

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ПРИ ОТКАЗЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ УРОВ – способ отключения поврежденного элемента электроустановки от остальной, неповрежденной, части электрической системы (электроустановки), с помощью выключателей, смежных с отказавшим.

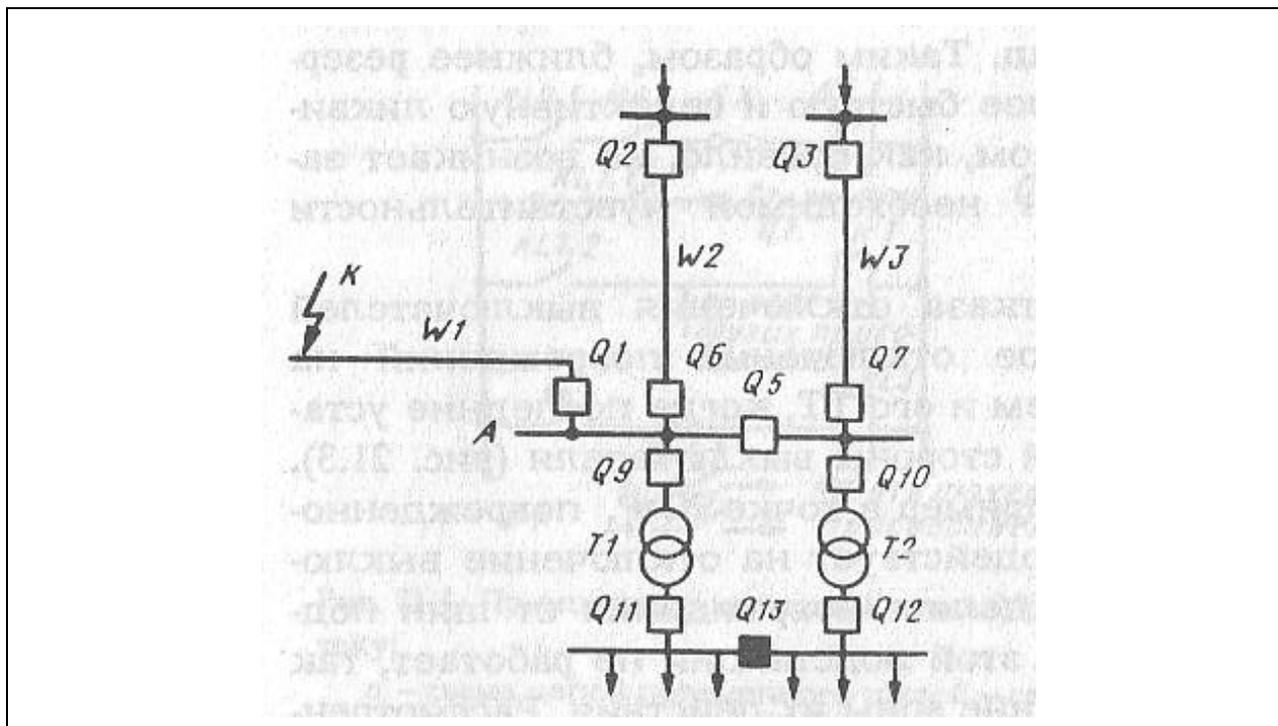


Рис. 1 Резервирование при отказе выключателя по [1]

Принцип резервирования при отказе выключателей в [1] пояснён так: «При КЗ на линии $W1$ (рис. 1) в случае отказа выключателя $Q1$ УРОВ¹ отключит выключатели $Q5$, $Q6$ и $Q9$, отделяя тем самым место повреждения от неповрежденной части энергосистемы».

Не смотря на то, что в ПУЭ ([2], п. 3.2.18) использовано словосочетание «устройство резервирования при отказе выключателей (УРОВ)», в практике широкое распространение получил термин «резервирование отказов выключателя» [1, с. 765] и соответствующая ему аббревиатура **УРОВ**.

Данный термин нельзя признать удачным, ведь из его буквального значения следует, что резервируются **отказы**, т.е. предпринимаются некоторые действия по повторению отказов.

Косвенно неудачность данного термина подтверждается тем, что глава 21 в книге [1] названа «Резервирование действия релейных защит и выключателей».

