

***Технические  
характеристики  
Дифференциальная токовая  
защита линии  
MiCOM P541, P542, P543, P544,  
P545, P546***

***P54x RU/TD H53***



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. БАЗОВЫЕ УСЛОВИЯ</b> .....	<b>9</b>
<b>2. ФУНКЦИИ ЗАЩИТЫ</b> .....	<b>10</b>
2.1 Дифференциальная токовая защита.....	10
2.1.1 Уставки дифференциальной токовой защиты с торможением.....	10
2.1.2 Грубая уставка дифференциального тока (P541 и P542) .....	10
2.1.3 Выдержки времени срабатывания и возврата дифференциальной защиты10	
2.1.4 Инверсно-зависимая характеристика (IDMT) .....	10
2.1.5 Уставка компенсации емкостного тока кабеля (P543, P544, P545 и P546)...	12
2.1.6 Уставка компенсации сдвига фаз (P541 и P424).....	12
2.1.7 Уставка компенсации разницы Ктт.....	13
2.1.8 Точность .....	13
2.2 Трехфазная ненаправленная/направленная МТЗ.....	13
2.2.1 Диапазоны регулирования уставок .....	13
2.2.2 Выдержки времени на срабатывание .....	13
2.2.3 Точность .....	16
2.2.4 Инверсно зависимые характеристики IEC (МЭК).....	17
2.2.5 Инверсно зависимые характеристики ANSI/IEEE .....	18
2.3 Защита от замыканий на землю.....	19
2.3.1 Диапазон регулирования уставок.....	19
2.3.2 Выдержки времени срабатывания ЗНЗ и ЧЗНЗ.....	19
2.3.3 Уставки ЧЗНЗ при выборе ваттметрической защиты (по мощности нулевой последовательности) - P543, P544, P545 и P546 .....	19
2.3.4 Точность .....	20
2.4 Защита минимального тока .....	21
2.4.1 Диапазон регулирования уставок.....	21
2.4.2 Точность .....	21
2.5 Защита при обрыве провода .....	21
2.5.1 Диапазон регулирования уставок.....	21
2.5.2 Точность .....	21
2.6 Изменение тока и времени срабатывания при изменении параметров сети...22	
2.6.1 Точность .....	22
2.7 Защита от теплового перегруза .....	22
2.7.1 Диапазон регулирования уставок.....	22
2.7.2 Точность .....	22
2.8 Дистанционная защита (P543, P544, P545 и P546) .....	22

2.8.1	Диапазоны регулирования уставок .....	22
2.8.2	Точность .....	23
2.9	Защита ошиновки (P544 и P546) .....	23
2.9.1	Точность .....	23
2.10	Прямое телеотключения и передача команд между реле .....	23
2.11	Разрешающее телеотключение .....	24
2.11.1	Диапазон регулирования уставки .....	24
2.11.2	Точность .....	24
2.12	Выходные реле для однополюсного отключения (P543, P544, P545 и P546) ..	24
2.12.1	Характеристика .....	24
2.13	Канал связи защиты, двойное резервирование, неисправность канала, контроль времени прохождения сигнала и статистика нарушений связи.....	24
2.13.1	Диапазоны регулирования уставок .....	24
2.13.2	Точность .....	25
2.14	Совместимость с внешними интерфейсами .....	25
2.14.1	Устройства преобразования оптического интерфейса в электрический серии P590 .....	25
2.14.2	Блок синхронизации времени P594 по сигналам системы GPS .....	25
<b>3.</b>	<b>ФУНКЦИИ КОНТРОЛЯ .....</b>	<b>26</b>
3.1	Контроль исправности цепей трансформатора напряжения (P543, P544, P545 и P546) .....	26
3.1.1	Уставки .....	26
3.1.2	Точность .....	26
3.2	Программируемая логическая схема .....	26
3.2.1	Уставки .....	26
3.2.2	Точность .....	26
<b>4.</b>	<b>УПРАВЛЕНИЕ .....</b>	<b>27</b>
4.1	АПВ (P542, P543 и P545).....	27
4.1.1	Уставки .....	27
4.1.2	Точность .....	27
4.2	Выбор группы уставок .....	27
4.2.1	Уставки .....	27
4.2.2	Характеристики функции.....	27
4.3	Изменение конфигурации/запрет дифференциальной токовой защиты .....	28
4.3.1	Характеристики функции.....	28
<b>5.</b>	<b>ФУНКЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ .....</b>	<b>28</b>
5.1	Измерения .....	28

5.2	Интерфейс IRIG-B и часы реального времени.....	29
5.2.1	Функции .....	29
5.2.2	Характеристики.....	29
<b>6.</b>	<b>ПОСЛЕАВАРИЙНЫЙ АНАЛИЗ .....</b>	<b>30</b>
6.1	Регистратор аварий.....	30
6.1.1	Функциональные возможности .....	30
6.1.2	Характеристики работы.....	30
6.2	Регистрация переходных режимов (осциллограф).....	31
6.2.1	Уставки .....	31
6.2.2	Точность .....	31
6.3	Определение места повреждения (P543, P544, P545 и P546) .....	31
6.3.1	Уставки .....	31
6.3.2	Точность .....	31
<b>7.</b>	<b>МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПС.....</b>	<b>32</b>
7.1	Мониторинг статуса и контроль технического состояния выключателя .....	32
7.1.1	Уставки .....	32
7.1.2	Точность .....	32
7.2	УРОВ.....	32
7.2.1	Уставки .....	32
7.2.2	Точность .....	32
<b>8.</b>	<b>ЛОКАЛЬНАЯ И ДИСТАЦИОННАЯ СВЯЗЬ С РЕЛЕ .....</b>	<b>33</b>
8.1	Передний порт .....	33
8.2	Задний порт связи 1 (RP1).....	33
8.2.1	Характеристики.....	34
8.3	Задний порт связи 2 (RP2).....	34
8.4	Ethernet связь (P543, P544, P545 и P546).....	34
<b>9.</b>	<b>ДИАГНОСТИКА .....</b>	<b>36</b>
9.1	Функциональные возможности .....	36
9.2	Технические характеристики .....	36
<b>10.</b>	<b>НОМИНАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ .....</b>	<b>36</b>
10.1	Номинальные данные .....	36
10.1.1	Входы переменного тока (все реле серии P540) .....	36
10.1.2	Входы переменного напряжения (все реле серии P540) .....	37
10.1.3	Напряжение питания (все реле серии P540 и P594) .....	37
10.1.4	Универсальные логические входы (реле серии P540) .....	38
10.1.5	Контакты выходных реле (серия P540).....	38

10.1.6	Встроенный источник напряжения (реле серии P540).....	39
10.2	Потребление .....	39
10.2.1	Цепи тока (серия P540) .....	39
10.2.2	Цепи напряжения (серия P540) .....	39
10.2.3	Цепи питания.....	39
10.2.4	Логические входы (серия P540).....	39
10.2.5	Опто изолированные входы.....	39
<b>11.</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСФОРМАТОРАМ ТОКА (СЕРИЯ P540).....</b>	<b>40</b>
11.1	Дифференциальная токовая защита .....	40
11.2	Защита от замыканий на землю .....	40
<b>12.</b>	<b>ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ (P540 И P594) .....</b>	<b>41</b>
12.1	Диэлектрическая прочность изоляции, стойкость к импульсному воздействию, сопротивление изоляции и требования ANSI к высоковольтным испытаниям .....	41
12.1.1	Импульс высокого напряжения.....	41
12.1.2	Диэлектрическая прочность .....	41
12.1.3	Высоковольтные испытания по стандартам ANSI .....	41
12.1.4	Сопротивление изоляции.....	41
<b>13.</b>	<b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ .....</b>	<b>42</b>
13.1	Критерии оценки .....	42
13.1.1	Класс А.....	42
13.1.2	Класс В.....	42
13.1.3	Класс С .....	42
13.2	Напряжение питания, перерывы питания и т.п. ....	43
13.2.1	Перерыв питания напряжения постоянного оперативного тока .....	43
13.2.2	Колебания напряжения постоянного оперативного тока.....	43
13.3	Провалы и перерывы переменного напряжения питания .....	43
13.3.1	Кратковременные перерывы напряжения питания от источника переменного оперативного тока .....	43
13.3.2	Кратковременные провалы напряжения питания от источника переменного оперативного тока .....	44
13.4	Высокочастотные возмущения.....	44
13.5	Кондуктивное и радиоизлучение (P540 и GPS приемник P594) .....	45
13.5.1	Кондуктивное излучение .....	45
13.5.2	Радиочастотное излучение.....	45
13.6	Защищенность от кондуктивного и радиоактивного излучения.....	45
13.6.1	Защищенность от кондуктивных излучений .....	45
13.6.2	Защищенность от радиоизлучений .....	45

13.6.3	Защищенность от излучений цифровых радиотелефонов .....	45
13.7	Электростатический разряд (P540 и GPS приемник P594).....	45
13.8	Пики напряжения (P540 и GPS приемник P594) .....	46
13.9	Помехи промышленной частоты (P540 и приемник GPS P594) .....	46
13.10	Стойкость к перенапряжениям (P540 и приемник GPS P594) .....	46
13.11	Стойкость к радиоизлучениям (P540 и приемник GPS P594).....	47
13.12	Электромагнитное поле промышленной частоты (P540 и приемник GPS P594) 47	
13.13	Стойкость к импульсу электромагнитного поля (P540 и приемник GPS P594) 47	
13.14	Стойкость к затухающему электромагнитному полю .....	47
13.15	Стойкость к колебательным воздействиям (серия реле P540) .....	47
<b>14.</b>	<b>ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ АТМОСФЕРЫ .....</b>	<b>48</b>
14.1	Температура (реле серии P540 и приемник GPS P594).....	48
14.2	Влажность (реле серии P540 и приемник GPS P594).....	48
14.3	Защита корпуса.....	48
<b>15.</b>	<b>ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ .....</b>	<b>49</b>
15.1	Критерии оценки поведения устройства.....	49
15.1.1	Классы жесткости воздействия .....	49
15.1.2	Вибрация (синусоидальная) .....	49
15.1.3	Удары и толчки .....	49
15.1.4	Сейсмостойкость .....	50
<b>16.</b>	<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ .....</b>	<b>50</b>
16.1	Гармонические составляющие сигнала (реле серии P540) .....	50
16.2	Частота (реле серии P540) .....	50
<b>17.</b>	<b>СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЛЕ .....</b>	<b>51</b>
17.1	Бросок тока намагничивания трансформатора (модели P541 и P542).....	51
17.1.1	Уровни уставок.....	51
17.1.2	Точность .....	51
17.2	Проверка стабильности защиты при реверсе тока (реле серии P540) .....	51
17.2.1	Функциональные возможности .....	51
17.2.2	Оценка работы реле.....	51
17.3	Компенсация емкостного тока заряда линии (модели реле P543, P544, P545 и P546) 51	
17.3.1	Уровни уставок.....	51
17.3.2	Оценка работы реле.....	51

