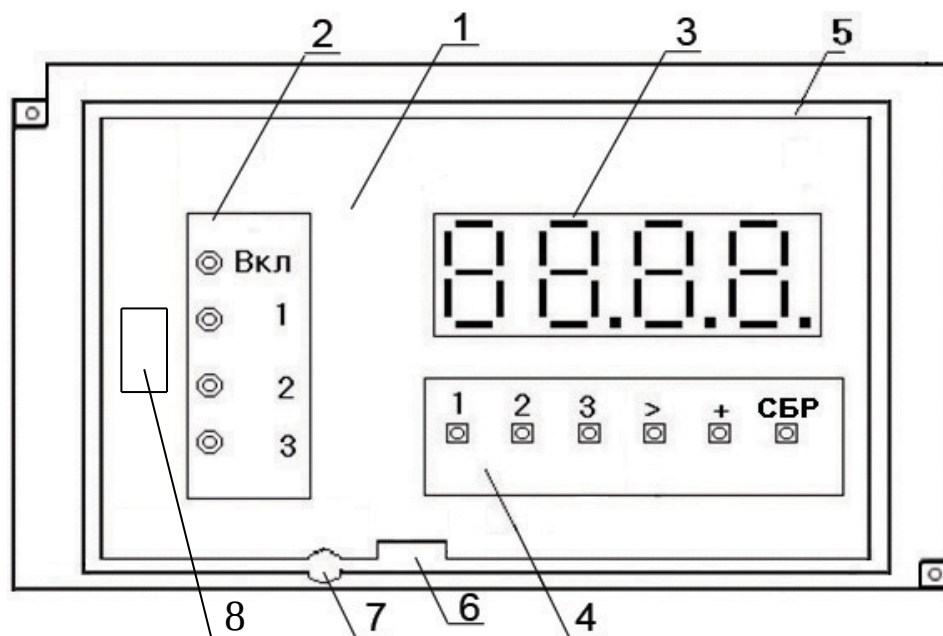


Рисунок А.4 – Функциональная схема реле



- 1 Панель управления и индикации
- 2 Светодиодный узел индикации
- 3 Дисплей
- 4 Кнопки управления
- 5 Съемная крышка (стекло)
- 6 Захват снятия съемной крышки
- 7 Место пломбирования
- 8 Переключатель уставок нижних значений контролируемых напряжений

Рисунок А.5 - Панель управления и индикации

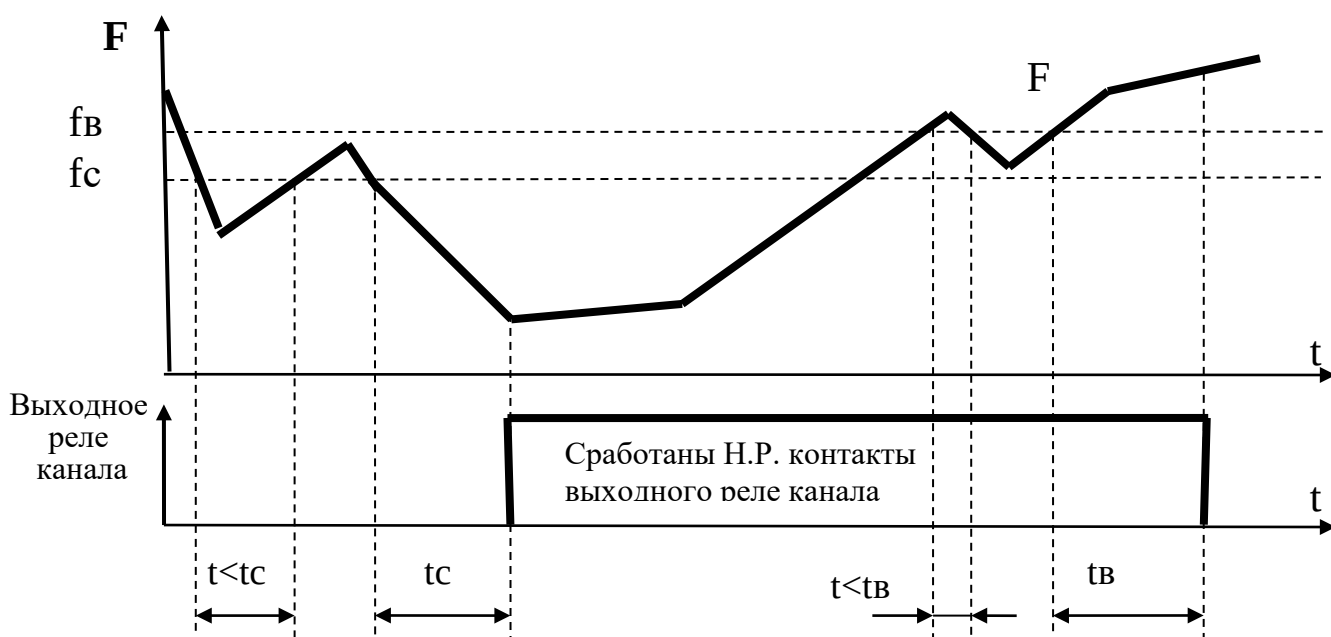
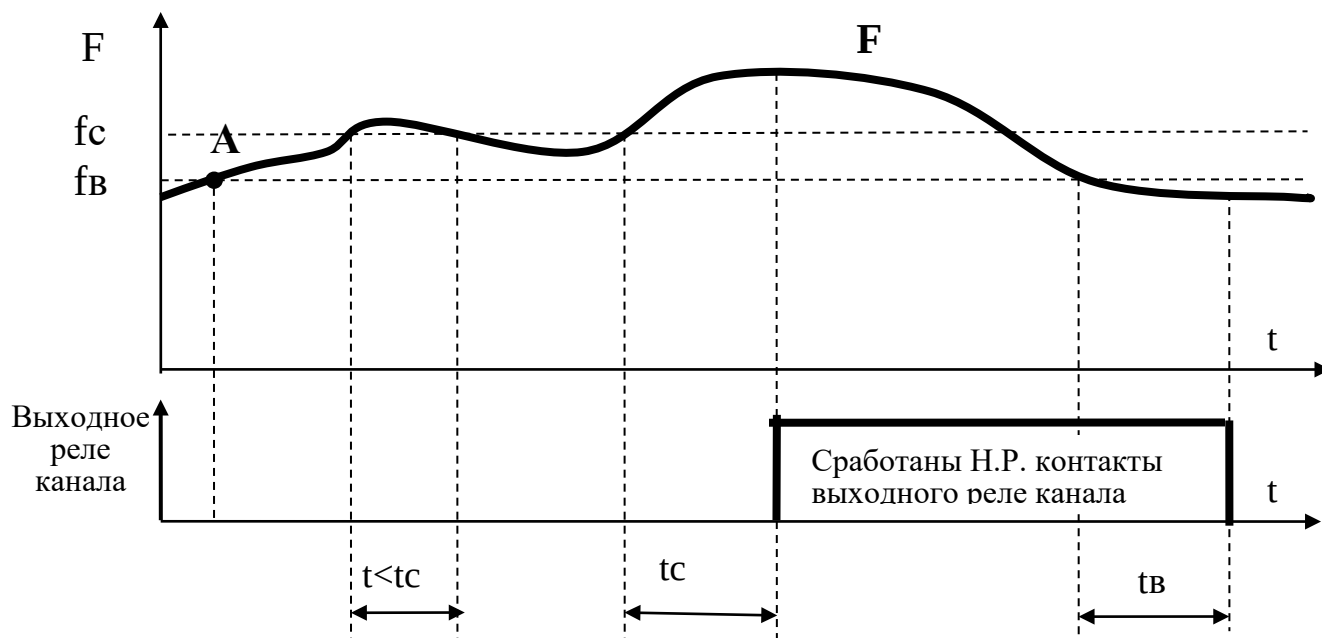
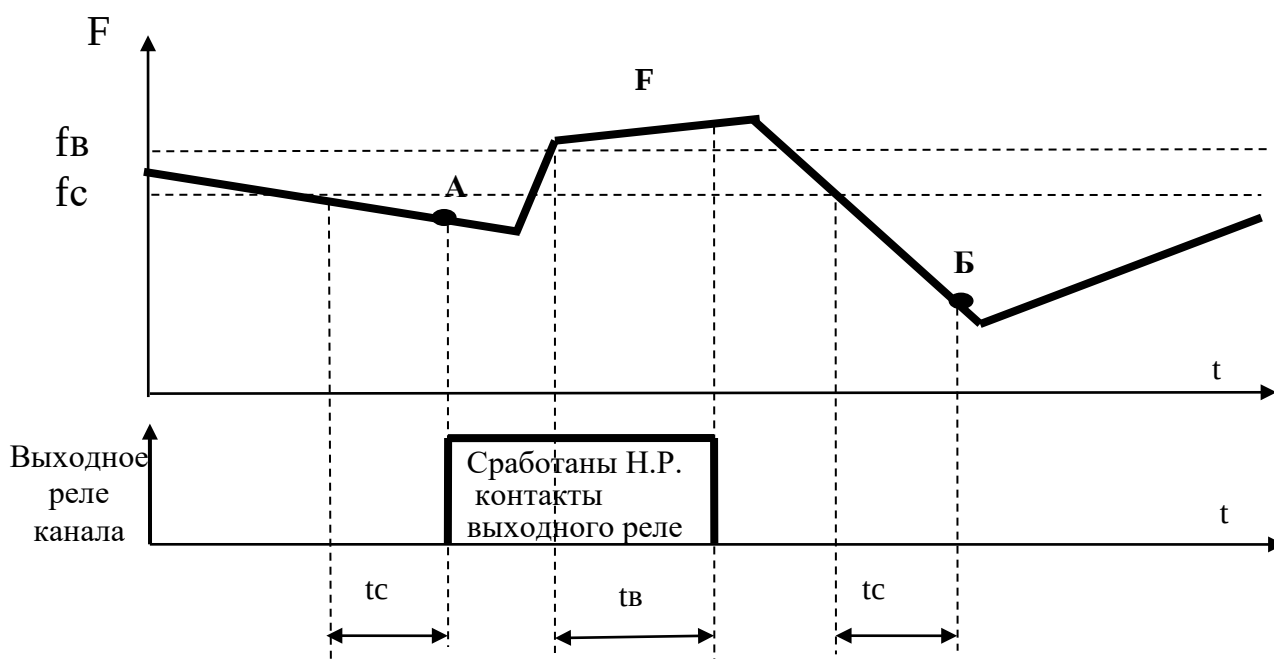


Рисунок А.6- Диаграмма работы канала при выполнении функции АЧР в непрерывном режиме выполнения уставок



В точке **A** проверяется факт понижения частоты до уровня уставки f_B

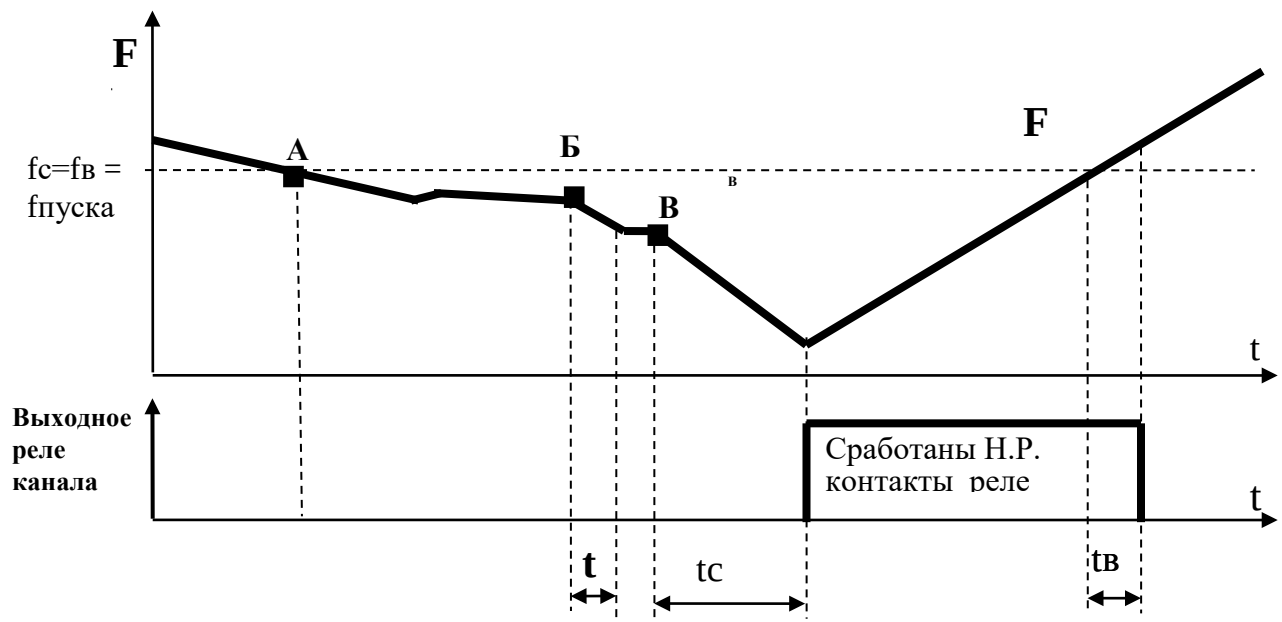
Рисунок А.7- Диаграмма работы канала при выполнении функции ЧАПВ в непрерывном режиме выполнения уставок



В точке **A** текущая скорость снижения частоты не превышает значения уставки по скорости снижения частоты, выходные Н.Р. контакты реле КЗ сработают, канал отработает по АЧР.