Поэтому было бы правильным данную функцию называть «резервирование при отказе выключателя» (ср., например с [1], с. 767), сохранив широко распространённую аббревиатуру **УРОВ** для краткого её обозначения.

В устройствах иностранных производителей используется термин «Защита от отказов выключателя»² (код ANSI 50 BF), определяемая как «резервная защита, дающая команду на отключение выключателей со стороны источника питания или смежных выключателей в случае неотключения основного, обнаруживаемого с помощью измерения сквозного тока после выдачи команды на отключение».

¹ Точнее – сигнал **УРОВ**

² Breaker fail (failure) protection

Нельзя не обратить внимания на то, что, что отдельного **устройства** резервирования при отказах выключателя не существовало, а для выполнения функции резервирования применялись различные релейные схемы [4].

Хотя в ПУЭ [2] функция **УРОВ** рассмотрена в главе 3.2 Релейная защита, но вопрос отнесения этой функции к **защите** или **автоматике** вызвал бурные споры на форуме [5].

Суть функции **УРОВ** заключается в проверке выполнения определенных логических условий и принятие решения на основе результатов этой проверки.

В системах защит, построенных с применением устройств ЦРЗА различают два сигнала – сигнал **УРОВд**, который передается устройством ЦРЗА на смежный выключатель, и сигнал **УРОВп**, по которому данное устройство ЦРЗА должно отключить свой выключатель.

В современных устройствах ЦРЗА можно встретить два варианта алгоритмов формирования сигнала **УРОВ д**:

- без контроля фактического положения (включен или выключен) выключателя и протекающего через него тока (рис. 2);
- с контролем фактического положения (включен или выключен) выключателя и протекающего через него тока (рис. 3).

В первой схеме (рис. 2) выходной сигнал **УРОВд** формируется при сраба-

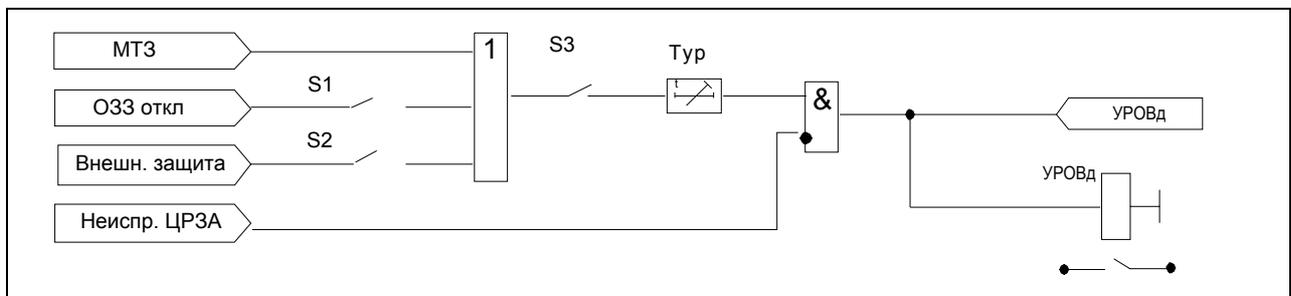


Рис. 2 Алгоритм формирования сигнала **УРОВд** без контроля тока через выключатель

тывании защиты, например максимальной токовой защиты **МТЗ**, а также других защит, в том числе внешних, по отношению к данному устройству ЦРЗА с выдержкой времени **Туп** после получения команды на отключение выключателя (в схеме на рис. 2 это сигнал **МТЗ**). В схеме алгоритма предусмотрены программные ключи **S1**, **S2**, позволяющие изменить условия формирования сигнала, но сигнал, запускающий алгоритм (в схеме на рис. 2 это сигнал **МТЗ**) не может быть исключен из этого алгоритма. Для выключения алгоритма предусмотрен ключ **S3**.

Использование алгоритма формирования сигнала **УРОВд** без контроля тока является прямым повторением схем на электромеханических реле, когда получение дополнительного токового сигнала требовало затрат на установку по крайней мере ещё одного реле – реле тока.

Недостатком такой схемы является то, что при снижении тока до значения, при котором происходит возврат пускового органа, сигнал **УРОВд** исчезает, независимо от фактического положения выключателя.