17.4	Тормозная характеристики реле для работы в переходных режимах переключения каналов связи (реле серии P540 - P545/P546 в при выведенной синхронизации по сигналам GPS) .....	52
17.4.1	Уровни уставок .....	52
17.4.2	Оценка работы реле .....	52
<b>18.</b>	<b>РАЗНОЕ .....</b>	<b>53</b>
18.1	Аналоговые входы, логические входы, выходные реле (реле P540) .....	53
18.2	Интерфейс пользователя с передней панели (реле P540) .....	53
18.3	Встроенная батарея (реле серии P540) .....	53
18.4	Контроль колебаний частоты (реле серии P540) .....	54
18.5	Совместимость с шиной данных K-Bus (реле серии P540) .....	54
<b>19.</b>	<b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ (РЕЛЕ СЕРИИ P540 И GPS ПРИМЕНИК P594) .....</b>	<b>54</b>
<b>20.</b>	<b>СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЙ К НИЗКОВОЛЬТНЫМ УСТРОЙСТВАМ (РЕЛЕ 540 И GPS ПРИМЕНИК P594) .....</b>	<b>54</b>



## 1. БАЗОВЫЕ УСЛОВИЯ

Точность работы, заявленная в настоящем документе, относится к реле работающем в следующих условиях.

Параметр	Условие	Допустимое отклонение
Общие		
Температура окружающей среды	20°C	±2°C
Атмосферное давление	От 86кПа до 106кПа	-
Относительная влажность	От 45 до 75%	-

Входной сигнал	Условие	Допустимое отклонение
Ток	In	±5%
Напряжение	Vn	±5%
Частота	От 50 до 60Гц	±0.55%
Напряжение питания	24В=, 48В= или 110В= 63.5В ~ или 110В ~	±5%

Уставки	Условие
TMS (Множитель времени)	1.0
TD (Коэффициент кратности времени) (начиная с 30-й версии ПО)	1
TD (Коэффициент кратности времени)	7

## 2. ФУНКЦИИ ЗАЩИТЫ

Следующие функциональные возможности применимы к серии реле P540 продольной дифференциальной токовой защиты линии.

Не все функции описанные далее доступны в каждом реле данной серии.

### 2.1 Дифференциальная токовая защита

#### 2.1.1 Уставки дифференциальной токовой защиты с торможением

Наименование	Диапазон регулирования	Шаг
Is1	0.2 – 2.0 In	0.05 In
Is2	1.0 – 30 In	0.05 In
k1	30 – 150%	5%

Характеристика срабатывания описывается следующей формулой:

Для  $I_{\text{торм.}} \leq I_{s2}$

$$|I_{\text{торм.}}| = k1 |I_{\text{торм.}}| + Is1$$

Для  $I_{\text{торм.}} > I_{s2}$

$$|I_{\text{торм.}}| = k2 |I_{\text{торм.}}| - (k2 - k1) \cdot Is2 + Is1$$

#### 2.1.2 Грубая уставка дифференциального тока (P541 и P542)

Наименование уставки	Диапазон регулирования	Шаг
I Diff >>	4.0 – 32.0 In	0.01 In

#### 2.1.3 Выдержки времени срабатывания и возврата дифференциальной защиты

Независимая или зависимая характеристика срабатывания по выбору пользователя.

#### 2.1.4 Инверсно-зависимая характеристика (IDMT)

Для использования доступны четыре кривые по стандарту IEC/UK и пять кривых по стандарту IEEE/US.

Кривые по стандарту IEC/UK описываются следующей формулой:

$$t = T \times \left( \frac{K}{(I/I_s)^\alpha - 1} + L \right)$$

Кривые по стандарту IEEE/US описываются следующей формулой:

$$t = TD \times \left( \frac{K}{(I/I_s)^\alpha - 1} + L \right)$$

Где  $t$  = время срабатывания

K = константа

I<sub>s</sub> = уставка тока срабатывания

α = константа

L = константа кривых ANSI/IEEE (равна нулю для кривых IEC/UK)

T = TMS (множитель времени) для кривых IEC/UK

TD = коэффициент кратности времени для кривых ANSI/IEEE

Описание инверсно-зависимой характеристики	Стандарт	Константа K	Константа α	Константа L
Standard Inverse (Стандартная инверсная)	IEC	0.14	0.02	0
Very Inverse (Очень инверсная)	IEC	13.5	1	0
Extremely Inverse (Чрезвычайно инверсная)	IEC	80	2	0
Long Time Inverse (Продолжительно инверсная)	UK	120	1	0
Moderately Inverse (Умеренно инверсная)	IEEE	0.0515	0.02	0.114
Very Inverse (Очень инверсная)	IEEE	19.61	2	0.491
Extremely Inverse (Чрезвычайно инверсная)	IEEE	28.2	2	0.1217
Inverse (Инверсная)	US – CO8	5.95	2	0.18
Short Time Inverse (Кратковременно инверсная)	US - CO2	0.16758	0.02	0.11858

#### 2.1.4.1 Уставка множителя времени для кривых IEC/UK

Наименование уставки	Диапазон регулирования	Шаг
TMS	От 0.025 до 1.2	0.025

#### 2.1.4.2 Уставка коэффициента кратности времени для кривых IEEE/US

Наименование уставки	Диапазон регулирования	Шаг
TD (с 30-й версии ПО)	От 0.1 до 100	0.005
TD	От 0.05 до 15	0.01

#### 2.1.4.3 Независимая выдержка на срабатывание

Диапазон регулирования	Шаг
От 0 до 100 сек	0.01 сек

Возврат защиты без выдержки времени, типовое время не более 60мс плюс время канала связи защиты.

### 2.1.5 Уставка компенсации емкостного тока кабеля (P543, P544, P545 и P546)

Наименование уставки	Диапазон регулирования	Шаг
Susceptance (реактивная проводимость)	От 10nmho*In до 10mho*In	10nmho*In

### 2.1.6 Уставка компенсации сдвига фаз (P541 и P424)

Наименование уставки	Сдвиг фаз	Действие
Yy0	0°	Никакого
Yd1	Отставание 30°	$I_a = (I_A - I_C) / \sqrt{3}$ $I_b = (I_B - I_A) / \sqrt{3}$ $I_c = (I_C - I_B) / \sqrt{3}$
Yy2	Отставание 60°	$I_a = -I_C$ $I_b = -I_A$ $I_c = -I_B$
Yd3	Отставание 90°	$I_a = (I_B - I_C) / \sqrt{3}$ $I_b = (I_C - I_A) / \sqrt{3}$ $I_c = (I_A - I_B) / \sqrt{3}$
Yy4	Отставание 120°	$I_a = I_B$ $I_b = I_C$ $I_c = I_A$
Yd5	Отставание 150°	Yd11 и затем инвертирование
Yy6	Отставание 180°	Инвертирование токов
Yd7	Опережение 150°	Yd1 и затем инвертирование
Yy8	Опережение 120°	$I_a = I_C$ $I_b = I_A$ $I_c = I_B$
Yd9	Опережение 90°	Yd3 и затем инвертирование
Yy10	Опережение 60°	$I_a = -I_B$ $I_b = -I_C$ $I_c = -I_A$
Yd11	Опережение 30°	$I_a = (I_A - I_B) / \sqrt{3}$ $I_b = (I_B - I_C) / \sqrt{3}$ $I_c = (I_C - I_A) / \sqrt{3}$
Ydy0	0°	$I_a = I_A - (I_A + I_B + I_C) / 3$ $I_b = I_B - (I_A + I_B + I_C) / 3$ $I_c = I_C - (I_A + I_B + I_C) / 3$
Ydy6	Отставание 180°	Ydy0 и затем инвертирование

Где  $I_a$ ,  $I_b$  и  $I_c$  скорректированные токи, а  $I_A$ ,  $I_B$  и  $I_C$  не скорректированные фазные токи

### 2.1.7 Уставка компенсации разницы Ктт

Наименование уставки	Диапазон регулирования	Шаг
Phase CT ratio correction (компенсации различия Ктт)	От 1 до 8	0.01

### 2.1.8 Точность

Срабатывание	Значение по формуле $\pm 10\%$
Возврат	$0.75 \times$ Значение по формуле $\pm 10\%$
Форма инверсно-зависимой характеристики срабатывания	$\pm 5\%$ или 40 мс (большее из значений)
Независимая выдержка времени срабатывания	$\pm 2\%$ или 20 мс (большее из значений)
Минимальное время срабатывания	Не более 30 мс
Время возврата	Не более 60 мс
Повторяемость	$\pm 2.5\%$
Характеристики кривые UK	IEC 60255-3 – 1998
Кривые US	IEEE C37.112 – 1996
Компенсация сдвига фаз	Не влияет на погрешность
Компенсация различия Ктт	Не влияет на погрешность
Грубая уставка характеристики	Не влияет на погрешность
Режим работы 2-концевая линия	Не влияет на погрешность
Режим работы 3-концевая линия	Не влияет на погрешность

## 2.2 Трехфазная ненаправленная/направленная МТЗ

### 2.2.1 Диапазоны регулирования уставок

	Степень	Диапазон	Шаг
Ступени защиты в каждой фазе	1-я ступень	0.08 – 4.0 In	0.01 In
	2-я ступень	0.08 – 4.0 In	0.01 In
	3-я ступень	0.08 – 32 In	0.01 In
	4-я ступень	0.08 – 32 In	0.01 In

Направленная МТЗ (только P543, P544, P545 и P546):

	Диапазон	Шаг
Характеристический угол реле	От $-95^0$ до $+95^0$	1

### 2.2.2 Выдержки времени на срабатывание

Каждая ступень защиты имеет независимую выдержку времени, таймер которой может быть заблокирован сигналом по оптовходу реле.