В точке **Б** текущая скорость снижения частоты больше значения уставки по скорости снижения частоты, выходное реле канала КЗ не сработает, срабатывание по АЧР блокируется.

Рисунок А.8 - Диаграмма работы канала при выполнении функции АЧР1 с БССЧ в непрерывном режиме выполнения уставок



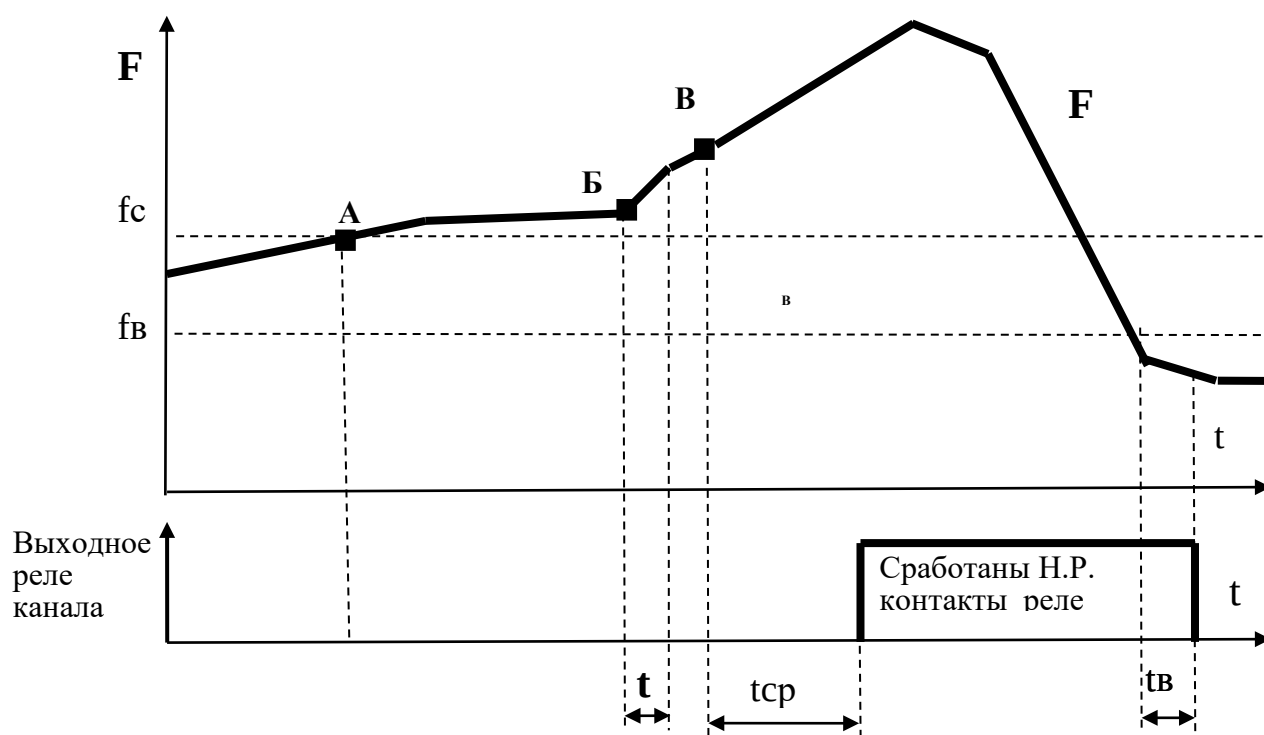
В точке **А** скорость снижения частоты V меньше значения заданной уставки по скорости снижения частоты L .

В точке **Б** скорость снижения частоты стала равна или больше заданной уставки по скорости, начинается отсчет времени (анализ скорости снижения частоты продолжается), время наличия скорости снижения частоты (не меньше значения уставки) меньше времени срабатывания ($t < t_c$), срабатывание выходного реле не происходит.

В точке **В** скорость снижения частоты стала равна или больше значения уставки по скорости в течение всего времени срабатывания, выходное реле канала срабатывает.

После подъема частоты до величины $f_{\text{пуска}}$, через время равное значению уставки t_v , сработавшее выходное реле канала отпускает

Рисунок А.9 - Диаграмма работы канала при выполнении функции непосредственного контроля ССЧ в непрерывном режиме выполнения уставок



В точке **А** скорость повышения частоты V меньше заданной уставки по скорости повышения частоты L .

В точке **Б** скорость повышения частоты стала больше или равна заданной уставке по скорости, начинается отсчет времени (анализ скорости повышения частоты продолжается), время наличия скорости повышения частоты, превышающей значение уставки, меньше значения времени срабатывания ($t < t_c$), срабатывание выходного реле не происходит.

В точке **В** скорость повышения частоты стала больше или равна значению уставки по скорости в течение всего времени срабатывания, выходное реле канала работает.

После снижения частоты до величины f_b , через время равное значению уставки t_b , сработавшее выходное реле канала отпускает.

Рисунок А.10 - Диаграмма работы канала при выполнении функции непосредственного контроля СПЧ в непрерывном режиме выполнения уставок

Таблица А.1 - Перечень независимых входных/выходных цепей реле при проверке сопротивления изоляции

№ проверки	Номера контактов контактной колодки (КК) и клеммника (КМ) реле, между которыми измеряется сопротивление изоляции	Исполнение реле	Напряжение мега-Омметра
1	КМ/6 – КМ/4, КМ/6 – КМ/2	Все исполнения	500 В
2	КМ/8 – КМ/6, КМ/8 – КМ/4, КМ/8 – КМ/2	УРЧ-ЗМ-С-02	
3	КМ/6 – перемкнутые между собой контакты КК/1...12	Все исполнения	
4	КМ/4 – перемкнутые между собой контакты КК/1...12	Все исполнения	
5	КМ/2 – перемкнутые между собой контакты КК/1...12	Все исполнения	
6	КМ/8 – перемкнутые между собой контакты КК/1...12	УРЧ-ЗМ-С-02	
7	КК/ $\perp$ – перемкнутые между собой контакты КК/1...12	Все исполнения	
8	КК/ $\perp$ – КМ/4	Все исполнения	
9	КК/ $\perp$ – КМ/8	УРЧ-ЗМ-С-02	
10	КК/ $\perp$ – перемкнутые между собой контакты КМ/10,11,12	УРЧ-ЗМ-С-02	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Подключение реле в схемах автоматики

На рисунках Б.1, Б.2, Б.3, Б.4 приведены схемы подключения реле УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-01, УРЧ-3М-С-02 в схемах автоматики, где:

F - входы контролируемой сети;

U_{оп} - входы оперативного напряжения от сети постоянного или переменного тока;

СБР - входы сигнала «Внешний сброс»;

НИ - выходы контактов реле «НИ» (сигнал «Неисправность»);

K1 - выходы контактов выходного реле первого канала;

K2 - выходы контактов выходного реле второго канала;

K3 - выходы контактов выходного реле третьего канала.

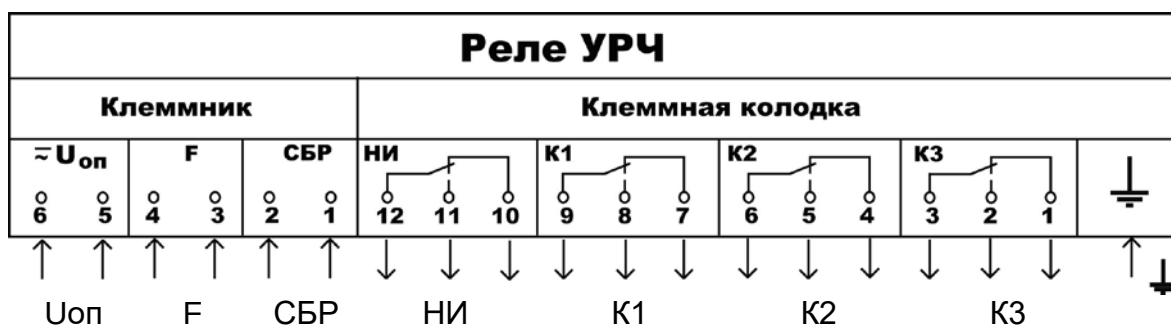


Рисунок Б.1 – Реле УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-01 в схемах с разделенным оперативным и контролируемым напряжением

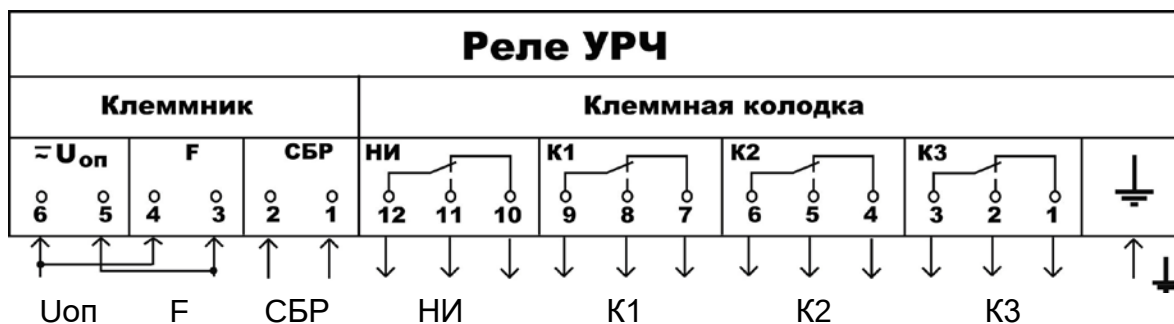


Рисунок Б.2 – Реле УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-01 в схемах с объединенным оперативным и контролируемым напряжением (выполняется внешней коммутацией контактов клеммника)

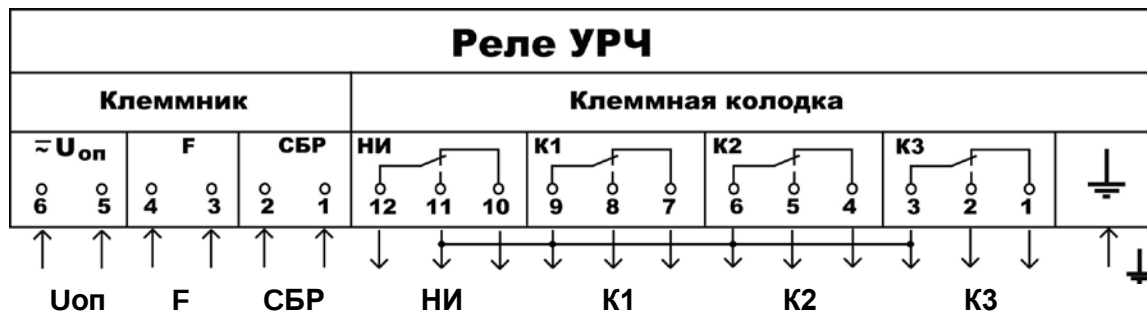


Рисунок Б.3 – Реле УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-01 в схемах с разделенным оперативным и контролируемым напряжением, где переключающиеся контакты выходных реле каналов (внешней коммутацией на клеммной колодке) объединены в схему блокировки через выходные контакты реле «Неисправность»

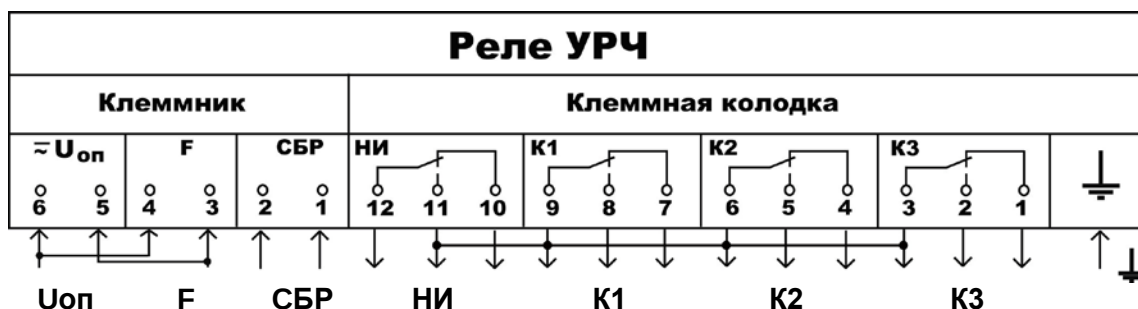


Рисунок Б.4 – Реле УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-01 в схемах с объединенным оперативным и контролируемым напряжением (выполняется внешней коммутацией контактов клеммника), где переключающиеся контакты выходных реле каналов (внешней коммутацией на клеммной колодке) объединены в схему блокировки через выходные контакты реле «Неисправность»

Реле **УРЧ-3М-С-02** выполняет функцию автоматического переключения только в схемах автоматики с разделенным оперативным и контролируемыми напряжениями (основным и резервным). Подключение внешних цепей к реле УРЧ-3М-С-02 приведено на рисунке **Б.5**.