В устройствах ЦРЗА получение информации о токе, протекающем через выключатель, не требует дополнительных материальных затрат, поэтому наибольшее распространение получили алгоритмы **УРОВд**, в которых используется информация о значении тока. На схеме (рис. 3) условно показан один токовый сигнал. В действительности же контролируют ток всех трёх фаз, выбирают наибольшее значение из трёх и подают это значение на вход порогового элемента, контролирующего минимальное значение тока **Имин** (см. ниже рис. 5).

Сигнал **УРОВд** снимается при уменьшении тока через выключатель либо ниже фиксированного значения, либо ниже задаваемой пользователем уставки (табл.1).

В алгоритме, показанном на рис. 3 предусмотрен контроль положения выключателя по сигналам реле-повторителя РПО. Используются также команда на отключение выключателя «ВВ отключить» и информация о невыполнении этой команды (см. сигнал «Отказ отключения ВВ»).

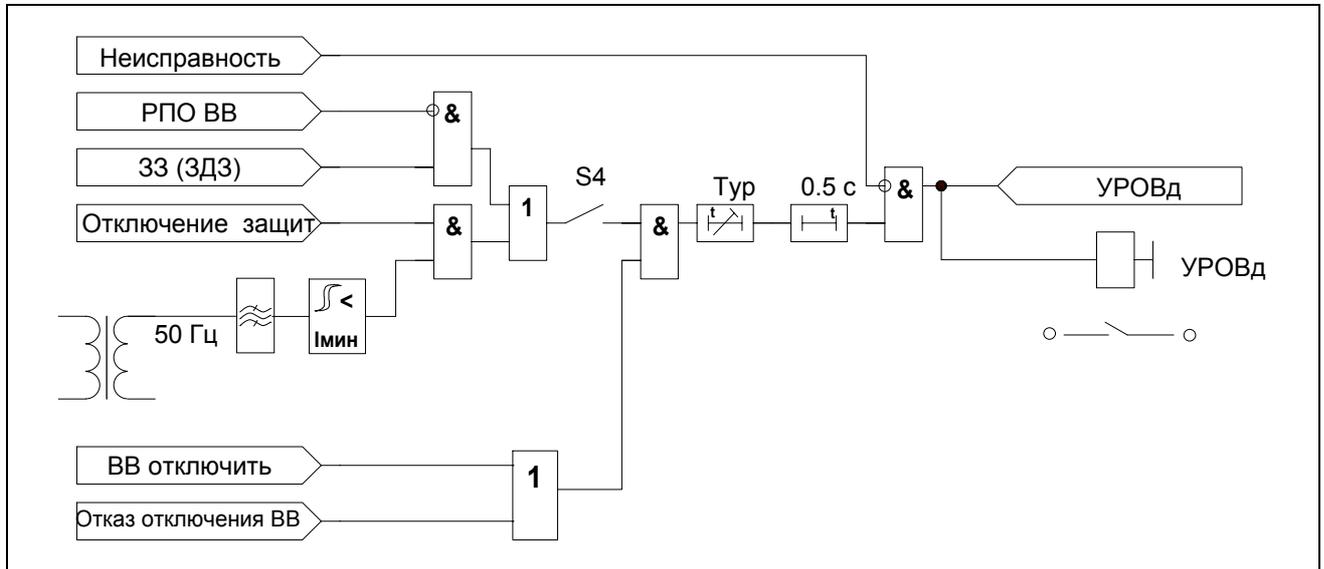


Рис. 3 Алгоритм формирования сигнала **УРОВд** с контролем тока через выключатель

Для исключения формирования ложных сигналов **УРОВд** в алгоритме должно быть предусмотрено блокирование по сигналу «Неисправность» устройства ЦРЗА

В связи с тем, что сигнал **УРОВп**, поступающий на дискретный вход устройства ЦРЗА, должен действовать непосредственно на отключение выключателя без выдержки времени, схема алгоритма предельно проста (рис. 4).