Степень защиты	Тип характеристики срабатывания

1-я ступень	Независимая (DT) или инверсно зависимая (IDMT)
2-я ступень	DT или IDMT
3-я ступень	DT
4-я ступень	DT

Тип кривой (характеристики)	Характеристика возврата
IEC / UK	Только независимая DT
Все остальные	IDMT или DT

### 2.2.2.1 Инверсно зависимые характеристики (IDMT)

Для использования доступны четыре кривые по стандарту IEC/UK и пять кривых по стандарту IEEE/US.

Кривые по стандарту IEC/UK описываются следующей формулой:

$$t = T \times \left( \frac{K}{(I/I_s)^\alpha - 1} + L \right)$$

Кривые по стандарту IEEE/US описываются следующей формулой:

$$t = TD \times \left( \frac{K}{(I/I_s)^\alpha - 1} + L \right)$$

Где  $t$  = время срабатывания

$K$  = константа

$I_s$  = уставка тока срабатывания

$\alpha$  = константа

$L$  = константа кривых ANSI/IEEE (равна нулю для кривых IEC/UK)

$T$  = TMS (множитель времени) для кривых IEC/UK

$TD$  = коэффициент кратности времени для кривых ANSI/IEEE

Описание инверсно-зависимой характеристики	Стандарт	Константа $K$	Константа $\alpha$	Константа $L$
Standard Inverse (Стандартная инверсная)	IEC	0.14	0.02	0
Very Inverse (Очень инверсная)	IEC	13.5	1	0
Extremely Inverse (Чрезвычайно инверсная)	IEC	80	2	0
Long Time Inverse (Продолжительно инверсная)	UK	120	1	0
Moderately Inverse (Умеренно инверсная)	IEEE	0.0515	0.02	0.114

Very Inverse (Очень инверсная)	IEEE	19.61	2	0.491
Extremely Inverse (Чрезвычайно инверсная)	IEEE	28.2	2	0.1217
Inverse (Инверсная)	US – CO8	5.95	2	0.18
Short Time Inverse (Кратковременно инверсная)	US - CO2	0.16758	0.02	0.11858

### 2.2.2.2 Уставка множителя времени для кривых IEC/UK

Наименование уставки	Диапазон регулирования	Шаг
TMS	От 0.025 до 1.2	0.025

### 2.2.2.3 Уставка коэффициента кратности времени для кривых IEEE/US

Наименование уставки	Диапазон регулирования	Шаг
TD (с 30-й версии ПО)	От 0.1 до 100	0.01
TD	От 0.05 до 15	0.05

### 2.2.2.4 Независимая выдержка на срабатывание

Орган защиты	Диапазон регулирования	Шаг
Все ступени	От 0 до 100 сек	0.01 сек

### 2.2.2.5 Характеристики возврата

Для всех кривых по стандарту IEC/UK доступна независимая от кратности тока характеристика таймера выдержки времени возврата.

Для всех кривых по стандарту IEEE/US доступны независимая и инверсно зависимая от кратности тока характеристика таймера выдержки времени возврата.

Независимая выдержка на возврат (как указано для кривых IEC) может быть установлена нулевой. Диапазон регулирования уставки таймера от 0 до 100 секунд, с шагом в 0,01 сек.

Параметры инверсно зависимой характеристики возврата зависят от типа выбранной IDMT характеристики по стандартам IEEE/US, согласно приведенной ниже таблице.

Инверсно зависимая характеристика возврата описывается следующей формулой:

$$t_{\text{возврата}} = TD \times \left( \frac{tr}{1 - (I / Is)^\alpha} \right)$$

Где  $t_{\text{возврата}}$  = время возврата

$tr$  = константа

$I$  = измеряемый ток

$Is$  = уставка тока срабатывания

$\alpha$  = константа

$TD$  = уставка кратности времени (та же уставка которая задана для характеристика срабатывания IDMT)

IDMT характеристики стандарта IEEE/US	Стандарт	Константа tr	Константа $\alpha$
Moderately Inverse (умеренно инверсная)	IEEE	4.85	2
Very Inverse (Очень инверсная)	IEEE	21.6	2
Extremely Inverse (Чрезвычайно инверсная)	IEEE	29.1	2
Inverse (Инверсная)	US – CO8	5.95	2
Short Time Inverse (Кратковременно инверсная)	US – CO2	2.261	2

Инверсно зависимые характеристики возврата

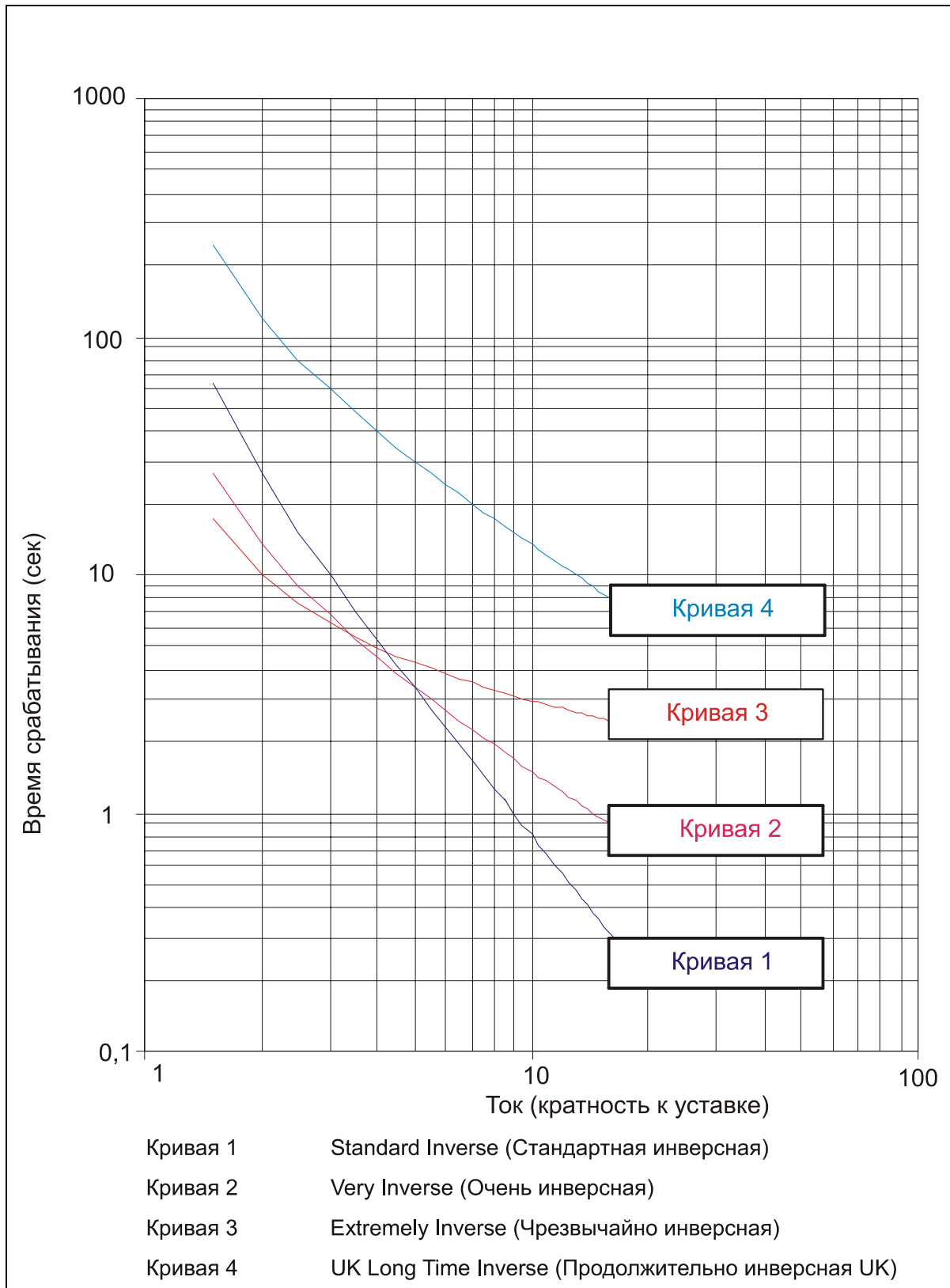
### 2.2.3 Точность

Срабатывание	Уставка $\pm 5\%$
Возврат	$0.95 \times \text{Уставка} \pm 5\%$
Минимальная кратность (ток в реле к ток уставки) для IDMT характеристик	$1.05 \times \text{Уставка} \pm 5\%$
Форма инверсно-зависимой характеристики срабатывания	$\pm 5\%$ или 40 мс (большее из значений) (при соблюдении условий *)
Время возврата по характеристикам IEEE	$\pm 5\%$ или 40 мс (большее из значений)
Независимая выдержка времени срабатывания	$\pm 2\%$ или 50 мс (большее из значений)
Независимое время возврата	Уставка $\pm 5\%$
Точность соблюдения границ зоны органа направления мощность ( $\varphi$ м.ч. $\pm 90^\circ$ )	$\pm 2^\circ$ , гистерезис $2^\circ$
Характеристики кривые UK	IEC 60255-3 – 1998
Кривые US	IEEE C37.112 – 1996