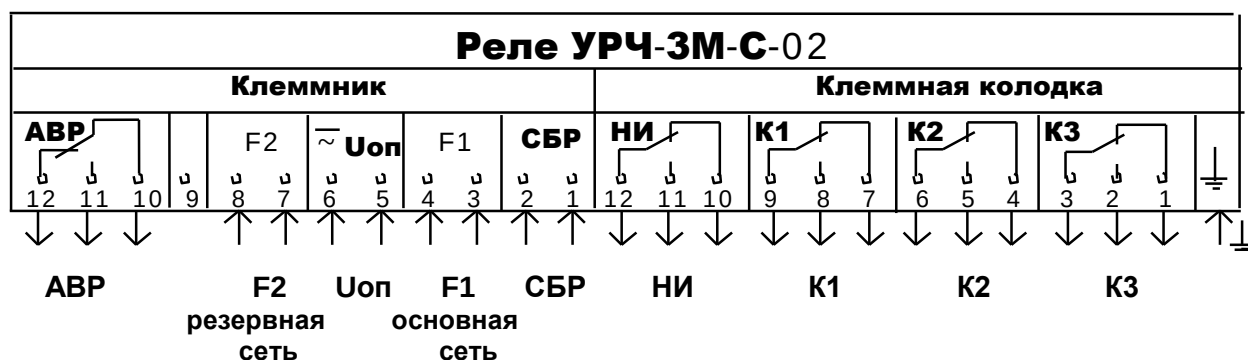


Рисунок Б.5 – Реле УРЧ-3М-С-02 в схемах автоматики

Подключение реле по схеме, приведенной на рисунке **Б.1**, аналогично подключению в схемах автоматики ранее выпускаемого исполнения реле **УРЧ-3М-03-01**, на рисунке **Б.2** – исполнению **УРЧ-3М-03**, на рисунке **Б.3** – исполнению **УРЧ-3М-03-02**, на рисунке **Б.4** – исполнению **УРЧ-3М-03-03**.

На рисунках **Б.6**, **Б.7** приведены примеры схемы АЧР на базе реле УРЧ-3М-С.

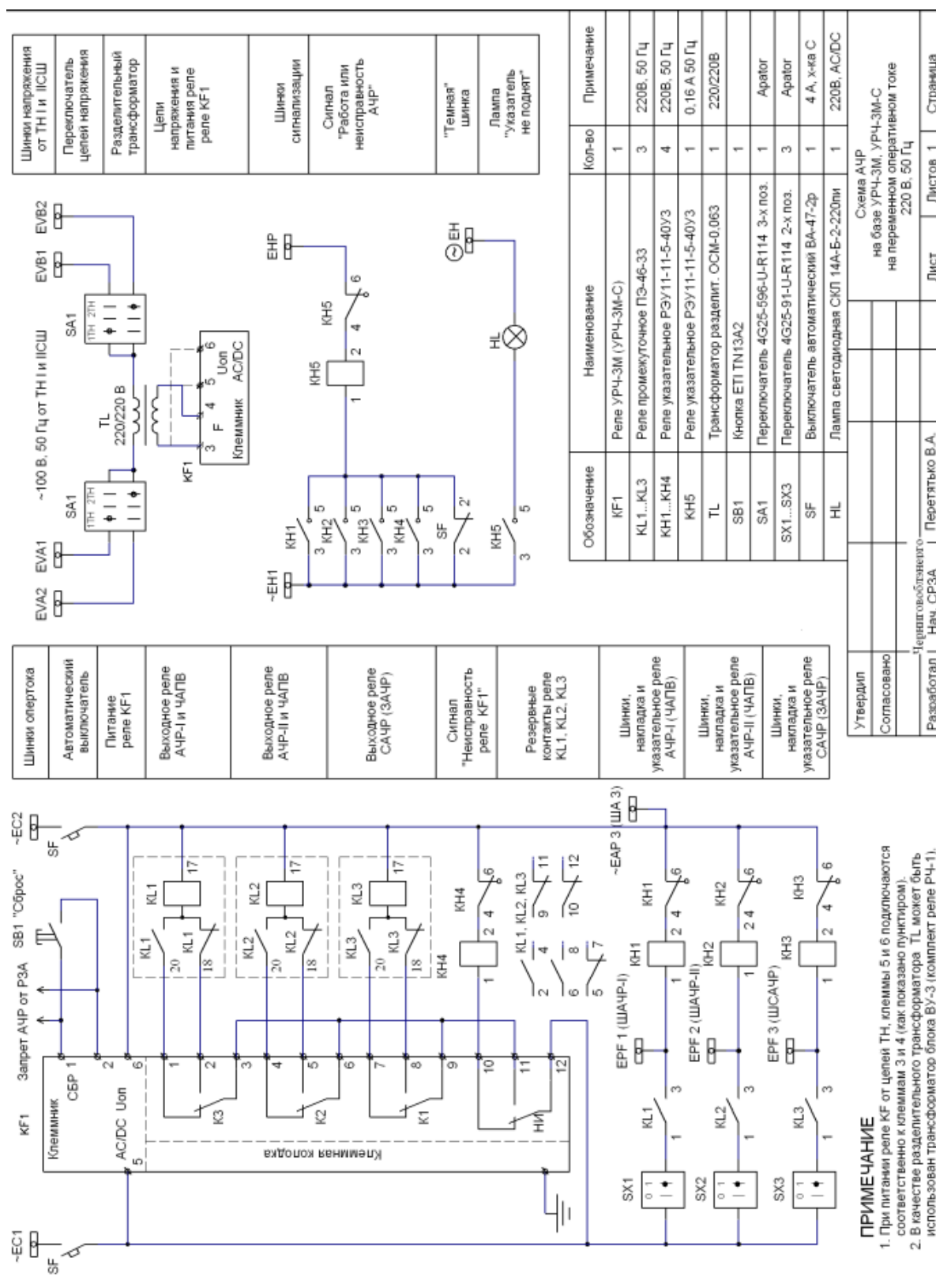


Рисунок Б.6 – Пример схемы АЧР на базе реле УРЧ-3М-С на переменном оперативном токе

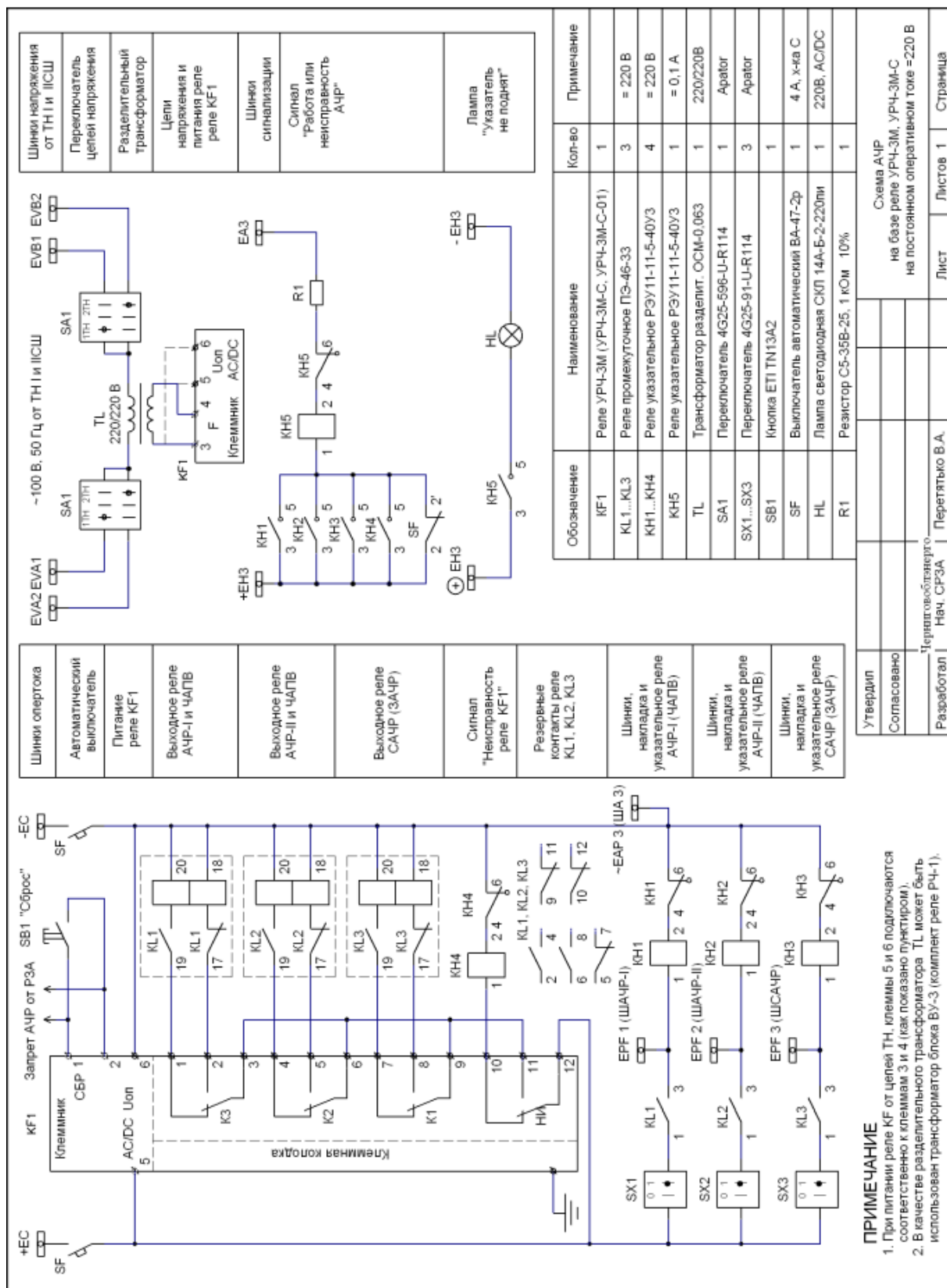


Рисунок Б.7 – Пример схемы АЧР на базе реле УРЧ-3М-С на постоянном оперативном токе

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

Принцип измерения скорости изменения частоты с использованием реле УРЧ-3М-С

(по статье «Решение проблем качества частотных переходных процессов с применением уставок по скорости изменения частоты»;

Винничук С.Д., д.т.н., Институт проблем моделирования в энергетике
им. Г.Е. Пухова НАН Украины;

Данильчук В.Н., инженер, НЭК "Укрэнерго";

Нехай И.Ф., инженер, ПАО Электротехнический завод «РЕЛСiС»,
Киев, «Электрические сети и системы», № 6, 2008 г.)

1 Общие сведения

В процессе развития аварий с большим дефицитом активной мощности в энергосистемах (ЭС) возможны частотные аварии с резкими и глубокими снижениями частоты. Для их предотвращения применяются устройства частотных автоматов, работа которых в условиях аварийных процессов динамического изменения частоты должна обеспечивать противоаварийное регулирование частоты и ее восстановление до длительно допустимых уровней.

В нормативных документах и методических указаниях по АЧР указано, что при дефиците мощности около 45 % имеющейся нагрузки, работа систем АЧР по отклонению частоты не может быть эффективной, поэтому в таких случаях рекомендуется применять устройства дополнительной автоматической разгрузки по скорости снижения частоты (ДАРС). В современных условиях возможных повышенных дефицитов мощности с глубокими снижениями частоты в ЭС, более приоритетным является применение устройств АЧР по скорости снижения частоты (АЧРС), для ускоренного отключения существующих очередей АЧР1 по скорости снижения частоты (ССЧ).

Адаптированная система АЧР-АЧРС более экономична, обеспечивает большую надежность работы, так как исключает применение комплектов совмещенной АЧРП, а также обеспечивает удобство при технической эксплуатации и при анализе аварийных ситуаций со снижением частоты.

Большие преимущества в этих противоаварийных мероприятиях обеспечивает применение комбинированной АЧР-АЧРС с уставками скорости изменения частоты.

Зоны действия различных автоматов при разных значениях скорости снижения частоты приведены на рисунке В.1.

Дополнительная автоматическая разгрузка по ССЧ (ДАРС) и автоматическая частотная разгрузка по ССЧ (АЧРС) применяется в районах энергосистем с возможным возникновением дефицитов мощности более 40 % от потребления (скорость снижения частоты более 2 Гц/с), при которой срабатывание обычной АЧР1 по отклонению частоты не может быть эффективным из-за большой суммарной выдержки времени.

В практике начальное значение скорости снижения частоты определяется по дефициту активной мощности (при исходной частоте сети $f_0 = 50$ Гц), эквивалентной постоянной механической инерции генерации T_g и нагрузки $T_n = 3$ с.