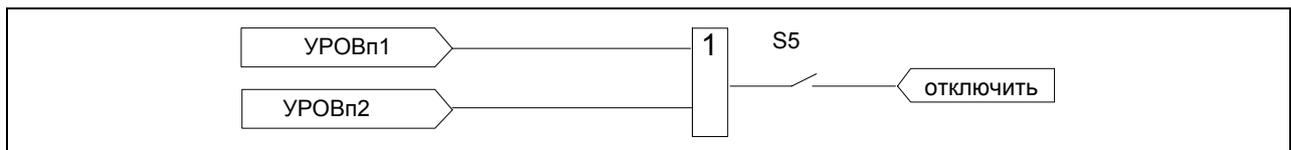
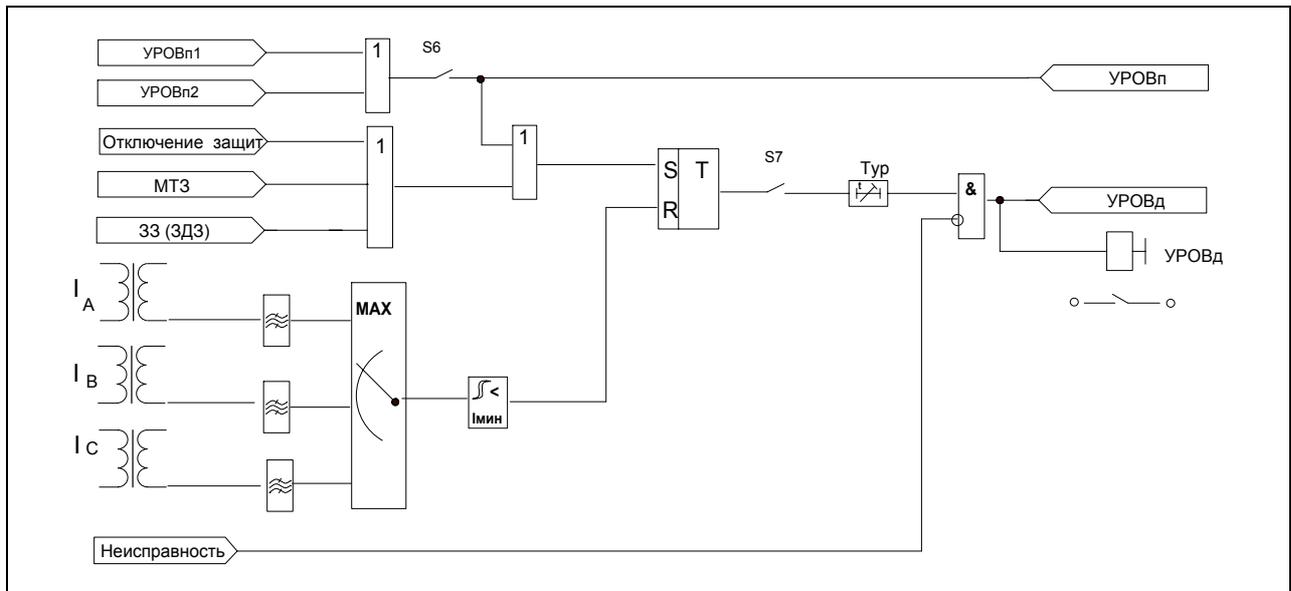


Рис. 4. Алгоритм формирования сигнала на отключение выключателя при получении сигнала **УРОВп** от внешнего устройства ЦРЗА

Программный ключ $S5$ в этой схеме предусмотрен для отключения алгоритма.

В большинстве современных устройств ЦРЗА предусмотрены оба алгоритма – **УРОВд** и **УРОВп**, выбор которых осуществляет пользователь с помощью соответствующих программных ключей $S6$ и $S7$ (рис. 5).

Рис. 5 Алгоритм формирования сигналов **УРОВн** и **УРОВд**

На рис. 6 показана структурная схема главных цепей подстанции с двумя вводами (выключатели $QA1$ и $QA2$, устройства ЦРЗА $A1$ и $A3$), секционным выключателем $QA2$ (устройство ЦРЗА $A2$), четырьмя отходящими фидерами $\Phi1 - \Phi4$ (выключатели $QF1, QF2, QF3$ и $QF4$, устройства ЦРЗА $A4 - A6$).