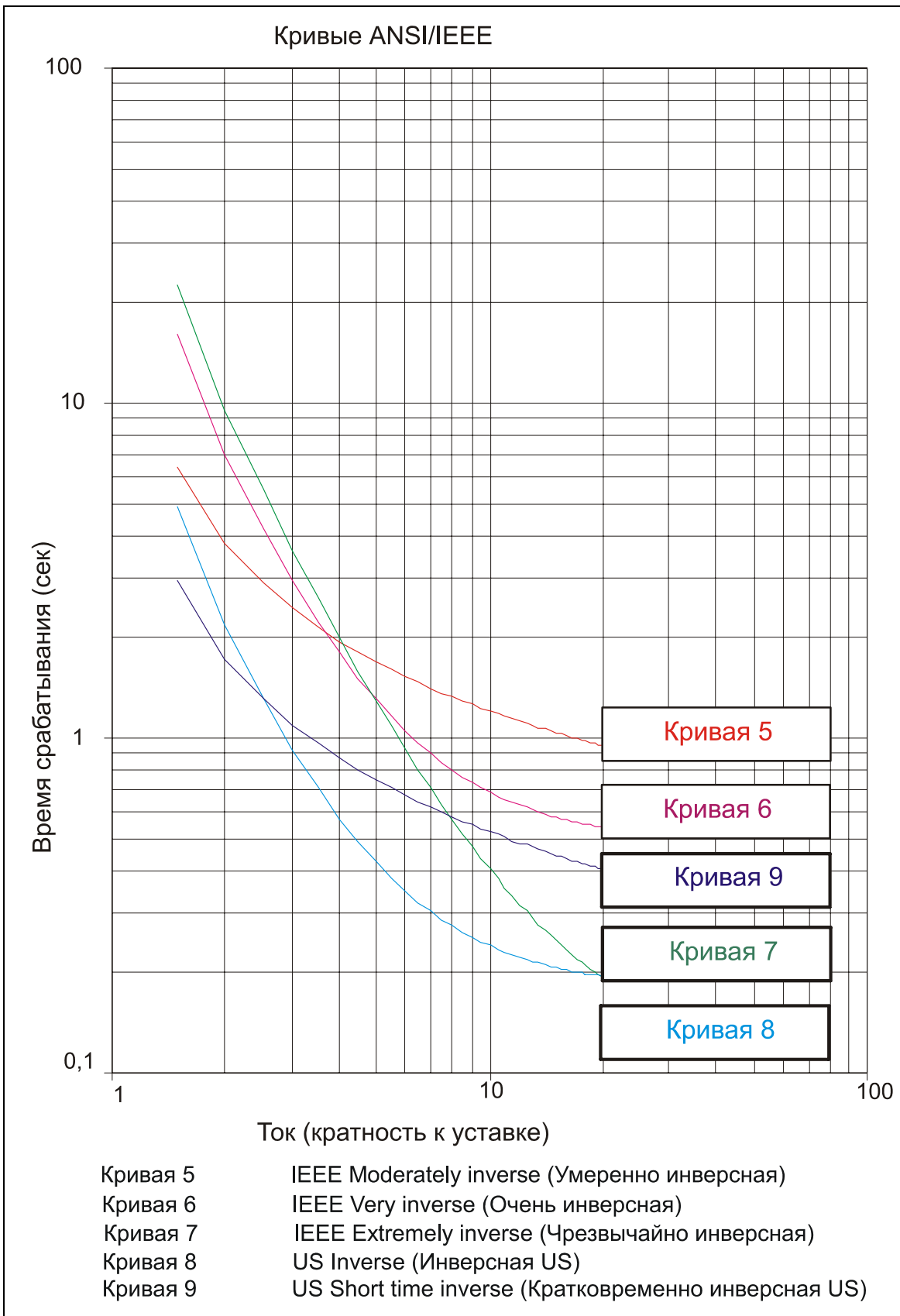
\* Условия проверки: TMS= 1, TD=1 и уставка  $I > 1A$ , точность работы в диапазоне от 2 до 20Is



**2.2.4 Инверсно зависимые характеристики ИЕС (МЭК)**



**2.2.5 Инверсно зависимые характеристики ANSI/IEEE**



## 2.3 Защита от замыканий на землю

### 2.3.1 Диапазон регулирования уставок

#### 2.3.1.1 Стандартная ЗНЗ, Чувствительная ЗНЗ

		Диапазон	Шаг
ЗНЗ	1-я ступень	0.08 – 4.0 In	0.01 In
	2-я ступень	0.08 – 4.0 In	0.01 In
	3-я ступень	0.08 – 32.0 In	0.01 In
	4-я ступень	0.08 – 32.0 In	0.01 In
ЧЗНЗ	1-я ступень	0.005 – 0.1 In	0.00025 In
	2-я ступень	0.005 – 0.1 In	0.00025 In
	3-я ступень	0.005 – 0.8 In	0.001 In
	4-я ступень	0.005 – 0.8 In	0.001 In

#### 2.3.1.2 Параметры поляризации органа направления мощности ЗНЗ (только модели P543, P544, P545 и P546)

Поляризация с использованием напряжения и тока нулевой последовательности

	Диапазон регулирования	Шаг изменения
Напряжение срабатывания $V_{0p} > (3U_0 \text{ сраб.})$	0.5 – 80 В	0.5 В

Поляризация с использованием напряжения и тока обратной последовательности

	Диапазон регулирования	Шаг изменения
Ток срабатывания $I_{2p} >$ (органа направления мощности)	0.08 – 1.0 In	0.01 In
Напряжение срабатывания $V_{0p} > (3U_0 \text{ сраб.})$	0.5 – 25 В	0.5 В
Характеристический угол (угол м.ч.)	От $-95^0$ до $+95^0$	$1^0$

#### 2.3.2 Выдержки времени срабатывания ЗНЗ и ЧЗНЗ

Все ступени (органы) ЗНЗ и ЧЗНЗ имеют независимые выдержки срабатывания. Характеристики выдержек времени срабатывания полностью идентичны характеристикам ступеней МТЗ. Характеристики возврата защит также аналогичны характеристикам времени возврата у МТЗ.

#### 2.3.3 Уставки ЧЗНЗ при выборе ваттметрической защиты (по мощности нулевой последовательности) - P543, P544, P545 и P546

Наименование	Диапазон регулирования	Шаг изменения
$P_{N>}$	От 0 до 20Вт (для $I_n=1A$ , $U_n = 100/120В$ )	0.05 Вт
	От 0 до 100Вт (для $I_n=5A$ , $U_n = 100/120В$ )	0.25 Вт

### 2.3.4 Точность

#### 2.3.4.1 ЗНЗ

Срабатывание	Уставка $\pm 5\%$
Возврат	$>0.85 \times$ Уставка
Минимальная кратность (ток в реле к ток уставки) для IDMT характеристик	$1.05 \times$ Уставка $\pm 5\%$
Форма инверсно-зависимой характеристики срабатывания	$\pm 5\%$ или 40 мс (большее из значений) (при соблюдении условий *)
Время возврата по характеристикам IEEE	$\pm 10\%$ или 40 мс (большее из значений)
Независимая выдержка времени срабатывания	$\pm 2\%$ или 50 мс (большее из значений)
Независимое время возврата	$\pm 5\%$ или 50 мс (большее из значений)
Повторяемость	7.5%

\* При условии, что TMS=1, TD=1 и уставка ступени  $I_{N>} = 1A$ , заявленная точность обеспечивается в диапазоне от 2 до 20 Is (Is – Уставка тока срабатывания)

#### 2.3.4.2 ЧЗНЗ

Срабатывание	Уставка $\pm 5\%$
Возврат	$0.95 \times$ Уставка $\pm 5\%$
Минимальная кратность (ток в реле к ток уставки) для IDMT характеристик	$1.05 \times$ Уставка $\pm 5\%$
Форма инверсно-зависимой характеристики срабатывания	$\pm 5\%$ или 40 мс (большее из значений) (при соблюдении условий *)
Время возврата по характеристикам IEEE	$\pm 17.5\%$ или 60 мс (большее из значений)
Независимая выдержка времени срабатывания	$\pm 2\%$ или 50 мс (большее из значений)
Независимое время возврата	$\pm 5\%$ или 50 мс (большее из значений)
Повторяемость	5%

\* При условии, что TMS=1, TD=1 и уставка ступени  $I_{N>} = 100mA$ , заявленная точность обеспечивается в диапазоне от 2 до 20 Is (Is – Уставка тока срабатывания)

#### 2.3.4.3 Ваттметрическая защита

Срабатывание	Для P = 0Вт Для P > 0Вт	$I_{\text{ЧЗНЗ}} > \pm 5\%$ или 5 мА $P > \pm 5\%$
Возврат	Для P = 0Вт Для P > 0Вт	$(0,95 \times I_{\text{ЧЗНЗ}} > \pm 5\%$ или 5 мА $0.9 \times P > \pm 5\%$
Точность границ зоны срабатывания		$\pm 5\%$ с гистерезисом в $1^0$
Повторяемость		1%

### 2.3.4.4 Параметры поляризации (выбор направления мощности)

Поляризация органа направления напряжением и током нулевой последовательности

Точность соблюдения границ зоны	$\pm 2\%$ от ф м.ч. $\pm 90^\circ$
Гистерезис	Не более $3^\circ$
Напряжение срабатывания $V_{N>} (3U_0)$	Уставка $\pm 10\%$
Напряжение возврата $V_{N>} (3U_0)$	$0.9 \times 3U_0$ сраб. $\pm 10\%$

Поляризация органа направления напряжением и током обратной последовательности

Точность соблюдения границ зоны	$\pm 2\%$ от ф м.ч. $\pm 90^\circ$
Гистерезис	Не более $2^\circ$
Напряжение срабатывания $V_{2>} (U_2)$	Уставка $\pm 10\%$
Напряжение возврата $V_{2>} (U_2)$	$0.9 \times U_2$ сраб. $\pm 10\%$
Ток срабатывания $I_{2>} (I_2)$	Уставка $\pm 10\%$
Ток возврата $I_{2>} (I_2)$	$0.9 \times I_2$ сраб. $\pm 10\%$

## 2.4 Защита минимального тока

### 2.4.1 Диапазон регулирования уставок

Наименование	Диапазон регулирования	Шаг изменения
Фазная $I_{<}$	От 0.02 до $3.2 I_n$	$0.01 I_n$
$I_{N \text{ чувств. } <} (По 3I_0)$	От 0.001 до $0.8 I_n$	$0.0005 I_n$

### 2.4.2 Точность

Срабатывание	$\pm 10\%$ или 25мА (большее из значений)
Время срабатывания	Не более 12 мс
Возврат	Не более 15 мс