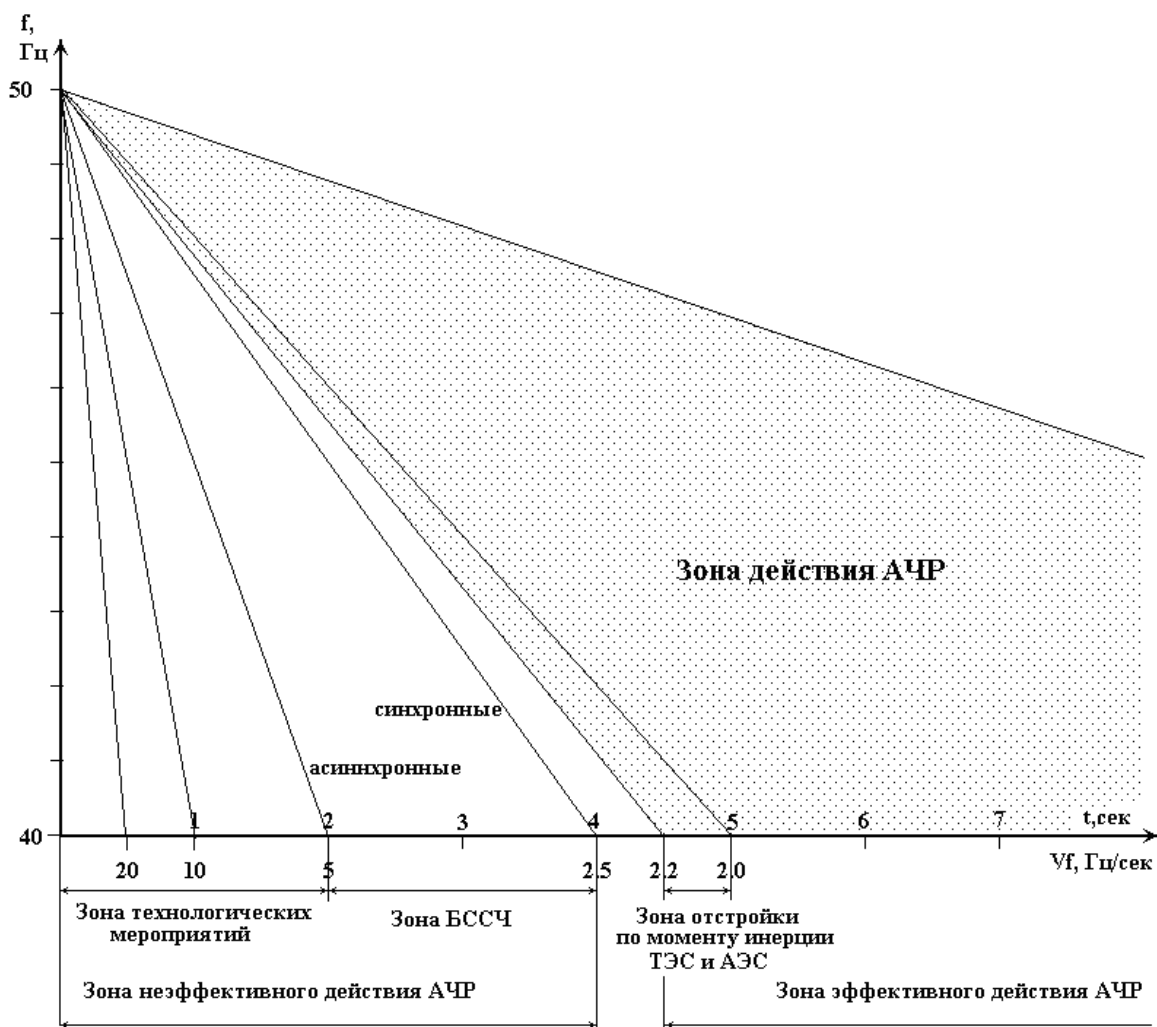


Рисунок В.1 - Зоны действия различных автоматик при разных значениях скорости снижения частоты

Зависимость значения начальной скорости снижения частоты от дефицита активной мощности и момента инерции энергосистемы приведена в таблице В.1.

Таблица В.1- Зависимость значения начальной скорости снижения частоты от дефицита активной мощности и момента инерции энергосистемы

Момент инерции, с	Дефицит активной мощности ΔP , %												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
	Скорость снижения частоты V_f , Гц/с												
8	0,49	0,75	1,06	1,38	1,74	2,13	2,56	3,04	3,57	4,16	4,48	5,65	6,41
10	0,42	0,65	0,91	1,19	1,50	1,84	2,22	2,65	3,12	3,67	4,28	5,00	5,83
12	0,36	0,57	0,79	1,04	1,32	1,62	1,96	2,34	2,78	3,27	3,85	4,51	5,30
14	0,32	0,50	0,70	0,93	1,17	1,42	1,75	2,10	2,50	2,96	3,49	4,11	4,86

На случай частотных аварий в энергосистеме (ЭС), уставки ССЧ отстраиваются от максимально возможных аварий с дефицитом мощности (15 - 20) % от потребления и $V_{f_{\min}} = (0,5 - 0,9)$ Гц/с, что является нижним пределом уставок ССЧ.

Верхним пределом уставок скорости снижения частоты является значение $V_{f_{\max}} = (1,6 - 1,7) \text{ Гц/с}$ при дефиците активной мощности (30 - 35) %.

Дефицит активной мощности более 40 % является предельно допустимым для работы АЧР по отклонению частоты, начальной зоной лавины частоты, а более 70 % – начальной зоной лавины напряжения.

Любое устройство автоматики должно работать в сети в “ждущем” режиме и действовать только по факту аварийных параметров. Поэтому для аварийного измерения ССЧ устанавливается частота пуска $F_{\text{пуск}}$, при которой запускается измерение ССЧ и её контроль с заданной уставкой V_f .

Частота пуска схемы измерения ССЧ не должна быть близкой к 50 Гц, поскольку нормативный допустимый уровень регулирования частоты равен $\pm 0,2 \text{ Гц}$ от номинального уровня 50 Гц. Таким образом, частота пуска $F_{\text{пуск}}$ должна быть не выше 49,7 Гц, с учетом отстройки на 0,1 Гц от нормативного допустимого регулировочного диапазона.

2 Способы измерения скорости снижения частоты и выбор уставок

2.1 Способ непосредственного измерения скорости снижения частоты

Для микропроцессорных реле частоты (МПРЧ) с непосредственным измерением скорости снижения частоты устанавливается:

- уставка частоты пуска схемы измерения ССЧ ($F_{\text{пуск}}$);
- уставка ССЧ (V_f);
- задержка реле времени ($t_{\text{рв}}$).

Алгоритм измерения скорости снижения частоты основан на программном измерении ССЧ (до пяти периодов, т.е. время измерения 0,1 с) и вводе рабочей задержки на время уставки реле $t_{\text{рв}} = 0,2 \text{ с}$. По завершении отсчета задержки времени выполняется отключение нагрузки, если рабочая ССЧ равна или больше уставки ССЧ. Если же рабочая ССЧ $V_{\text{раб}}$ за время уставки реле (0,2 с) стала меньше уставки ССЧ не менее чем на 0,1 Гц/с, то схема измерения ССЧ возвращается в исходное состояние, а отключение нагрузки блокируется (выходное реле не срабатывает).

Пример. Если частота $F_{\text{пуск}} = 49,7 \text{ Гц}$, уставка скорости снижения частоты $V_f = 1,2 \text{ Гц/сек}$, $t = 0,1 \text{ с} + 0,2 \text{ с} = 0,3 \text{ с}$, то отключение нагрузки произойдет на $F_{\text{раб}} = 49,70 \text{ Гц} - (1,2 \text{ Гц/с} \times 0,3 \text{ с}) = 49,34 \text{ Гц}$.

Если же значение текущей рабочей ССЧ $V_{\text{раб}}$ за время уставки реле $t_{\text{рв}} = 0,2 \text{ с}$ стала меньше уставки V_f не менее чем на 0,1 Гц/с ($F_{\text{раб}} < F_{\text{пуск}}$), то схема измерения ССЧ возвращается в исходное состояние при условии, что $F_{\text{раб}} < F_{\text{пуск}}$.

Повторный пуск схемы измерения осуществляется при $V_{\text{раб}} > V_f$ запуском задержки времени $t_{\text{рв}}$.

Полный возврат схемы измерения ССЧ возможен только после достижения уровня рабочей частоты выше уставки частоты пуска $F_{\text{раб}} > F_{\text{пуск}}$. Уставка времени по частоте возврата должна быть не менее 0,1с.

2.2 Способ косвенного измерения скорости снижения частоты

При косвенном измерении ССЧ используется две уставки частоты многоуставочного реле или два одноуставочных реле частоты. При использовании реле УРЧ используется два канала одного реле при задании на них функции АЧР (реле УРЧ должно быть в режиме непрерывного выполнения уставок).

Уставка частоты пуска и конечная уставка частоты (по разности частот для выбранной уставки времени), которые моделируют задаваемую ССЧ, выбираются для разных значений ССЧ из таблицы В.2.

Таблица В.2 – Разность между значением уставки частоты пуска и конечной уставкой частоты при разных значениях начальной ССЧ

Время задержки, с	Значение скорости снижения частоты V_f , Гц/с											
	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
$t_{рв} = 0,2$	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36
$t_{рв} = 0,3$	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54

Большим уставкам ССЧ должны соответствовать меньшие уставки времени. Конечная уставка частоты косвенного измерения ССЧ ($F_{кон}$) определяется по разности выбранной уставки пуска схемы $F_{пуск}$ и ССЧ (V_f) за время задержки $t_{рв}$:

$$F_{кон} = F_{пуск} - (V_f \times t_{рв}).$$

Если заданы: частота $F_{пуск} = 49,7$ Гц, уставка ССЧ = 1,2 Гц/с, уставка времени $t_{рв} = 0,3$ с, то конечная уставка частоты

$$F_{кон} = 49,7 - (1,2 \times 0,3) = 49,7 - 0,36 = 49,34 \text{ Гц}.$$

Алгоритм косвенного измерения ССЧ основывается на программном измерении разности частоты пуска ($F_{пуск}$ – на основном реле 1) и конечной частоты ($F_{кон}$ – на вспомогательном реле 2), при уставке ССЧ (V_f) за время задержки $t_{рв} = 0,3$ с на реле 1.

При завершении отсчета задержки времени выполняется отключение нагрузки, если рабочая частота равна или больше уставки $F_{кон}$.

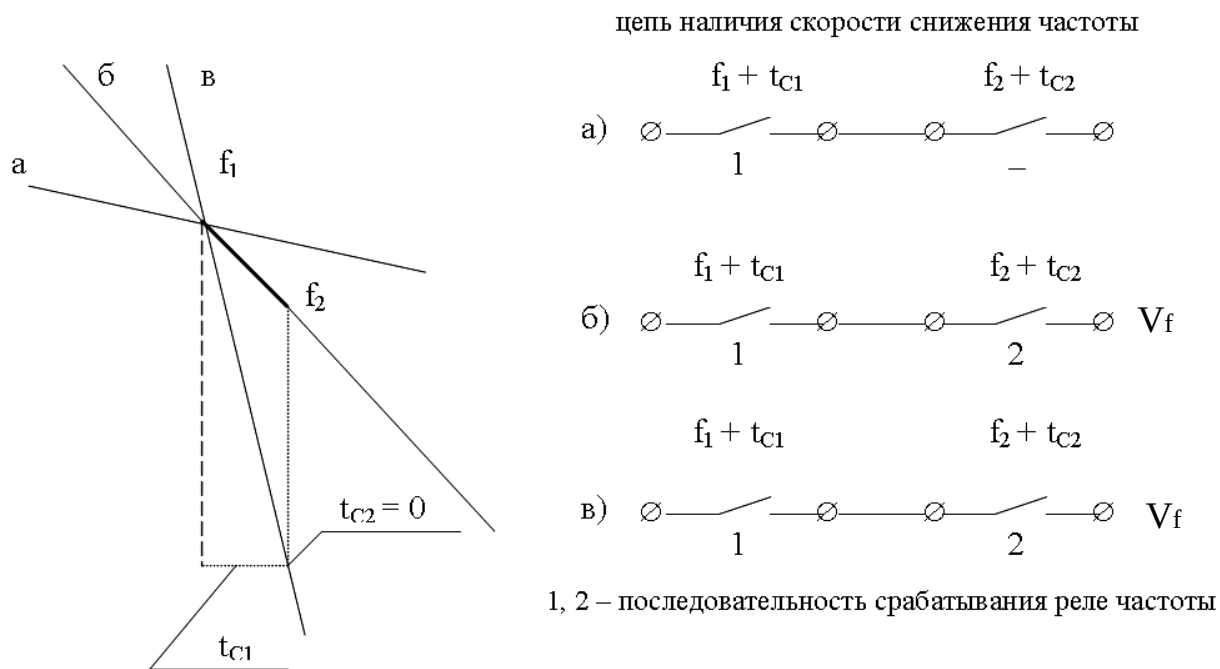
Если же рабочая частота за 0,3 с стала меньше уставки $F_{кон}$ не менее чем на 0,1 Гц, то схема измерения ССЧ возвращается в исходное состояние, а отключение нагрузки блокируется.

Уставка интервала времени измерения ($t_{рв}$) двух разных частот определяется требованиями как необходимой точности измерения большой начальной ССЧ, так и отстройки от несинхронных колебаний и коротких замыканий в энергосистеме.