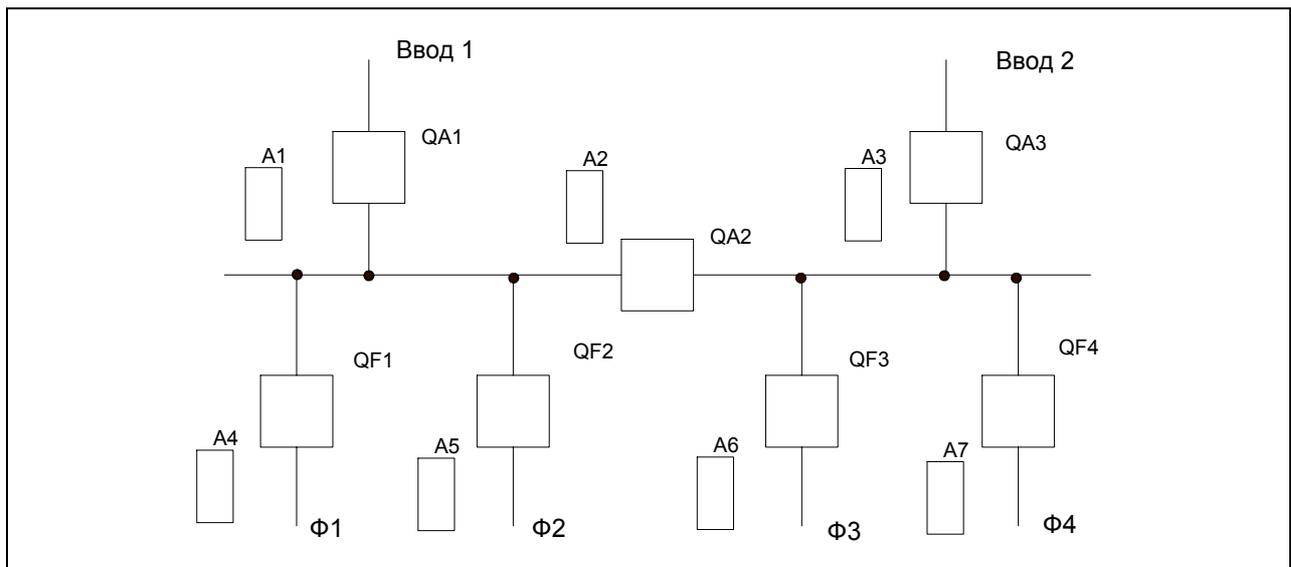


Рис. 6. Главные цепи и устройства ЦРЗА

Организация цепей **УРОВ** для данной подстанции иллюстрирует рис. 7.

При отказе выключателя $QA2$ резервирование осуществляется отключением выключателей $QA1$ (Ввод1) по сигналу **УРОВд1** и $QA3$ (Ввод2) по сигналу **УРОВд2** без выдержки времени. Названные сигналы формируются устройством $A2$, контролирующим и управляющим выключателем $QA2$. Выдержка времени для этих сигналов задаётся при настройке устройств ЦРЗА (табл. 1).

Сигналы **УРОВд** от устройств $A1$ и $A3$ управляют работой смежных с $QA1$ и $QA2$ выключателей.

Резервирование действия выключателей $QF1 - QF4$ осуществляется по сигналам **УРОВд** $A4 - A6$, поступающих на входы **УРОВн** устройств $A1, A2$ и $A3$, которые отключают соответствующие выключатели без выдержки времени.