## 2.5 Защита при обрыве провода

### 2.5.1 Диапазон регулирования уставок

Уставка	Диапазон регулирования	Шаг изменения
$I_2/I_1$	От 0.2 до 1.0	0.01
Время срабатывания	От 0 до 100 сек	0.1 сек

### 2.5.2 Точность

Срабатывание	Уставка $\pm 2,5\%$
Возврат	$0.95 \times$ Уставка $\pm 2,5\%$
Время срабатывания	$\pm 2\%$ или 50 мс (большее из значений)
Время возврата	Не более 25 мс

## 2.6 Изменение тока и времени срабатывания при изменении параметров сети

### 2.6.1 Точность

Дополнительная погрешность срабатывания, вызванная увеличением отношения X/R	$\pm 5\%$ при увеличении отношения X/R от 1 до 90
Увеличение выдержки времени защит максимального тока	Не более 40 мс

## 2.7 Защита от теплового перегруза

### 2.7.1 Диапазон регулирования уставок

Наименование	Диапазон регулирования	Шаг изменения
Постоянная времени	Одна или две (Single/Dual)	-
Ток уставки тепловой защиты $I_{\theta >>}$	0.08 – 4 $I_n$	0.01 $I_n$
Степень на сигнал $\theta >$	50- 100% от $\theta >>$ (отключение)	1% от $\theta >>$
Постоянная времени $\tau_1$	1- 200 мин	1 мин
Постоянная времени $\tau_2$	1- 200 мин	1 мин

### 2.7.2 Точность

Срабатывание	Степень на сигнал	Расчетное время отключения $\pm 10\%^*$
	Степень на отключение	Расчетное время отключения $\pm 10\%^*$
Повторяемость		Не менее 5%

\* время срабатывания замерялось при подаче тока на 20% превышающего уставку.

## 2.8 Дистанционная защита (P543, P544, P545 и P546)

### 2.8.1 Диапазоны регулирования уставок

Наименование	Диапазон регулирования	Шаг изменения
Охват зоны 1, Z1	От 0.1/ $I_n$ Ом до 250/ $I_n$ Ом	0.01/ $I_n$ Ом
Охват зоны 2, Z2	От 0.1/ $I_n$ Ом до 250/ $I_n$ Ом	0.01/ $I_n$ Ом
Охват зоны 3, Z3	От 0.1/ $I_n$ Ом до 250/ $I_n$ Ом	0.01/ $I_n$ Ом
Угол линии (Line angle)	От 20 до 85 <sup>0</sup>	1 <sup>0</sup>
Таймер зоны 1, tZ1	От 0 до 10 сек	0.01 сек
Таймер зоны 2, tZ2	От 0 до 10 сек	0.01 сек
Таймер зоны 3, tZ3	От 0 до 10 сек	0.01 сек
Коэффициент компенсации взаимоиндукции нулевой последовательности от параллельной линии KZN Res comp	От 0 до 7	0.01
Угол компенсации	-180 - +90 <sup>0</sup>	1 <sup>0</sup>

Наименование	Диапазон регулирования	Шаг изменения
KZN angle		
Охват по оси активного сопротивления при м/ф КЗ RPh	От 0.1 до 200/ln Ом	0.01/ln Ом
Охват по оси активного сопротивления при 1/ф КЗ RG	От 0.1 до 400/ln Ом	0.01/ln Ом
Зона по оси R определения качаний мощности 'Delta R'	От 0.1 до 400/ln Ом	0.01/ln Ом
Зона по оси X определения качаний мощности 'Delta R'	От 0.1 до 400/ln Ом	0.01/ln Ом
Таймер блокировки при качаниях tZ6 (PSB)	От 0 до 100 мс	1 мс

### 2.8.2 Точность

Форма характеристики	при SIR <30	±5%
	при SIR >30	±10%
Минимальное время срабатывания		Не более 50 мс
Время возврата		Не более 60 мс
Время срабатывания		Уставка ±50 мс или 5% (что больше)
Гистерезис		±5%
Повторяемость		5%
Чувствительность	при уставке <5/ln Ом	(0.05 ln* 5 / (уставка * ln)) ±5%
	при уставке >5/ln Ом	0.05 ln ±5%
Таймер блокировки при качаниях		±5%

## 2.9 Защита ошиновки (P544 и P546)

### 2.9.1 Точность

См. п.2.1.8.

### 2.10 Прямое телеотключения и передача команд между реле

Метод	
Время прохождения команды ТО от подачи сигнала на оптовход реле на конце линии А до замыкания контакта выходного реле на конце линии В (при включенном фильтре на оптовходе)	40 мс
Время прохождения команды ТО от подачи сигнала на оптовход реле на конце линии А до замыкания контакта выходного реле на конце линии В (при отключенном фильтре на оптовходе)	30 мс
Время передачи логических команд с конца А в логику (PSL) конца В	15 мс

## 2.11 Разрешающее телеотключение

### 2.11.1 Диапазон регулирования уставки

Наименование	Диапазон регулирования	Шаг изменения
Таймер логики разрешающего ТО	От 0 до 200 мс	5 мс

### 2.11.2 Точность

Уровень срабатывания (уставка дифф.)	$Is1 \pm 5\%$
Уровень возврата	$0.75 * Is1 \pm 10\%$
Минимальное время работы	40 мс + время прохождения сигнала в канале связи + таймер «Разрешающее ТО»
Время возврата	Не более 40 мс
Точность таймеров	Уставка $\pm 2\%$ и 5 мс (что больше)

## 2.12 Выходные реле для однополюсного отключения (P543, P544, P545 и P546)

### 2.12.1 Характеристика

Отключение	Трехполюсное или одно и трехполюсное
------------	--------------------------------------

## 2.13 Канал связи защиты, двойное резервирование, неисправность канала, контроль времени прохождения сигнала и статистика нарушений связи

### 2.13.1 Диапазоны регулирования уставок

Наименование	Диапазон регулирования	Шаг
Data rate (скорость передачи)	56 или 64кБит/с	-
Scheme (схема сети)	2 terminal («2-концевая»), 3 terminal («3-концевая»), Dual redundant («Двойное резервирование (избыточность)»)	-
Clock source (Источник времени)	Internal («Внутренний») или External («Внешний»)	-
Address (Адрес реле)	0, 1A, 1B, 1C и до 20A, 20B, 20C	1
Communication failure (Неисправность канала защиты) (при использовании схемы «Двойное резервирование»)	Channel 1 («канал 1»), Channel 2 («канал 2») и Channel 1&2 («Каналы 1 и 2»)	-
Comm. Fail timer (Таймер неисправности канала)	От 0.1 до 10 сек	0.1 сек
Comm. Mode (Режим связи) (для 30-й и более поздних версии ПО)	Standard («Стандартный») или IEEE C37.94	



### 2.13.2 Точность

Уставка скорости связи	Не влияет на работу защиты
Работа с внутренним или внешним источником времени	Не влияет на работу защиты
Уставка схемы сети	Конфигурация реле для работы в режиме 2-концевая линия, 3-концевая линия или с двойным резервированием (каналов связи)
Адресация (выбор адреса реле)	Назначение неправильных адресов (из разных групп адресов) ведет к сигнализации нарушения работы канала связи защиты.
Таймер неисправности канала связи	Заданная уставка $\pm 100$ мс
Совместимость моделей реле	P541 и P542 совместимы между собой P543, P544, P545 и P546 также совместимы Подключение в систему защиты одной линии несовместимых моделей реле ведет к сообщению об ошибке.

## 2.14 Совместимость с внешними интерфейсами

### 2.14.1 Устройства преобразования оптического интерфейса в электрический серии P590

Модели реле P541, P542, P543, P544, P545, P546 совместимы со следующими устройствами преобразования интерфейса	P591, P592, P593
--	------------------

### 2.14.2 Блок синхронизации времени P594 по сигналам системы GPS

Выходной сигнал модуля P594 синхронизации по сигналам GPS (глобальная система позиционирования)	Импульсные сигналы синхронизации времени (1 импульс в секунду)
---	--

### 3. ФУНКЦИИ КОНТРОЛЯ

Описанные далее функции контроля относятся к реле продольной дифференциальной защиты серии P540.

#### 3.1 Контроль исправности цепей трансформатора напряжения (P543, P544, P545 и P546)

##### 3.1.1 Уставки

Наименование	Диапазон	Шаг
Таймер	От 1 до 10 сек	0.1 сек
Уставка по напряжению обратной последовательности ( $V_2$ )	10 В (100/120В)	Фиксированное значение
Уставка максимального напряжения (фазное)	Усраб.=30В, Увоз.=10В (100/120В)	Фиксированное значение
Уставка максимального тока (фазный)	От 0.08 $I_n$ до 32 $I_n$	0.01 $I_n$
Уставка тока приращения	0,1 $I_n$	Фиксирована
Уставка тока обратной последовательности	От 0.05 $I_n$ до 0.5 $I_n$	0.01 $I_n$
Выдержка времени функции контроля цепей напряжения (VTS Time Delay)	От 1.0 до 10 сек	0.1 сек

##### 3.1.2 Точность

Время срабатывания быстрой блокировки	Менее 1 периода
Время возврата быстрой блокировки	Менее 1,5 периода
Выдержка времени функции	Уставка $\pm 2\%$ или 20мс (что больше)

#### 3.2 Программируемая логическая схема

##### 3.2.1 Уставки

Наименование	Диапазон	Шаг
Таймеры выдержки времени	От 0 до 14400000 мс	1 мс

##### 3.2.2 Точность

Таймер выдержки срабатывания/возврата	Уставка $\pm 2\%$ или 50 мс (что больше)
Таймер длительности импульса длительности не менее заданного значения	Уставка $\pm 2\%$ или 50 мс (что больше)
Таймер длительности импульса	Уставка $\pm 2\%$ или 50 мс (что больше)

## 4. УПРАВЛЕНИЕ

Описанные далее функции управления относятся к реле продольной дифференциальной защиты серии P540.