Схема соединений выходных контактов ($\emptyset$) двух реле частоты (f_1, f_2) приведена на рисунке В.2.

При косвенном измерении ССЧ вводится режим возврата реле по ССЧ, если за время более 0,3 с ($t_{с1} = t_{рв}$) рабочая частота ниже конечной частоты $F_{раб.} < (F_{кон} = f_2)$.

Полный возврат схемы измерения ССЧ возможен только после достижения уровня рабочей частоты выше уставки частоты пуска $F_{раб} > (F_{пуск} = f_1)$.



- где а) при дефиците мощности, меньшем заданной уставки ССЧ;
 б) при дефиците мощности, равном уставке ССЧ;
 в) при дефиците мощности, большем уставки ССЧ;
 $f_1 + tc_1$ – уставки срабатывания по частоте f_1 и уставки времени tc_1 реле 1;
 $f_2 + tc_2$ – уставки срабатывания по частоте f_2 и уставки времени tc_2 реле 2

Рисунок В.2 - Принцип косвенного измерения ССЧ и схемы соединений выходных контактов двух реле частоты

При применении реле УРЧ на каждом канале реле, кроме уставок частоты и времени срабатывания $F_{\text{пуск}} = f_1$, $tc_1 = t_{\text{рв}}$, $F_{\text{кон}} = f_2$, $tc_2 = 0$ (задержка по программе измерения до трех периодов частоты контролируемой сети), необходимо задавать уставки частоты возврата ($F_{\text{в}}$) и времени возврата ($t_{\text{в}}$):

для первого канала $F_{\text{в}} = F_{\text{пуск}} + 0,1$ Гц, $t_{\text{в}} \geq 0,1$ с;

для второго канала (вспомогательного) $F_{\text{в}} = F_{\text{кон}} + 0,05$ Гц, $t_{\text{в}} \geq 0,1$ с.

В практике для ДАРС (отключающей отдельную нагрузку, не задействованную под АЧР1) и комбинированной АЧРС (отключающей нагрузки своих очередей АЧР1) уставки ССЧ выбираются в пределах от 1,1 до 1,7 Гц/с (для повышения более надежного и быстрого действия – они могут быть и меньше).

Для ДАРС уставки частоты ($F_{\text{пуск}}$), в зависимости от дефицита активной мощности, должны быть выше уставок частоты АЧР1 (от 49,7 до 49,5 Гц). Для АЧРС – выше уставок частоты АЧР1 (от 49,7 Гц) и, ступенчато снижаясь в зоне уставок АЧР1, должны превышать уставки частоты своих очередей на (0,5-0,7) Гц.

Выбор уставок ССЧ и времени, в зависимости от способа измерения ССЧ, должен выполняться по таблицам В.1, В.2.

2.3 Блокировки АЧР 1 по скорости снижения частоты

Блокировки устройств АЧР1 по скорости снижения частоты (БССЧ) используются для предотвращения их работы при возможном выбеге двигательной нагрузки. В зависимости от преобладания асинхронной или синхронной нагрузки присоединений уставки ССЧ могут составлять от 2,3 до 5,0 Гц/с при уставке времени (0,2 - 0,3) с.

В практике рекомендуются уставки БССЧ от 2,3 до 3,0 Гц/с, для блокирования на более высокой рабочей частоте, частоте выше уставки частоты срабатывания АЧР1. Цепь наличия скорости снижения частоты в схеме АЧР1 используется как блокирующая.

Независимо от способа измерения ССЧ, текущая частота срабатывания (f_2) БССЧ определяется по величине снижения частоты за время задержки по таблице В.3 ($f_2 = F_{\text{кон}}$, $t_{c2} = 0$ при косвенном способе).

Таблица В.3 – Разность между значением уставки частоты пуска и текущей частоты срабатывания при разных значениях начальной ССЧ и времени задержки

Время задержки, с	Значение скорости снижения частоты Vf, Гц/с										
	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3
tpв = 0,2	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66
tpв = 0,3	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,95	0,99

Например, при уставке пуска $f_1 = F_{\text{пуск}} = 49,7$ Гц, уставке ССЧ $V_f = 2,3$ Гц/с и уставке по времени $t_{\text{рв}} = 0,3$ с, получим, что текущая частота срабатывания БССЧ равна:

$$f_2 = 49,70 - 0,69 = 49,01 \text{ Гц.}$$

При косвенной реализации функции БССЧ используются два канала реле УРЧ или два одноуставочных реле частоты (рисунок В.2).

Для экономии в качестве уставки пуска используется рабочая уставка АЧР1 (основной канал), а конечная уставка выбирается по таблице В.3 и устанавливается на свободном (вспомогательном) канале реле УРЧ-3М.

Соединение контактов каналов выходных реле частоты УРЧ приведено на рисунке В.3.

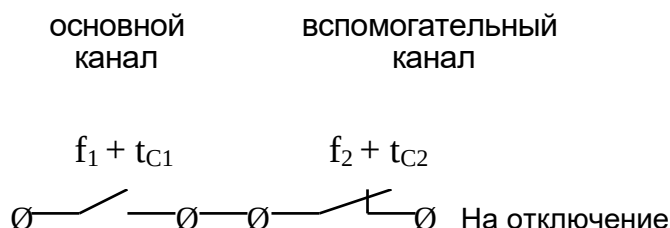


Рисунок В.3 – Соединение контактов реле частоты УРЧ в режиме БССЧ

При применении реле УРЧ-3М-С, кроме косвенного способа блокировки АЧР1 по скорости снижения частоты, предусмотрен также прямой режим АЧР1 с БССЧ на каждом канале с непосредственным заданием уставки скорости снижения частоты.

При задании на канале реле УРЧ-3М-С функции АЧР1 с БССЧ уставка времени срабатывания должна задаваться начиная с 0,2 с и более. Это время уставки уже включает в себя время измерения скорости снижения частоты (пять периодов контролируемой частоты), которое конструктивно заложено в программу измерения скорости.

3 Способы измерения скорости повышения частоты и выбор уставок

3.1 Выбор значения уставок по скорости повышения частоты

Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ) и частотное автоматическое повторное включение по скорости повышения частоты (ЧАПВС) применяется в районах с возможным возникновением больших избытков активной мощности, приводящих к резкому возрастанию частоты до уровней, не допустимых для длительной работы турбин и реакторов электростанций.

В практике начальная скорость повышения частоты (СПЧ) определяется по избытку активной мощности при исходной частоте сети $f_0 = 50$ Гц и эквивалентной постоянной механической инерции генерации t_g и нагрузки $t_n = 3$ с (таблица В.4).

Таблица В.4 - Зависимость значения начальной СПЧ от избытка активной мощности и момента инерции энергосистемы

Момент инерции, с	Избыток активной мощности, ΔP , %												
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	Скорость повышения частоты, Гц/с												
8	0,09	0,18	0,26	0,34	0,42	0,50	0,58	0,65	0,72	0,79	0,86	0,93	0,99
10	0,08	0,15	0,22	0,29	0,36	0,42	0,49	0,55	0,61	0,67	0,72	0,78	0,83
12	0,07	0,13	0,19	0,25	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72
14	0,06	0,11	0,17	0,22	0,27	0,32	0,37	0,42	0,46	0,51	0,55	0,59	0,63

Опасные по СПЧ режимы в ОЭС и ЭС могут возникать:

- в ОЭС, при отделении региона с большим дефицитом активной мощности;
- в ЭС, при отделении от ОЭС с избытком активной мощности;
- в районе ЭС, выделенном действием ЧДА с избытком активной мощности.

В первых двух случаях отделения при частоте, близкой к 50 Гц, опасны аварийные избытки мощности (> 3 %), при которой за первые 10 с переходного процесса частота может повыситься более чем на 0,5 Гц.

В случае отделения избыточного района действием ЧДА, опасны аварийные избытки мощности (> 8 %), при которой за первые 10 с переходного процесса частота может повыситься с уставки ЧДА (47,5 Гц) до 50,5 Гц.

3.2 Способ непосредственного измерения скорости повышения частоты

Алгоритм работы программы непосредственного измерения СПЧ основывается на программном измерении СПЧ за 0,1 с, вводе рабочей задержки времени 0,2 с – для АОПЧ и (2 - 3) с или более – для ЧАПВС.

По завершении отсчета задержки времени выполняется действие АОПЧ или ЧАПВС, если рабочая скорость повышения частоты равна или больше уставки СПЧ. Если же рабочая скорость повышения частоты стала за время отсчета задержки меньше уставки СПЧ (не менее чем на 0,1 Гц/с), то схема измерения СПЧ возвращается в исходное положение, а действие АОПЧ или ЧАПВС блокируется.

АОПЧ выполняется, как правило, на уставках частоты более 50 Гц с выдержками (уставками) времени (0,2 - 0,3) с, а для ускорения действия может быть и без выдержки времени, но с блокировкой действия при несинхронных колебаниях частоты.

ЧАПВС выполняется на уставках частоты от 49,2 Гц до 50 Гц с выдержками времени от (2 – 3) до 20 с, с интервалом времени не менее 3 с.

Рассмотрим примеры определения текущей частоты срабатывания.

АОПЧ: если частота $F_{\text{пуск}} = 49,2$ Гц, уставка СПЧ = 0,42 Гц/с,

$t = 0,1$ с + 0,2 с = 0,3 с, то

$49,20$ Гц + (0,42 Гц/с $\times$ 0,3 с) = $49,20 + 0,126 = 49,33$ Гц, $F_{\text{раб}} = 49,33$ Гц.

ЧАПВС: если частота $F_{\text{пуск}} = 49,2$ Гц, уставка СПЧ = 0,42 Гц/с,

$t = 0,1$ с + 2 с, то

$49,20$ Гц + (0,42 Гц/с $\times$ 2,1 с) = $49,20 + 0,882 = 50,08$ Гц, $F_{\text{раб}} = 50,08$ Гц.

В программу измерения СПЧ введен режим возврата реле по СПЧ, если за время более 0,2 с (5 периодов измерения плюс 5 периодов контроля) рабочая СПЧ стала ниже уставки ($V_f \text{ раб.} < V_f \text{ уст.}$).

Полный возврат схемы измерения СПЧ возможен только после достижения уровня рабочей частоты ниже уставки частоты пуска схемы измерения СПЧ ($F_{\text{раб}} < F_{\text{пуск}}$).

3.3 Способ косвенного измерения скорости повышения частоты

При косвенном измерении СПЧ (на двух уставках частоты многоуставочного реле или двух одноуставочных реле частоты) уставка частоты пуска и конечная уставка частоты (по разности частот для выбранной уставки времени), моделируют задаваемую СПЧ, и выбираются на разных уставках значения СПЧ из таблицы В.5

Таблица В.5 - Разность между уставкой частоты пуска и конечной уставкой при разных начальных скоростях повышения частоты

Время задержки, $t_{рв}$, с	Значение скорости повышения частоты V_f , Гц/с											
	0,07	0,13	0,19	0,25	0,31	0,36	0,42	0,52	0,57	0,62	0,67	0,83
0,2	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	1,04	1,14	1,24	1,34	1,66
0,3	0,02	0,04	0,06	0,08	0,09	1,08	1,26	1,56	1,71	1,86	2,01	2,49

Большим уставкам СПЧ должны соответствовать меньшие уставки времени. Конечная уставка частоты ($F_{кон}$) определяется при суммировании выбранной уставки запуска схемы ($F_{пуск}$) со СПЧ (V_f) за время задержки $t_{рв}$:

$$F_{кон} = F_{пуск} + (V_f \times t_{рв}).$$

Если заданы: частота $F_{пуск} = 49,2$ Гц, уставка СПЧ $= 0,36$ Гц/с, время задержки $t_{рв} = 0,3$ с, то конечная уставка частоты

$$F_{кон} = 49,2 + (0,36 \times 0,3) = 49,2 + 1,08 = 50,28 \text{ Гц}.$$

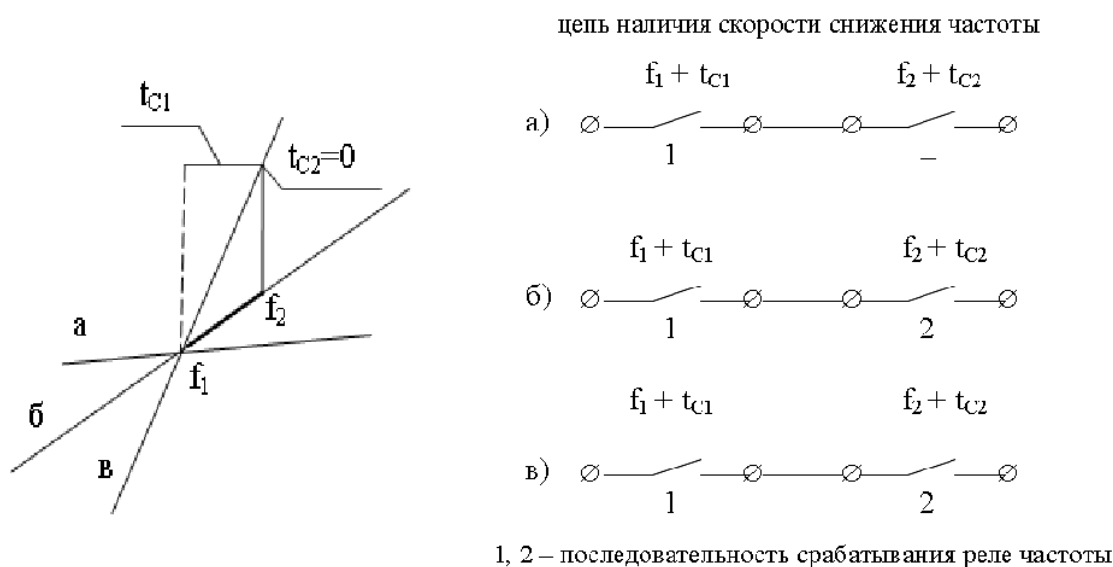
Схема алгоритма работы программы косвенного измерения СПЧ основывается на программном измерении разности частоты пуска $F_{пуск}$ – на основном реле 1 и конечной частоты $F_{кон}$ – на реле 2 (вспомогательном), при уставке СПЧ (V_f) за время задержки – 0,3 с.