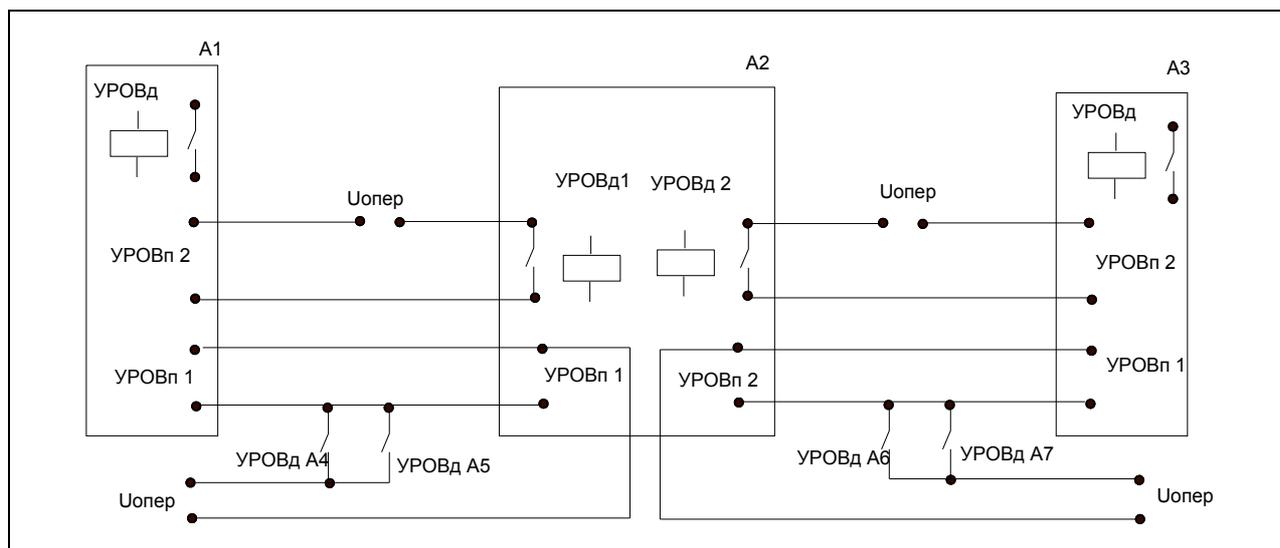


Рис. 7 Организация цепей **УРОВ** для подстанции, показанной рис. 6

Возможна и другая организация цепей **УРОВ**, когда сигналы **УРОВд** от разных устройств ЦРЗА поступают на вход **УРОВп** одного и того же устройства (рис. 8)³.

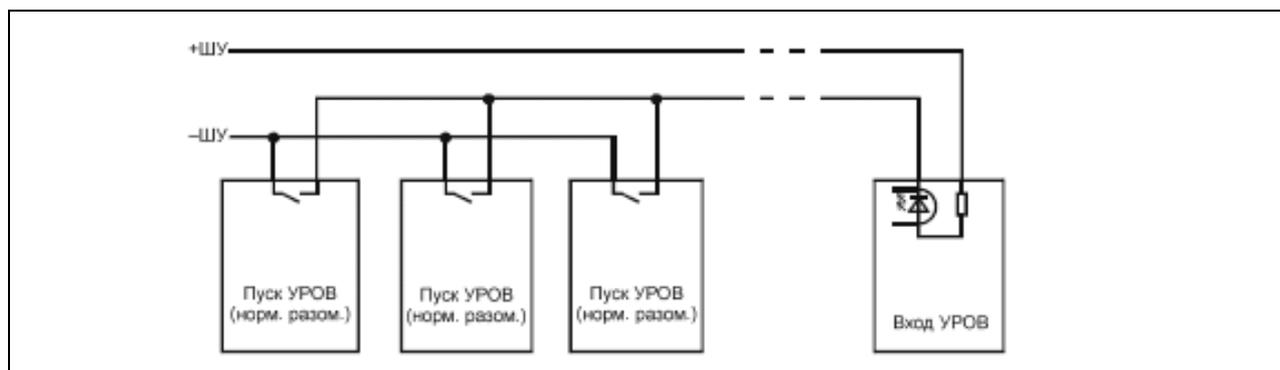


Рис. 8 Пример организации цепей **УРОВ** по [3]
+ШУ, - ШУ – шинки **УРОВ**

1. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1998, 800 с

2. Правила устройства электроустановок. М.: Главгосэнергонадзор России, 1998, 608 с.

3. Устройство микропроцессорной защиты «Сириус-2-Л». Техническое описание, инструкция по эксплуатации, паспорт.

4. <http://www.webboard.ru/mes.php?id=20682358&fs=30&ord=0&board=4121&lst=&arhv=>

5. Таубес И.Р. Устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ) в сетях 110-220 кВ. М.: Энергоатомиздат, 1988.- 88с.

³ Контакт «Пуск УРОВ» соответствует сигналу **УРОВд**, оптрон «Вход УРОВ» – входам **УРОВп** на рис.2 – 7.

Таблица 1. Сравнительные характеристики **УРОВ**

Параметр	БМРЗ	Сириус	Sepam 1000+
1 Уставки по времени $T_{ур}$, с	0,05-2,00		0,05 – 30,00
2 Уставка реле минимального тока, I мин,	(0,20-2,00) А	0,20 А	(0,2-2.0) I ном
2 Дискретность задания уставок:			
$T_{ур}$, с	0,01	0,01	0,1
I мин, А	0,01	-	0,1
3 Основная погрешность срабатывания по:			
времени, при выдержка более 1 с, от уставки, %	± 2	± 3	
выдержка менее 1 с, мс, не более:	± 25		
току, %	± 4,0		± 1,0