### 4.1 АПВ (P542, P543 и P545)

#### 4.1.1 Уставки

Наименование	Диапазон	Шаг
Количество циклов (P542)		
Количество циклов ОАПВ (P543 и P545)	1-4	1
Количество циклов ТАПВ (P543 и P545)	1-4	1
Время паузы ОАПВ (P543 и P545)	0.2 – 5 с	0.01 с
Время 1-го цикла АПВ (P542)	0.01с – 300с	0.01 с
(Dead time 1) (P543 и P545)	0.2с – 30с	0.01 с
Время 2-го цикла АПВ (P542)	0.01с – 300с	0.01 с
(Dead time 2) (P543 и P545)	1с – 1800с	1 с
Время 3-го цикла АПВ (P542)	0.01с – 9999с	0.01 с
(Dead time 3) (P543 и P545)	1с – 3600с	1 с
Время 4-го цикла АПВ (P542)	0.01с – 9999с	0.01 с
(Dead time 4) (P543 и P545)	1с – 3600с	1 с
Время готовности выключателя (CB healthy time)	0.01с – 9999с	0.01 с
Время готовности АПВ (Reclaim time)	1с – 600с	0.01 с
Время запрета АПВ после ручного включения выключателя (AR Inhib wind)	0.01с – 600с	0.01 с
Длительность команды включения (Close pulse) (P543 & P545)	0.1с – 10с	0.01 с
Время ожидания синхронизма (Check sync time)	0.01с – 9999с	0.01 с

#### 4.1.2 Точность

Таймеры	Уставка $\pm 2\%$ или 20 мс (что больше)
---------	--

### 4.2 Выбор группы уставок

#### 4.2.1 Уставки

Уставки	Диапазон	Шаг
Группы уставок	1-4	1

#### 4.2.2 Характеристики функции

Группы уставок	Выбор одной из 4 независимых групп уставок включая логические схемы для каждой из групп уставок
----------------	---

### 4.3 Изменение конфигурации/запрет дифференциальной токовой защиты

#### 4.3.1 Характеристики функции

Функция дифференциальной токовой защиты блокируется при:	
Подачей сигнала на оптовход назначенный на блокирование дифференциальной защиты	Выполняется
Выходе из строя канала связи дифференциальной защиты	Выполняется
Потере питания реле оперативным током	Выполняется

## 5. ФУНКЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ

Описанные далее функции измерения и регистрации относятся к реле продольной дифференциальной защиты серии P540.

### 5.1 Измерения

Типовая погрешность  $\pm 1\%$ , но в диапазоне  $0,2 - 2 I_n/V_n$  составляет  $0,5\%$ .

Точность измерений при соблюдении условий испытаний/проверки

Измеряемый параметр	Диапазон	Точность измерения
Токи фаз	$0.05 - 3 I_n$	$\pm 1.0\%$ от показаний
Ток ЧЗНЗ	$0.5 - 2.5 I_n$	$\pm 1.0\%$ от показаний
	$0.1 - 0.5 I_n$	$\pm 5.0\%$ от показаний
Ток локального конца линии	$0.05 - 3 I_n$	$\pm 1.0\%$ от показаний или $\pm(f-f_n)/f_n \%$
Ток удаленного конца линии	$0.05 - 3 I_n$	$\pm 1.0\%$ от показаний или $\pm(f-f_n)/f_n \%$
Дифференциальный ток	$0.05 - 3 I_n$	$\pm 5.0\%$
Тормозной ток	$0.05 - 3 I_n$	$\pm 5.0\%$
Напряжение	$0.05 - 2 V_n$	$\pm 1.0\%$ от показаний
Мощность (активная)	$0.2 - 2 V_n$	$\pm 5.0\%$ от показаний при единичном коэффициенте мощности
	$0.05 - 3 I_n$	
Мощность (реактивная)	$0.2 - 2 V_n$	$\pm 5.0\%$ от показаний
	$0.05 - 3 I_n$	
Мощность (полная)	$0.2 - 2 V_n$	$\pm 5.0\%$ от показаний
	$0.05 - 3 I_n$	
Энергия (Втчас)	$0.2 - 2 V_n$	$\pm 5.0\%$ от показаний
	$0.05 - 3 I_n$	
Энергия (ВАрчас)	$0.2 - 2 V_n$	$\pm 5.0\%$ от показаний
	$0.05 - 3 I_n$	
Фаза	$0^\circ - 360^\circ$	$\pm 2^\circ$
Частота	$45 - 65$ Гц	$\pm 1\%$

## 5.2 Интерфейс IRIG-B и часы реального времени

### 5.2.1 Функции

Часы реального времени в формате 24 час, с установкой часов, минут и секунд
Календарь, с установкой от января 1994 до декабря 2092
При потере питания реле, работа календаря и часов поддерживается встроенной батареей
Синхронизация внутренних часов сигналами по интерфейсу IRIG-B
Синхронизация часов подачей синхроимпульса по оптоизолированному входу

### 5.2.2 Характеристики

Поддержка 2000 года	Выполняется
Точность хода внутренних часов	Менее $\pm 2$ секунды/день
Синхронизация от внешнего источника времени	Соответствует требованиям к интерфейсу IRIG-B по стандарту 200-98, формат В
Синхронизация сигналом по оптоизолированному входу реле	Подача напряжения на оптовход, назначенный на синхронизацию времени, приводит к округлению секунд до ближайшей минуты (вернувшись на несколько секунд назад или перейдя на несколько секунд вперед)

## 6. ПОСЛЕАВАРИЙНЫЙ АНАЛИЗ

Описанные далее функции регистрации относятся к реле продольной дифференциальной защиты серии P540.

### 6.1 Регистратор аварий

#### 6.1.1 Функциональные возможности

Генерация аварийной записи при срабатывании защиты	Дата и время Активная группа уставок Защиты пустившиеся/сработавшие Напряжение и ток КЗ Тормозной и дифференциальный токи удаленного конца Частота Время отключения КЗ Время срабатывания выключателя Время работы защиты Удаление до места КЗ Количество попыток АПВ
Генерация следующих сообщений сигнализации	Защита выведена/переведена в режим проверки Неисправность цепей ТН Сигналы функции контроля состояния выключателя АПВ Частота вне рабочего диапазона Статус встроенной батареи Несовместимые модели реле Запрет дифференциальной защиты Ошибка конфигурации/переконфигурации Неисправность источника 48В Режим кольцевания связи Неисправность канала связи защиты Изменение времени прохождения сообщений по каналу связи защиты Неисправность дифференциальной защиты Режим наладка дифференциальной защиты (30-я и позднее версии ПО) Режим IEC 37.94 (30-я и позднее версии ПО) Изменение группы уставок

#### 6.1.2 Характеристики работы

Индикация и регистрация аварии	Соответствует
Индикация и регистрация сообщений сигнализации	Соответствует
Присвоение метки времени и даты	±10 мс от момента КЗ/события
Время отключения КЗ	±2%
Время срабатывания выключателя	±10 мс
Время работы защиты	±2%

## 6.2 Регистрация переходных режимов (осциллограф)

### 6.2.1 Уставки

Уставки	Диапазон	Шаг
Продолжительность записи	0.1 – 10.5 с	10 мс
Положения пускового триггера	0 – 100%	0.1%
8 аналоговых каналов, 32 дискретных сигналов, режим однократного (Single) или продолженного пуска (Extended)		

### 6.2.2 Точность

Форма записываемого сигнала	Соответствует характеру записываемых сигналов
Амплитуда и относительные сдвиги фаз	$\pm 5\%$ от записываемой величины
Продолжительность записи	$\pm 2\%$
Положение пускового триггера	$\pm 2\%$ (минимальное значение 100мс)

## 6.3 Определение места повреждения (P543, P544, P545 и P546)

### 6.3.1 Уставки

Наименование	Диапазон	Шаг
Длина линии	0.01 – 1000 км**	0.01 км
Импеданс линии	$0.1/l_n - 250/l_n$ Ом	$0.1/l_n$ Ом
Угол линии	$20^0 - 85^0$	$1^0$
Угол нулевой последовательности (30-я и поздние версии ПО)	$-180^0 - 90^0$	$1^0$
Угол нулевой последовательности	$-90^0 - 90^0$	$1^0$

\*\* или эквивалент в милях

### 6.3.2 Точность

Определения удаления до места КЗ	$\pm 2\%$ от длины линии (в оговоренных условиях)*
----------------------------------	--

\* устойчивое повреждение на линии

## 7. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПС

Описанные далее функции мониторинга статуса/состояния коммутационного оборудования подстанции относятся к реле продольной дифференциальной защиты серии P540.

### 7.1 Мониторинг статуса и контроль технического состояния выключателя

#### 7.1.1 Уставки

Уставки	Диапазон	Шаг
Длительность импульса отключения	0.01 – 5 с	0.01 с
Длительность импульса включения	0.01 – 10 с	0.01 с
Показатель степени суммы отключенных токов	1 – 2	0.1
Контроль частоты отключаемых КЗ	0 – 9999	1

#### 7.1.2 Точность

Таймеры	$\pm 2\%$ или 20 мс (что больше)
Сумма отключенных токов	$\pm 5\%$

### 7.2 УРОВ

#### 7.2.1 Уставки

Уставки	Диапазон	Шаг
Таймер 1-й ступени УРОВ (tBF1)	0 – 10 с	0.01 с
Таймер 2-й ступени УРОВ (tBF1)	0 – 10 с	0.01 с

#### 7.2.2 Точность

Таймеры	$\pm 2\%$ или 40 мс (что больше)
Возврат	Менее 30 мс



## 8. ЛОКАЛЬНАЯ И ДИСТАНЦИОННАЯ СВЯЗЬ С РЕЛЕ

Описанные далее функции локальной и дистанционной связи относятся к реле продольной дифференциальной защиты серии P540.