При завершении отсчета задержки времени выполняется отключение, если рабочая частота равна или больше уставки $F_{кон}$.

Если же рабочая частота за 0,3 с стала меньше уставки $F_{кон}$ (не менее чем на 0,1 Гц), то схема измерения СПЧ возвращается в исходное состояние, а отключение блокируется.

Уставка интервала времени измерения двух разных частот определяется требованиями, как необходимой точности измерения большой начальной СПЧ, так и отстройки от несинхронных колебаний и коротких замыканий в энергосистеме.

Схема соединений выходных контактов ($\emptyset$) двух реле частоты (f_1 , f_2) приведена на рисунке В.4, где $f_1 = F_{пуск}$, $f_2 = F_{кон}$, $t_{c1} = t_{рв}$, $t_{c2} = 0$.



а) при избытке мощности, меньшем заданной уставке СПЧ;

б) при избытке мощности, равном уставке СПЧ;

в) при избытке мощности, большем уставки СПЧ;

$f_1 + t_{c1}$ – уставки срабатывания по частоте f_1 и уставки времени t_{c1} реле 1;

$f_2 + t_{c2}$ – уставки срабатывания по частоте f_2 и уставки времени t_{c2} реле 2.

Рисунок В.4 - Принцип косвенного измерения СПЧ и схемы соединений выходных контактов

При косвенном измерении СПЧ вводится режим возврата реле по СПЧ, если за время более 0,3 с рабочая частота ниже конечной частоты:

($F_{раб} < F_{кон}$).

Полный возврат схемы измерения СПЧ возможен только после достижения уровня рабочей частоты ниже уставки частоты пуска измерения СПЧ:

($F_{раб} < F_{пуск}$).

Для косвенного измерения скорости повышения частоты с применением реле типа УРЧ используется два канала реле.

Реле УРЧ должно быть в режиме непрерывного выполнения уставок. На двух каналах задается функция ЧАПВ с соответствующими уставками. На каналах реле УРЧ, кроме задаваемых уставок частоты и времени срабатывания, необходимо задавать уставки частоты ($F_{в}$) и времени ($t_{в}$) возврата:

на первом канале $F_{пуск} = f_1$, $t_{c1} = t_{рв}$,

$F_{в} = (F_{пуск} - 0,05 \text{ Гц})$, $t_{в} \geq 0,1 \text{ с}$;

на втором вспомогательном канале $F_{кон} = f_2$, $t_{c} = 0$ (задержка по программе измерения до трех периодов частоты контролируемой сети),

$F_{в} = (F_{кон} - 0,05 \text{ Гц})$, $t_{в} \geq 0,1 \text{ с}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

Методика расчета уставок скорости снижения частоты и реализации
на микропроцессорном реле УРЧ-3М-С (УРЧ-3М-С-02)
комплексного дублирующего действия АЧР1 – АЧРС

(с использованием материалов из «Методики расчета и выбора уставок скорости изменения частоты в схемах частотных автоматов, блокировок и защит», Винничук С.Д., д.т.н., Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины)

Введение

При больших дефицитах активной мощности и скорости снижения частоты (ССЧ) более 2,2 Гц/с действие АЧР1 (по отклонению частоты) не может быть эффективным.

Дублирующее действие АЧР1 - АЧРС на отключение одной и той же нагрузки позволяет:

- реализовать упреждающее отключение нагрузки по ССЧ, до отключения (или неэффективного действия) АЧР1 по отклонению частоты;
- обеспечить эффективную аварийную разгрузку потребления по ССЧ в схемах АЧР1.

Функциональные возможности и технические характеристики одного трехканального реле УРЧ-3М-С, УРЧ-3М-С-02 обеспечивают реализацию в схемах противоаварийной частотной автоматик:

а) отключения нагрузки по заданным уставкам отклонения (снижения) частоты - функции АЧР1 (функция на любом канале реле – контроль частоты АЧР);

б) отключения нагрузки по заданным уставкам ССЧ - функции АЧРС (функция на любом канале реле - ССЧ);

в) блокировки (запрет) отключения нагрузки по АЧР1 при выбеге двигательной нагрузки – функция БССЧ АЧР1 (функция на любом канале реле - АЧР1 с БССЧ);

г) блокировки (запрет) отключения нагрузки по АЧРС при выбеге двигательной нагрузки – функция БССЧ АЧРС (реализуется на любых двух каналах реле, функции каналов – ССЧ);

д) отключения нагрузки комплексным дублирующим действием АЧР1 – АЧРС - функция АЧР1-АЧРС (реализуется на любых двух каналах реле, функции каналов – ССЧ, АЧР);

е) блокировки (запрет) отключения нагрузки комплексного дублирующего действия АЧР1 - АЧРС при выбеге двигательной нагрузки – функция БССЧ АЧР1 - АЧРС (реализуется на трех каналах реле, функции каналов – АЧР, ССЧ, ССЧ).

Реле УРЧ-3М-С-02 кроме реализации вышеперечисленных функций осуществляет:

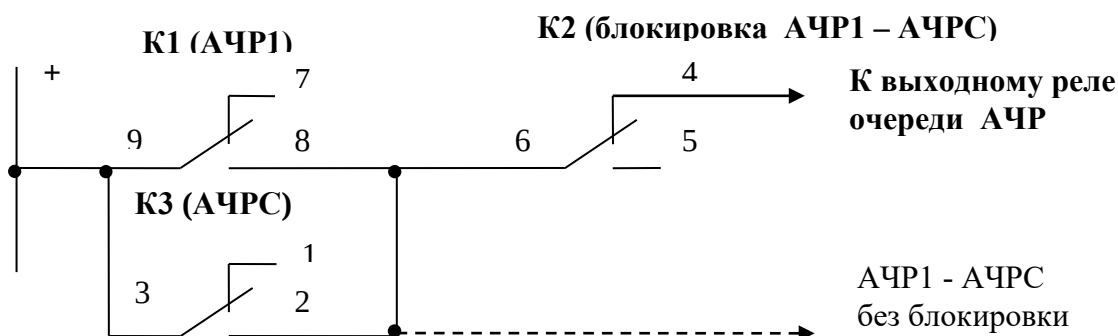
- контроль значения напряжения от трансформаторов напряжения (ТН) двух секций, подключенных к реле (основная и резервная), с функцией автоматического переключения на контроль частоты от резервной секции при отключении основной секции;

- автоматическое переключение на контроль частоты от основной секции при появления на ней контролируемого напряжения.

Реализация возможностей реле по а), б), в) изложена в разделе 1 настоящего РЭ, по г), д), е) – в настоящей методике.

1 Схема реализации на реле принципа работы комплексного дублирующего действия АЧР1 – АЧРС с блокировкой отключения при выбеге двигательной нагрузки

1.1 Схема реализации комплексного решения отключения нагрузки дублирующим действием АЧР1 - АЧРС с блокировкой при выбеге двигательной нагрузки на одном реле УРЧ-3М-С (УРЧ-3М-С-02), приведена на рисунке Г.1.



где К1, К2, К3 – выходные реле каналов реле;

для внешнего соединения указаны номера контактов (1 - 9) контактной колодки реле, соответствующие нормально-разомкнутым и нормально-замкнутым контактам соответствующих выходных реле каналов

Рисунок Г.1 – Схема реализации комплексного решения отключения нагрузки дублирующим действием АЧР1 - АЧРС с блокировкой при выбеге двигательной нагрузки

Принцип работы схемы следующий:

- канал К1 выполняет функцию АЧР1 и должен сработать (замкнуть контакты) при достижении заданной уставки отклонения частоты (на канале К1 реле задана функция АЧР с уставками по частоте и времени срабатывания и возврата);

- канал К3 выполняет функцию АЧРС и при наличии ССЧ равной или больше заданной уставки по скорости должен сработать (замкнуть контакты) **раньше** К1 (на канале реле К3 задана функция ССЧ с уставками ССЧ, по частоте и времени пуска, времени возврата)

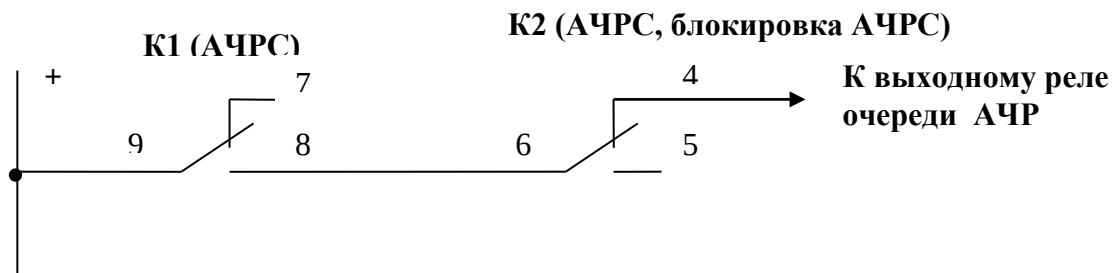
- канал К2 выполняет функцию блокировки АЧР1 - АЧРС при наличии ССЧ, равной или больше заданной уставки скорости, должен разомкнуть нормально-замкнутые контакты выходного реле раньше, чем срабатывает канал К3 и, следовательно, канал К1. Этим, при выбеге двигательной нагрузки, выполняется блокировка (запрет) выдачи сигнала на выходное реле очереди АЧР1 (на канале реле К2 задана функция ССЧ с уставками ССЧ, по частоте и времени пуска, времени возврата).

Последовательность срабатывания каналов К1, К2, К3 обеспечивается задаваемыми на них уставками частоты и времени срабатывания, уставками скорости снижения частоты.

Каналы реле К1, К2, К3 со своими контактами выходных реле в приведенной схеме выбраны произвольно, могут быть переставлены (все каналы реле идентичные), соответственно меняются номера контактов контактной колодки реле.

На рисунке Г.1 пунктиром указан выходной сигнал реализации дублирующего действия АЧР1-АЧРС без блокировки по выбегу двигательной нагрузки (схема реализована на двух каналах реле К1 и К3, канал К2 реле не использован).

1.2 Схема комплексного решения блокировки по АЧРС при выбеге двигательной нагрузки реализована на двух каналах реле УРЧ-3М-С (УРЧ-3М-С-02) и приведена на рисунке Г.2



где K1, K2 – выходные реле каналов реле;
 для внешнего соединения указаны номера контактов (4 - 9) контактной колодки реле, соответствующие нормально-разомкнутым и нормально-замкнутым контактам соответствующих выходных реле каналов

Рисунок Г.2 – Схема реализации комплексного решения блокировки по АЧРС при выбеге двигательной нагрузки

Последовательность срабатывания каналов K1, K2 определяется заданными на них значениями уставок по частоте и времени срабатывания, скорости снижения частоты.

2 Исходные данные для расчета функционирования схемы дублирующего действия АЧР1 - АЧРС

2.1 Централизованно заданные рабочие уставки частоты и времени срабатывания очередей АЧР1 данной энергосистемы.

2.2 Ориентировочно каждые 10 % дефицита активной мощности создают скорость снижения частоты (0,45 – 0,5) Гц/с.

2.3 Максимальные уставки ССЧ для АЧРС (с запасом) должны составлять от 1,2 до 1,7 Гц/с. Нижний предел ССЧ – (0,5 – 0,9) Гц/с. Для остродефицитных районов уставки скорости могут быть и более 2 Гц/с.

2.4 Уставки времени срабатывания для АЧРС должны быть (0,2 – 0,3) с. Меньшее значение уставки времени срабатывания для АЧРС (и для АЧР1) неприемлемо из-за возможной ложной работы при синхронных качаниях и т.п.

2.5 Уставки по частоте регулируемого возврата для АЧР1, как правило, на 0,1 Гц выше уставки частоты срабатывания, а уставки по времени регулируемого возврата – не менее 0,5 с. Для более полного срабатывания объемов в дефицитных районах, частота возврата несовмещенной АЧР2 на (0,2 – 0,3) Гц выше значения уставки частоты срабатывания.