### 8.1 Передний порт

Передний порт	Параметры связи (фиксированы)
Протокол	Courier
Адрес	1
Формат сообщений	IEC 60870FT1.2
Скорость передачи данных	19200 бит/с

### 8.2 Задний порт связи 1 (RP1)

Уставки заднего порта	Доступный выбор	Уставки доступны при использовании протокола...
RP1 Address (Адрес реле при подключении по первому заднему порту)	0 – 254 (шаг 1) 0 – 255 (шаг 1) 1 – 247 (шаг 1) 0 – 65519 (шаг 1)	IEC* Courier Modbus DNP3.0
RP1 Inactivity Timer (Таймер перехода в режим ожидания)	1 – 30 мин (шаг 1 мин)	Все протоколы
RP1 Baud Rate (скорость передачи данных по первому заднему порту связи)	1200 бит/с 2400 бит/с 4800 бит/с 9600 бит/с 19200 бит/с 38400 бит/с	DNP3.0 DNP3.0 DNP3.0 (все кроме KBus) (все кроме KBus) (все кроме IEC* и KBus)
RP1 Parity (проверка четности при связи по RP1)	“Odd” (нечетный) “Even” (четный) и “None” (не проверять четность)	Modbus/ DNP3.0
RP1 Meas Period (Период измерения RP1)	1- 60 мин (шаг 1 мин)	Только IEC*
RP1 Physical Link (Физическая связь RP1)	EIA(RS) 485 Оптоволокно	IEC* IEC*
RP1 Time Sync (синхронизация часов)	Enabled (Введено) / Disabled (Выведено)	DNP3.0
RP1 CS103 Blocking (блокирование CS103)	Disabled (выведено) / Monitor block (блокирование мониторинга) / Command block (Блокир. команд)	Только IEC*
RP1 Port Config (Конфигурация порта RP1)	K-Bus / Courier (RS485)	Только Courier
RP1 Comms Mode (Режим связи порта RP1)	IEC 60870 FT1.2/10 bit	Только Courier

\* IEC = IEC60870-5-103

### 8.2.1 Характеристики

Передний и задний порты связи соответствуют требованиям протокола Courier	Выполняется
Задний порт связи отвечает требованиям протокола Modbus	Выполняется
Задний порт связи отвечает требованиям протокола 870-5 103	Выполняется
Задний порт связи отвечает требованиям протокола DNP3.0	Выполняется

### 8.3 Задний порт связи 2 (RP2)

Уставки	Доступный выбор	Уставки доступны при использовании ....
RP2 Port Config (Конфигурация порта RP2)	EAI 232, EAI485 или K-Bus	
RP2 Comms Mode (Режим связи порта RP2)	IEC 60870 FT1.2, 11bit или IEC60870, 10bit frame	EAI232 и EAI485
RP2 Address (Адрес реле при подключении по второму заднему порту)	0 – 255 (шаг 1)	Все протоколы
RP2 Inactiv Timer (Таймер перехода в режим ожидания порта RP2)	1 – 30 мин (шаг 1 мин)	Все протоколы
RP2 Baud Rate (скорость передачи данных по второму заднему порту связи)	9600/19200/38400 бит/с	EAI232 и EAI485

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Во избежание нарушений в работе по заднему порту длина кабеля связи от реле не должна превышать 300 метров. В тех случаях когда длина кабеля превышает 300 метров необходимо избегать прокладки кабеля связи вблизи силовых токовых цепей. Для связи с реле должен использоваться экранированный кабель с заземлением экрана только с одного конца кабеля.

### 8.4 Ethernet связь (P543, P544, P545 и P546)

Наименование уставки	Доступный диапазон	Шаг
IP Address (IP адрес)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1
Subnet Mask (Маска подсети)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	255
Number of Routes (количество маршрутизаторов)	0 – 4	1
Router Address 1 (адрес маршрутизатора 1)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1
Target Network 1 (сеть назначения 1)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1
Router Address 2 (адрес м-ра 2)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1
Target Network 2 (сеть назначения 2)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1
Router Address 3 (адрес м-ра 3)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1

Наименование уставки	Доступный диапазон	Шаг
Target Network 3 (сеть назначения 3)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1
Router Address 4 (адрес м-ра 4)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1
Target Network 4 (сеть назначения 4)	000.000.000.000 – 255.255.255.255	1
NIC Inactiv Timer (таймер перехода в режим ожидания сетевой интерфейсной карты)	1 – 30	1
Default Passv Lvl (уровень доступа по умолчанию)	0 – 2	1
GOOSE Min Cycle (минимальная длительность цикла GOOSE)	1 – 50	1
GOOSE Max Cycle (максимальная длительность цикла GOOSE)	1 – 60	1
GOOSE Increment (Приращение GOOSE)	0 – 999	1
GOOSE Startup (Пуск GOOSE)	Promiscuous (смешанный) / Broadcast (ретрансляция)	-
Ethernet Media (среда передачи сигналов)	Copper (медь)/ Fibre (оптоволокно)	-
Link Timeout (предельное время ожидания соединения)	0.1 с – 60 с	0.1 с

## 9. ДИАГНОСТИКА

Описанные далее функции диагностики относятся к реле продольной дифференциальной защиты серии P540.

### 9.1 Функциональные возможности

Инициализация самоконтроля при подаче питания с индикацией функциональной готовности контактами сторожевого реле (Watch Dog)

Индикация на дисплее реле и контактами сторожевого реле неисправностей программного или аппаратного характера обнаруженных при подаче питания или возникших при эксплуатации.

### 9.2 Технические характеристики

Проверка при включении питания и постоянный самоконтроль при эксплуатации	Выполняется
Работа сторожевого реле (контроль внутренних неисправностей и наличие питания оперативного тока)	Выполняется
Определение неисправностей со-процессора	Выполняется
Время готовности после подачи питания	Менее 11 сек

## 10. НОМИНАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Номинальные данные представленные далее относятся к реле дифференциальной токовой защиты серии P540 и модулю синхронизации часов P594 по сигналам глобальной системы позиционирования (GPS).

### 10.1 Номинальные данные

#### 10.1.1 Входы переменного тока (все реле серии P540)

$I_n = 1A$  или  $5A$  эфф.

Для подключения ТТ с номинальными токами  $1A$  или  $5A$  в реле предусмотрены отдельные клеммы с одной общей клеммой.

Нагрузочная способность входов переменного тока при любом значении заданной уставки:

Кратность к номинальному току входа	Время термической стойкости
4 $I_n$	Без ограничения длительности
4.5 $I_n$	10 минут
5 $I_n$	5 минут
6 $I_n$	3 минут
7 $I_n$	2 минут
30 $I_n$	10 секунд
50 $I_n$	3 секунды
100 $I_n$	1 секунда

Критерии успешности испытаний: Температура обмотки входного тр-ра <math><105^{\circ}\text{C}</math>  
Сохранение диэлектрической прочности без ухудшения изоляционных свойств.

### 10.1.2 Входы переменного напряжения (все реле серии P540)

Нагрузочная способность входов переменного напряжения при любом значении заданной уставки:

Номинальное напряжения входа ( $V_n$ )	Рабочий диапазон параметра
100 – 120 В фаза-фаза , эфф.	От 0 до 200В фаза-фаза , эфф.

Стойкость (для реле $V_n=100/120\text{В}$ )	Продолжительность
240 В фаза-фаза , эфф.	Без ограничения длительности (2 $U_{ном.}$ )
312 В фаза-фаза , эфф.	10 минут (2.6 $U_{ном.}$ )

Критерии успешности испытаний: Температура обмотки входного тр-ра <math><105^{\circ}\text{C}</math>  
Сохранение диэлектрической прочности без ухудшения изоляционных свойств.

### 10.1.3 Напряжение питания (все реле серии P540 и P594)

#### 10.1.3.1 Реле серии P540

Имеется три исполнения реле различающихся по напряжению питания:

Номинальный диапазон	Рабочий диапазон питания постоянным напряжением (=)	Рабочий диапазон питания переменным напряжением (~)
24 – 48 В =	19 – 65 В	Недопустимо
48 – 110В = (30/100В ~ эфф.)**	37 – 150 В	24 – 110 В
110 – 250В = (100/240В ~ эфф.)**	87 – 300 В	80 – 265 В

\*\* реле допускает питание от источника постоянного или переменного напряжения

Критерии успешности испытаний:

Все функции реле работоспособны при условии напряжения питания в пределах рабочего диапазона.

Все источники питания реле обеспечивают постоянное питание в пределах рабочего диапазона и выполняются требования по окружающей среде (внешние воздействия).

### 10.1.3.2 Модуль синхронизации часов MiCOM P594

Имеется три исполнения модуля различающихся по напряжению питания:

Номинальный диапазон	Рабочий диапазон питания постоянным напряжением (=)	Рабочий диапазон питания переменным напряжением (~)
24 – 125В = (110В ~ эфф.)**	19 – 150 В	50 – 133 В
48/250В = (110/230В ~ эфф.)**	33 – 300 В	87 – 265 В

### 10.1.4 Универсальные логические входы (реле серии P540)

Номинальное напряжение батареи, В =	Стандарт 60% - 80%		Стандарт 50% - 70% (30-я версия ПО и более поздние версии)	
	Уровень не срабатывания (лог. 0), В =	Уровень срабатывания (лог. 1), В =	Уровень не срабатывания (лог. 0), В =	Уровень срабатывания (лог. 1), В =
24/27	<16.2	>19.2	<12.0	>16.8
30/34	<20.4	>24.0	<15.0	>21.0
48/54	<32.4	>38.4	<24.0	>33.6
110/125	<75.0	>88.0	<55.0	>77.0
220/250	<150	>176.0	<110	>154.0

### 10.1.5 Контакты выходных реле (серия P540)

Замыкание и протекание	30а в течение 3 секунд
Протекание	250А в течение 30 мс 10А без ограничения времени
Размыкание	Пост. ток: 50Вт, резистивная нагрузка Пост. ток: 62.5Вт индуктивная нагрузка (L/R=50мс) Пер. ток: 2500 ВА, резистивная нагрузка Пер. ток: 2500 ВА, индуктивная нагрузка (Cosφ=0.7)
Максимальные значения	10А и 300В
Нагруженный контакт:	Не менее 10 000 операций
Ненагруженный контакт:	Не менее 100 000 операций
Контакты сторожевого реле	
Размыкание	Пост. ток: 30Вт, резистивная нагрузка Пост. ток: 15Вт индуктивная нагрузка (L/R=50мс) Пер. ток: 275 ВА, индуктивная нагрузка (Cosφ=0.7)

### 10.1.6 Встроенный источник напряжения (реле серии P540)

Номинальное напряжение источника	48В =
Номинальный выходной ток	112 мА ±20%
Рабочий диапазон	От 40В до 60В
Напряжение срабатывания сигнализации	35В ±5%