В Стандарте ОАО «Системный оператор единой энергетической системы» «Технические правила организации в ЕЭС России автоматического ограничения снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности (автоматическая частотная разгрузка)», который внедрен в России с 2008 года, в разделе «Типовая структура настройки АЧР – ЧАПВ» подчеркнуто, что регулируемые уставки АЧР по частоте возврата для микропроцессорных реле должны составлять:

- 49,10 Гц в диапазоне уставок срабатывания 49,00 Гц и ниже;
- на +0,1 Гц выше уставки частоты срабатывания, если уставка частоты срабатывания выше 49,00 Гц.

2.6 Для отстройки действия (исключения влияния переходных процессов в энергосистемах) задаваемая частота пуска (уставка частоты срабатывания) по ССЧ (АЧРС) должна быть с запасом на (0,2 – 0,5) Гц выше расчетной уставки частоты пуска, но не выше 49,7 Гц, так как допустимое длительное отклонение частоты может быть (50,0 ± 0,2) Гц.

3 Методика расчета уставок реле для дублирующего действия АЧР1 - АЧРС

3.1 Исходными параметрами для расчета являются рабочие (нормативные) уставки частоты и времени срабатывания АЧР1, которые для схемы, приведенной на рисунке Г.1, задаются на канале K1 (задаваемая на канале функция АЧР).

3.2 На канале К3 задается функция ССЧ с уставкой времени срабатывания по скорости снижения частоты 0,2 с, уставка по скорости снижения частоты в основном до 2 Гц/с. Нижний предел уставки по скорости - (0,5 – 0,9) Гц/с.

3.3 Уставка частоты пуска АЧРС для канала К3 определяется из ССЧ = 2 Гц/с, при задании уставок ССЧ на канале от 0,5 до 2,0 Гц/с. За время 0,2 с при ССЧ = 2 Гц/с частота снизится на 0,4 Гц. Чтобы обеспечить упреждающее срабатывание АЧРС уставка пуска канала К3 должна быть равна 0,4 Гц + 0,2 Гц (запас) + уставка частоты срабатывания АЧР1 (задана на канале реле К1). Уставка частоты срабатывания АЧР1 на канале К1 + 0,4 Гц является значением расчетной уставки частоты пуска канала К3.

3.4 Уставка времени срабатывания по скорости снижения частоты (для блокировки АЧР1 и АЧРС) задается на канале К2 (функция ССЧ) равной 0,2 с. При выбеге двигательной нагрузки ССЧ составляет (2,5 – 5,0) Гц/с. Значение уставки по скорости снижения частоты в основном задается равным 2,5 Гц/с.

3.5 Уставка частоты пуска для блокировки АЧР1 и АЧРС на канале К2 определяется из ССЧ = 2,5 Гц/с. За время уставки по времени срабатывания 0,2 с при ССЧ = 2,5 Гц/с частота снизится на 0,5 Гц. Уставка частоты пуска (частоты срабатывания) будет составлять 0,5 Гц + 0,2 Гц (запас) + значение уставки частоты пуска АЧРС (канал К3).

Задаваемая уставка частоты пуска АЧРС канала К3 + 0,5 Гц является значением расчетной уставки частоты пуска канала К2.

3.6 Корректировка значений заданных уставок по ССЧ уточняется по результатам анализа эффективности их работы во время переходных процессов в энергосистемах.

3.7 Время возврата частоты (тв) обычно задается равным 0,5 с. Надо учитывать, что время возврата частоты должно быть не меньше времени восстановления частоты данной энергосистемы (времени возврата частоты после ее снижения к устойчивому значению частоты, равному значению уставки частоты возврата). Таким образом, в зависимости от характеристики конкретной энергосистемы уставки времени возврата (тв) могут быть больше 0,5 с.

4 Примеры расчета уставок

4.1 Расчет для схемы реализации комплексного решения отключения нагрузки дублирующим действием АЧР1 и АЧРС с блокированием при выбеге двигательной нагрузки на одном реле УРЧ-3М-С (УРЧ-3М-С-02), приведенной на рисунке Г.1, при централизованно заданной уставке АЧР1 $f_c = 48,0$ Гц, $t_c = 0,2$ с.

К1 – АЧР1 (функция канала АЧР):

$f_c = 48,0$ Гц, $t_c = 0,2$ с;

$f_v = 49,1$ Гц, $t_v = 0,5$ с;

$L = 0$ Гц/с (условие задания АЧР)

К3 – АЧРС (функция канала ССЧ):

$f_c = f_{\text{пуска}} = f_v = 48,6$ Гц ($48,0 + 0,4 + 0,2$);

$t_c = 0,2$ с;

$t_v = 0,5$ с;

$L = 1$ Гц/с (уставка ССЧ).

К началу отсчета уставки времени по АЧР1, АЧРС уже сработает (упреждение по скорости). Если скорость снижения частоты будет 1 Гц/с, то АЧРС сработает на частоте $48,6 - 0,2 = 48,4$ Гц, т.е. раньше АЧР1 (АЧР1 сработает на частоте $48,0 - 0,2 = 47,8$ Гц).

Канал К2 выполняет функцию блокировки АЧР1 - АЧРС от выбега двигательной нагрузки.

При скорости снижения частоты равной значению уставки ССЧ контакты выходного реле канала К2 должны разомкнуться раньше, чем замкнутся контакты выходных реле К1 и К3. При скорости снижения частоты 2,5 Гц/с (значение уставки ССЧ канала К2) частота снизится на 0,5 Гц за время 0,2 с.

Частота пуска К2 при $t_c = 0,2$ с должна быть не менее $48,6 + 0,5 = 49,1$ Гц ($48,6$ Гц – частота пуска АЧРС), выбираем с запасом равную 49,3 Гц.

К2 - блокировка АЧР1 – АЧРС (функция канала ССЧ):

$$f_c = f_{\text{пуска}} = f_v = 49,3 \text{ Гц } (48,6 + 0,5 + 0,2);$$

$$t_c = 0,2 \text{ с};$$

$$t_v = 0,5 \text{ с};$$

$$L = 2,5 \text{ Гц/с (уставка ССЧ)}.$$

4.2 Расчет для схемы реализации комплексного решения отключения нагрузки дублирующим действием АЧР1 и АЧРС с блокированием при выбеге двигательной нагрузки на одном реле УРЧ-3М-С (УРЧ-3М-С-02), приведенной на рисунке Г.1, при централизованно заданной уставке АЧР1 $f_c = 48,3 \text{ Гц}$, $t_c = 0,2 \text{ с}$, аналогичен расчету уставок по 4.1

К1 – АЧР1 (функция канала АЧР):

$$f_c = 48,3 \text{ Гц}, \quad t_c = 0,2 \text{ с};$$

$$f_v = 49,1 \text{ Гц}, \quad t_v = 0,5 \text{ с};$$

$$L = 0 \text{ Гц/с (условие задания АЧР)}.$$

К3 – АЧРС (функция канала ССЧ):

$$f_c = f_{\text{пуска}} = f_v = 48,9 \text{ Гц } (48,3 + 0,4 + 0,2);$$

$$t_c = 0,2 \text{ с};$$

$$t_v = 0,5 \text{ с};$$

$$L = 1 \text{ Гц/с}.$$

К2 - блокировка АЧР1 – АЧРС (функция канала ССЧ):

$$f_c = f_{\text{пуска}} = f_v = 49,6 \text{ Гц } (48,9 + 0,5 + 0,2);$$

$$t_c = 0,2 \text{ с};$$

$$t_v = 0,5 \text{ с};$$

$$L = 2,5 \text{ Гц/с}.$$

4.3 Расчет для схемы реализации комплексного решения отключения нагрузки дублирующим действием АЧР1 и АЧРС с блокированием при выбеге двигательной нагрузки на одном реле УРЧ-3М-С (УРЧ-3М-С-02), приведенной на рисунке Г.1, при централизованно заданной уставке АЧР1 $f_c = 48,6 \text{ Гц}$, $t_c = 0,2 \text{ с}$.

К1 – АЧР1 (функция канала АЧР):

$$f_c = 48,6 \text{ Гц}, \quad t_c = 0,2 \text{ с};$$

$$f_v = 49,1 \text{ Гц}, \quad t_v = 0,5 \text{ с};$$

$$L = 0 \text{ Гц/с}.$$

К3 – АЧРС (функция канала ССЧ):

$$f_c = f_{\text{пуска}} = f_v = 49,2 \text{ Гц } (48,6 + 0,4 + 0,2);$$

$$t_c = 0,2 \text{ с};$$

$$t_v = 0,5 \text{ с};$$

$$L = 1 \text{ Гц/с}.$$

К2 - блокировка АЧР1 – АЧРС (функция канала ССЧ):

$f_c = f_{\text{пуска}} = f_v = 49,7 \text{ Гц } (49,2 + 0,5)$, к расчетному значению f_c канала К2 не добавляем $0,2 \text{ Гц}$, так как частота $49,9 \text{ Гц}$ входит в допустимое значение отклонения частоты энергосистемы;

$$t_c = 0,2 \text{ с};$$

$$t_v = 0,5 \text{ с};$$

$$L = 2,5 \text{ Гц/с}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

Основные варианты применения реле УРЧ-3М-С-02

Реле УРЧ-3М-С-02 имеет основной вход контролируемого напряжения «F1» и резервный вход контролируемого напряжения «F2». Второй вход по напряжению от смежной секции «F2» служит для предотвращения неправильной работы быстродействующих очередей АЧР от обесточенной секции «F1» и для обеспечения дальнейшей работы АЧР от резервной секции, позволяющее осуществлять АВР цепей напряжения. При исчезновении или снижении контролируемого напряжения на основном входе меньше допустимого порогового уровня осуществляется автоматическое переключение функций контроля на второй вход контролируемого напряжения «F2», а при восстановлении напряжения на основном входе «F1» до значения выше порогового - автоматическое переключение на основной вход, при этом исключается ложное срабатывание каналов реле при переключении.

Нижние значения (уставки) контролируемого напряжения на входах «F1», «F2» задаются переключателями «F1», «F2» на панели управления реле:

- значение порогового напряжения $U_n = 40 \text{ В}$ (60 В) – для контролируемого напряжения на основном входе «F1»;
- значение нижнего предела контролируемого напряжения 30 В (50 В) – для контролируемого напряжения на резервном входе «F2» (напряжение блокировки).

Алгоритм работы реле УРЧ-3М-С-02 обеспечивает при снижении величины контролируемого напряжения на основном входе «F1» до значения меньше порогового, или при отключении контролируемого напряжения на основном входе, автоматическое переключение реле на контроль частоты по резервному входу «F2». **При переключении на резервный вход** сбрасываются все сработанные выходные реле каналов от сети «F1», **формируется дискретный сигнал АВР**. При снижении значения напряжения на резервном входе ниже нижнего предела работа реле блокируется, сбрасываются все сработанные выходные реле каналов. Контроль частоты от напряжения резервной сети возобновляется при повышении значения контролируемой сети на резервном входе выше нижнего предела.

После появления основного контролируемого напряжения с уровнем больше порогового, производится автоматическое переключение контроля частоты на основной вход, при переключении сбрасываются все сработанные выходные реле каналов от сети «F2», снимается дискретный сигнал АВР.

При снижении напряжения на основном (ниже порогового) и резервном (ниже нижнего предела) входах работа реле блокируется. Блокировка снимается при появлении на одном из входов контролируемого напряжения: более порогового на основном входе и более нижнего предела на резервном входе. Реле автоматически переключается на контроль частоты по входу, где уровень контролируемого напряжения достаточен для проведения контроля. При этом основной канал имеет приоритет.

Алгоритм работы реле УРЧ-3М-С-02 при различных значениях (уставок) нижнего предела контролируемого напряжения и порогового напряжения контролируемого напряжения на основном входе «F1» приведен в таблице Д.1.

Таблица Д.1 – Алгоритм работы реле при различных значениях уставок

Значение уставок напряжения на переключателях		Пределы изменения контролируемого напряжения на входах		Алгоритм работы реле
«F1»	«F2»	основной «F1», В	резервный «F2», В	
40	30	40 - 180	30 - 180	При снижении напряжения на входе «F1» до и ниже порогового 40 В реле автоматически переключается на контроль напряжения по входу «F2». При напряжении на «F2» ниже нижнего предела 30 В работа реле блокируется. При появлении на входе «F1» напряжения основной сети, значение которого больше порогового 40 В, реле автоматически переключается на контроль по входу «F1».
60	30	60 - 180	30 - 180	При снижении напряжения на входе «F1» до и ниже порогового 60 В реле автоматически переключается на контроль напряжения по входу «F2». При напряжении на «F2» ниже нижнего предела 30 В работа реле блокируется. При появлении на входе «F1» напряжения основной сети, значение которого больше порогового 60 В, реле автоматически переключается на контроль по входу «F1».
40	50	50 -180	50 -180	Реле работает по алгоритму реле УРЧ-3М-С, при этом контролируемое напряжение в пределах 50 – 180 В должно подаваться только на один из входов «F1» или «F2». Эти значения уставок недопустимы при использовании двух входов, так как при этом работа реле УРЧ-3М-С-02 в режиме автоматического переключения функций контроля напряжения с основного входа «F1» на резервный вход «F2» невозможна.
60	50	60 – 180	50 – 180	При снижении напряжения на входе «F1» до и ниже порогового 60 В реле автоматически переключается на контроль напряжения по входу «F2». При напряжении на «F2» ниже нижнего предела 50 В работа реле блокируется. При появлении на входе «F1» напряжения основной сети, значение которого больше порогового 60 В, реле автоматически переключается на контроль по входу «F1».

Реле УРЧ-3М-С-02 может применяться и для работы только от одной сети (основной или резервной), при этом реле функционирует как реле УРЧ-3М-С. Реле, независимо от того, к какому входу контролируемого напряжения подключено, имеет технические характеристики и функциональные возможности реле УРЧ-3М-С.

ВНИМАНИЕ! Пределы изменения контролируемого напряжения при этом, в зависимости от заданных переключателями «F1» и «F2» уставок нижних значений контролируемых напряжений, будут соответствовать данным таблицы Д.1 .

В реле УРЧ-3М-С-02 при выполнении функции автоматического переключения с основного входа на резервный вход не предусмотрена возможность объединения входа оперативной сети «Uоп» с входами контролируемой сети «F1» или «F2».

При объединении входа оперативной сети «Uоп» с одним из входов контролируемой сети «F1» или «F2», реле можно использовать только для работы от одной контролируемой сети (которая объединена с входом оперативного напряжения), при этом реле функционирует как реле УРЧ-3М-С, при этом пределы изменения напряжения контролируемой сети от 60 до 180 В.

Таблица рекомендуемых замен реле

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РЧ-1, РЧ-2, РСГ-11	УРЧ-ЗМ

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
Миком Р121, 122, 123 УЗА АТ; МРЗС	РЗЛ-01

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РТ-80, РС-80М2	РЗЛ-03

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
2 РВМ	РВЦ-03-2
ВЛ-34, ВЛ-56	ВЛ-81
ВЛ-36	ВЛ-59
ВЛ-40, ВЛ-41	ВЛ-65, ВЛ-78А, ВЛ-78М, ВЛ-164
ВЛ-43...ВЛ-49	ВЛ-64...ВЛ-69
ВЛ-56	ВЛ-81
ВС-10	ВС-43
РВ 01	ВЛ-69, ВЛ-76М
РВ 03	ВЛ-79М ВЛ-101А ВЛ-103
РВ 03 + РН 54	ВЛ-103А
РВ 112, ЭВ 112 РВ 128, ЭВ 128	ВЛ-100А
РВ 130	ВЛ-64
РВ 113, ЭВ 113, РВ 123, ЭВ 123, РВ 127, ЭВ 127, РВ 133, ЭВ 133, РВ 143, ЭВ 143	ВЛ-102, ВЛ-73А, ВЛ-73М
РВ 114, РВ 124, РВ 134, РВ 144	ВЛ-102, ВЛ-73М
РВ 132, ЭВ 132, РВ 142, ЭВ 142	ВЛ-100А
РВ 15	ВЛ-81

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РВ 19, РВ 215, РВ 225, РВ 235, РВ 245 РВ 217, РВ 227, РВ 237, РВ 247 РВ 218, РВ 228, РВ 238, РВ 248 РВМ 12, РВМ 13 РВ 12, РВ 13, РВ 14 РВП 72-3121, РКВ 11-33-11, РКВ 11-43-11, РСВ 18-11, РСВ 19-11 РВП 72-3221, РКВ 11-33-12, РКВ 11-43-12, РСВ 18-12, 19-12 РВП 72-3122, РКВ 11-33-21, РКВ 11-43-21, РСВ 19-31 РВТ 1200 РПВ 01 РПВ 58, 69Т РРВП-1	ВЛ-101А ВЛ-102, ВЛ-73М ВЛ-100А ВЛ-64, ВЛ-66, ВЛ-68, ВЛ-69, ВЛ-76А, ВЛ-76М, ВЛ-161, ВЛ-162 ВЛ-73А, ВЛ-73М, ВЛ-102 ВЛ-54, ВЛ-75А, ВЛ-75М, ВЛ-161 ВС-43 ВЛ-108 РВЦ-03

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РСВ 01-1	ВЛ-68, ВЛ-76М
РСВ 01-3	ВЛ-81, ВС-43
РСВ 01-4	ВЛ-76М
РСВ 01-5	ВЛ-65
РСВ 13	ВЛ-104
РСВ 14	ВЛ-101А
РСВ 15-1, РСВ 15М-1 РСВ 16-1, РСВ 16М-1	ВЛ-64, ВЛ-66, ВЛ-68, ВЛ-69, ВЛ-161, ВЛ-162
РСВ 15-2, РСВ 15М-2 РСВ 16-2, РСВ 16М-2	ВЛ-73А, ВЛ-73М, ВЛ-102
РСВ 15-3	ВЛ-65, ВЛ-78М, ВЛ-164
РСВ 15-4, РСВ 15М-4 РСВ 16-4, РСВ 16М-4	ВЛ-67
РСВ 15-5	ВЛ-75М
РСВ 16-3	ВЛ-59, ВЛ-159М
РСВ 17-3	ВЛ-81
РСВ 17-4	ВС-43-3
РСВ 18-13	ВЛ-100А
РСВ 18-23, РСВ 19	ВЛ-101А
РСВ 160	ВЛ-65, ВЛ-78А, ВЛ-78М, ВЛ-164
РСВ 260	ВЛ-100А
РСВ 255	ВЛ-101А
ТПТ	ВЛ-159

РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РСН 12	НЛ-8, НЛ-18-1
РСН 14, РСН 15, РСН 50-2	НЛ-4
РСН 16, РСН 17, РН-58	НЛ-5

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РН 53, РН 153, РН 73, РСН-12 РСН 50-1, РСН 50-6, ЭН 524, ЭН 526	НЛ-6, НЛ-6А, НЛ-8, НЛ-18-1, НЛ-19

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РН 54, РН 154, РСН 18, РСН 50-4, РСН 50-7, ЭН 528, ЭН 529 РН 54 и РВ 03	НЛ-7, НЛ-7А, НЛ-8, НЛ-18-2 ВЛ-103А

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
ПЭ 6, ПЭ-36, ПЭ-37	РЭП-20
РП 8, РП 9 РП 11, РП 12	ПЭ-46
МКУ 48, ПЭ-21 РПУ2-36 РП 16-1	ПЭ-40
РП 16-2, -3, -4	ПЭ-42
РП 16-5, 7	ПЭ-40
РП 17-1	ПЭ-41
РП 17-2, -3	ПЭ-43

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РП 17-4, -5 РП 18-1, -2, -3 РП 18-4, -5, -6, -7 РП 18-8, -9, -0 РП 20 РП 21М РП 23, РП 25 РП 221, 222, 225 РП 232, 233, 254	ПЭ-41 ПЭ-44 ПЭ-45 ПЭ-45 РЭП-20 РЭП-21 ПЭ-40 ПЭ-41 ПЭ-42

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РП 252	ПЭ-45
РП 255	ПЭ-42
РП 256	ПЭ-45
РП 258	ПЭ-44
РПТ 100	РЭП-20
РЭП 25	ПЭ-40, ПЭ-42
РЭП 36	ПЭ-40, ПЭ-42
РЭП 37	ПЭ-44, ПЭ-45
РЭП 38Д	ПЭ-46
РЭП 96	ПЭ-44, ПЭ-45

РЕЛЕ КОНТРОЛЯ ФАЗ

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РОФ-11, -12, -13	ЕЛ-11, -12, -13
ЕЛ-8, ЕЛ-10	ЕЛ-11
РСН-25М	ЕЛ-11
РСН-26М	ЕЛ-12
РСН-27М	ЕЛ-13

РЕЛЕ ТОКА

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
РСТ 11, РСТ 13, РСТ 40-1 РТЗ 51	АЛ-1 АЛ-4

РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЯ

Заменяемое реле	РЕЛСиС®
УЗОТЭ-2У, РЭЗЭ-6, РЭЗЭ-7, РЗД-1, РЗД-3М, РЗДУ, УБЗ-301, ТК	РДЦ-01

**Таблица рекомендуемых замен реле и устройств для энергетики
на изделия производства РЕЛСiC**

УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

РЕЛСiC™	Заменяемые аналоги
РЗЛ-01.01	УЗА-10А.2, РМ100, МРЗС-05М, SIPROTEC 7SY61, Sepam 100+, Micom 121,122,123, PT80, PT90
РЗЛ-01.02	УЗА-10А.2, МРЗС-05М
РЗЛ-01.03	УЗА-10А.2, УЗА-АТ
РЗЛ-03.100	РС80М2-1...8, РС80М2М-1...8, УЗА-АТ, 2 реле РТ80, РТ90, 2 реле РС80М-1...5
РЗЛ-03.200	УЗА-АТ, РС80М2-19...21
РЗЛ-03.300	УЗА-АТ, РС80М2-11...14, РС80М2М-11...14, , 2 реле РС80М-6
УРЧ-ЗМ, УРЧ-ЗМ-С	По 3 реле (РЧ-1, РЧ-2, РЧ-3, РСГ-11), SPAF 340
БШД-01	Два РП-341 или два РП-361

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Одноцепные реле		Многоцепные реле		Реле АПВ, суточные программные	
РЕЛСiC™	Заменяемые реле	РЕЛСiC™	Заменяемые реле	РЕЛСiC™	Заменяемые реле
ВЛ-69, ВЛ-76М	PB113, PB127 PB133 PB143, ЭВ113 ЭВ123, ЭВ13, ЭВ143, РВ-01 PCB18-11, PCB16-2	ВЛ-103 ВЛ-79М	PB 03	ВЛ -101А	PB215, PB225, PB235, PB245, PCB255, PCB 18-23
ВЛ-102, ВЛ-102А ВЛ-73М	PB114, PB124, PB134, PB144 PB217, PB227 PB 247 ЭВ114, ЭВ124, ЭВ134, ЭВ144, ЭВ217, ЭВ227, ЭВ 247 PCB18-12, PCB-16М-2	ВЛ-103А	PB 03 + РН 54	ВЛ-104, ВЛ-104А	PBM-12, PBM- 13, PCB 13
		ВЛ-68 ВЛ-76М	PCB 01-1, PCB16-2	ВЛ-108	РПВ-01, РВП58
		ВЛ-81 ВЛ-82	ВЛ-56, PCB17 PCB-01-3, BC-10-3	РВЦ-03	РРВП-1, 2РВМ
		ВЛ-100А	PB112, PB128, PB132, PB142, PB218, PB228, PB238, PB248, PCB 18-13, PCB 14, PCB 160, PCB 260	ВЛ-83	2РВМ 3 реле PCB 15-3 3 реле PCB 01-5

РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ

РЕЛСiC™	Заменяемые реле	РЕЛСiC™	Заменяемые реле	РЕЛСiC™	Заменяемые реле
НЛ-4	РСН 14, РСН 15 РСН 50-2	НЛ-6, НЛ6А НЛ6А-1	РН 53, РН153, РСН 50-1 РН-53-60/Д	НЛ18-1	РСН50-6
НЛ-5	РСН 16, РСН 17 РСН 50-4	НЛ-7, НЛ7А	РН 54, РН154 РСН50-4	НЛ-18-2	РСН 50-7
НЛ-8, НЛ-8А	РСН12, РСН50-6	НЛ-8	РСН 18, РСН 50-7	НЛ-9 НЛ-9А, НЛ-19	РН53+ РН54 РСН50-6 + РСН 50-7

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ

РЕЛСiC™	Заменяемые реле
ПЭ-40, ПЭ-40А	РП23, РП25, РП 16-1, 5, 6, 7, РП16-1М, -7М, РЭП36-11, РЭП36-21, РЭП-36
ПЭ-41	РП 17-1,РП17-4, РП 17-5, РП221, РП222 РП225, РЭП37-13
ПЭ-42	РП 16-2, РП 16-3, РП 16-4, РЭП36-12, РЭП36-13, РЭП36-14, РП255, РП232
ПЭ-43	РП 17-2, РП 17-3
ПЭ-44	РП 18-1, РП 18-2, РП 18-3 , РЭП37-111,РЭП37-112, РЭП37-113, РП 251, РП 253, РЭП96
ПЭ-45	РП 254, РП256, РП 18-4, РП 18-5, РП 18-6, РП 18-7, РП 18-8, РП 18-9, РП 18-0 , РП18М РЭП37-121, РЭП37-221
ПЭ-46, ПЭ-46А	РП-11, РП-12, РП-11М,-12М, РЭП38Д

РЕЛЕ ТОКА

РЕЛСiC™	Заменяемые реле
АЛ-1	РСТ11, РСТ13, РСТ40-1, РСТ11М
АЛ-2	РТ40, РТ140, РСТ40-3, РС40М
АЛ-3В	РС40М2, РС40М2 + РВ, 2 реле РТ40, РТ140, РСТ40-3, РСТ40-3 +РВ
АЛ-4, АЛ-4-1 АЛ-4-2	РЗТ51, РТ3 51.01 РЗТ51+ РВ, РСТ40-1В
АЛ-5	2 реле РТ-81, РТ-82, РТ-83, РТ-84, РТ-91, РТ-92, РС80М2М-1...17