## 10.2 Потребление

### 10.2.1 Цепи тока (серия P540)

Ток при измерении потребления (In)	
На фазу	Менее 0.15 ВА при номинальном токе

### 10.2.2 Цепи напряжения (серия P540)

Ток при измерении потребления (In)	
Vn = 100/120В	Менее 0.02 ВА при 110 В

### 10.2.3 Цепи питания

#### 10.2.3.1 Серия P540

Типовые значения

Тип	Размер корпуса	Минимальное потребление*
P541	Размер 8"/40TE	11Вт или 24 ВА
P542, P543, P544	Размер 12"/60TE	11Вт или 24 ВА
P545, P546	Размер 16"/80TE	11Вт или 24 ВА

\* при отсутствии срабатывания ни одного выходного реле и отсутствии питания ни одного из оптовходов

Потребление по каждому оптовходу запитанному от встроенного источника напряжения и при срабатывании каждого выходного реле:

Каждый дополнительно активированный оптовход	0.09Вт (24/27, 30/34, 48/54В)
Каждый дополнительно активированный оптовход	0.12 Вт (110/125В)
Каждый дополнительно активированный оптовход	0.19 Вт (220/250В)
Каждое дополнительно сработавшее выходное реле	0.13 Вт

#### 10.2.3.2 Модуль GPS типа MiCOM P594

Тип	Размер корпуса	Номинальное потребление
P594	20TE	4 Вт

### 10.2.4 Логические входы (серия P540)

Типовое потребление 10мВА при напряжении 48В (встроенный источник)

### 10.2.5 Опто изолированные входы

Пиковое значение тока при подаче напряжения на оптовход составляет 3,5мА (0-300В)

Максимальное напряжение на входе 300В = (при любой уставке)

## 11. ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСФОРМАТОРАМ ТОКА (СЕРИЯ P540)

### 11.1 Дифференциальная токовая защита

Для работы защиты с заявленной точностью рекомендуется использование трансформаторов тока класс X или класса 5P. Напряжение точки излома характеристики намагничивания должно удовлетворять условиям следующей формулы:

$$V_k \geq K \cdot I_n (R_{ct} + 2 R_L)$$

Где:

$V_k$	=	требуемое напряжение точки перегиба по стандарту МЭК
$K$	=	коэффициент типоразмерности ТТ
$I_n$	=	номинальный ток ТТ
$R_{ct}$	=	сопротивление вторичной обмотки ТТ
$R_L$	=	сопротивление одной жилы кабеля от ТТ до реле

Постоянная  $K$  зависит от:

$I_f$  = максимальное значение тока сквозного КЗ (при котором дифференциальная защита должна оставаться стабильной)

$X/R$  = отношение параметров питающей системы  $X/R$

Значение  $K$  определяется следующим образом:

Для уставок реле:  $I_{s1} = 20\%$ ,  $I_{s2} = 2 I_n$ ,  $k_1 = 30\%$ ,  **$k_2 = 150\%$** :

$$K \geq 40 + (0.07 \times (I_f \times X/R))$$

$$K \geq 65$$

Это условие действительно до  $X/R \leq 1000$

При  $1000 \leq X/R \leq 1600$ :

$$K = 107.$$

Для уставок реле:  $I_{s1} = 20\%$ ,  $I_{s2} = 2 I_n$ ,  $k_1 = 30\%$ ,  **$k_2 = 100\%$** :

$$K \geq 40 + (0.35 \times (I_f \times X/R))$$

$$K \geq 65$$

Это условие действительно до  $X/R \leq 600$

При  $600 \leq X/R \leq 1600$ :

$$K = 256.$$

### 11.2 Защита от замыканий на землю

Используется трансформатор нулевой последовательности.

$$V_k > 6(N) (I_n) (R_{ct} + 2 R_L)$$

Для максимального значения  $X/R = 5$  и максимальном токе замыкания на землю  $= 2 \times I_n$

Где

$V_k, R_{ct}, R_L$  = (то же что и в расчете приведенном выше)

$N$  = максимальная кратность тока замыкания на землю к номинальному первичному току ТТ нулевой последовательности

Примечание: Значение  $N$  не должно быть больше 2. Это достигается правильным выбором ТТ нулевой последовательности.



---

## **12. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ (P540 И P594)**

### **12.1 Диэлектрическая прочность изоляции, стойкость к импульсному воздействию, сопротивление изоляции и требования ANSI к высоковольтным испытаниям**

#### **12.1.1 Импульс высокого напряжения**

IEC 60255-5:2000

Испытание входных цепей, цепей питания и зажимов цепей подключения линий связи импульсом напряжения 5кВ 1,2/50μсек в общем и дифференциальном режиме.

#### **12.1.2 Диэлектрическая прочность**

IEC 60255-5:2000

2кВ эфф. в течении 1 минуты между всеми зажимами реле объединенными вместе и заземлением корпуса.

2кВ эфф. в течении 1 минуты между всеми группами независимых цепей, зажимы которых объединены вместе.

1кВ эфф. в течение 1 минуты на контактах сторожевого реле.

#### **12.1.3 Высоковольтные испытания по стандартам ANSI**

ANSI/IEEE C37.90 (1989) (с учетом дополнений 1994г.)

1кВ эфф. в течение 1 минуты на разомкнутых контактах сторожевого реле.

1кВ эфф. в течение 1 минуты на разомкнутых контактах выходных реле с переключающимися контактами.

1,5кВ эфф. в течение 1 минуты на нормально разомкнутых контактах выходных реле.

#### **12.1.4 Сопротивление изоляции**

IEC 60255-5:2000

Не менее 100 МОм

---

## 13. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

### 13.1 Критерии оценки

Для оценки поведения реле MiCOM, в разделах 13.2 – 13.12., при воздействии электрических полей использованы три класса критериев, описанные в публикации EN 50263: 2000.

#### 13.1.1 Класс А

Во время проведения испытаний и реле не должно ложно срабатывать и по завершению испытаний должно соответствовать заявленным техническим характеристикам. Понятие ложная работа реле включает кратковременное замыкание контактов выходных реле, работу реле контроля исправности (WD), перезагрузку микропроцессора или появление каких либо срабатываний сигнализации.

Передача данных должна выполняться без сбоев по всем портам связи Однако, во время проведения испытаний допускается кратковременное прерывание сигналов обмена данных при условии, что восстановление нормальной работы происходит без внешнего вмешательства.

Если выполняются изложенные выше критерии оценки поведения реле, то считается, что платформа MiCOM Px40 прошла испытания успешно.

#### 13.1.2 Класс В

Во время проведения испытаний и реле не должно ложно срабатывать и по завершению испытаний должно соответствовать заявленным техническим характеристикам. Понятие ложная работа реле включает кратковременное замыкание контактов выходных реле, работу реле контроля исправности (WD), перезагрузку микропроцессора или срабатывания сигнализации. При этом допускается кратковременное загорание светодиодных индикаторов, при условии что не фиксируется появление постоянного ложного события сигнализации.

Передача данных должна выполняться без сбоев по всем портам связи Однако, во время проведения испытаний допускается кратковременное прерывание сигналов обмена данных при условии что восстановление нормальной работы происходит без внешнего вмешательства.

Если выполняются изложенные выше критерии оценки поведения реле, то считается, что платформа MiCOM Px40 прошла испытания успешно.

#### 13.1.3 Класс С

Реле должно отключиться (потеря питания) и вновь прийти в состоянии готовности после восстановлении питания. Допускается изменение состояния контактов выходных реле во время проведения испытания, до того как реле вновь включится (восстановление питания).

Допускается прерывание связи с реле при проведении испытания с последующим восстановлением без постороннего вмешательства.

## **13.2 Напряжение питания, перерывы питания и т.п.**

### **13.2.1 Перерыв питания напряжения постоянного оперативного тока**

#### **13.2.1.1 Реле серии P540**

IEC 60255-11: 1979

Перерывы питания от источника постоянного тока 2, 5, 10, 20 мс. Поведение реле – класс А.

Перерывы питания от источника постоянного тока 50, 100, 200 мс, 40 сек. Поведение реле – класс С.

#### **13.2.1.2 Модуль GPS P594**

IEC 60255-11: 1979

Перерывы питания от источника постоянного тока 2, 5, 10, 20 мс. Поведение реле – класс А.

Перерывы питания от источника постоянного тока 50, 100, 200 мс, 40 сек. Поведение реле – класс С.

### **13.2.2 Колебания напряжения постоянного оперативного тока**

#### **13.2.2.1 Реле серии P540**

IEC 60255-11: 1979

Наложение на максимальное и минимальное рабочее напряжение питания от источника постоянного тока напряжения пульсации с частотой 100Гц и величиной 12% от наибольшего напряжения постоянного тока.

Поведение реле – Класс А.

#### **13.2.2.2 Модуль GPS P594**

IEC 60255-11: 1979

Наложение на максимальное и минимальное рабочее напряжение питания от источника постоянного тока напряжения пульсации с частотой 100Гц и величиной 12% от наибольшего напряжения постоянного тока.

Поведение реле – Класс А.

## **13.3 Провалы и перерывы переменного напряжения питания**

### **13.3.1 Кратковременные перерывы напряжения питания от источника переменного оперативного тока**

#### **13.3.1.1 Реле серии P540**

IEC 61000 – 4 - 11: 1994

Перерывы питания от источника переменного тока 2, 5, 10, 20 мс.  
Поведение реле – класс А.

Перерывы питания от источника переменного тока 50, 100, 200 мс, 1 сек, 40 сек.  
Поведение реле – класс С.

### **13.3.2 Кратковременные провалы напряжения питания от источника переменного оперативного тока**

#### **13.3.2.1 Реле серии P540**

IEC 61000 – 4 - 11: 1994

100% провалы переменного напряжения питания 2, 5, 10, 20мс.

Поведение реле – Класс А

100% провалы переменного напряжения питания 50, 100, 200 мс, 1 сек, 40 сек.

Поведение реле – Класс С.

60% провалы переменного напряжения питания 2, 5, 10, 20мс.

Поведение реле – Класс А

60% провалы переменного напряжения питания 50, 100, 200 мс, 1 сек, 40 сек.

Поведение реле – Класс С.

30% провалы переменного напряжения питания 2, 5, 10, 20мс.

Поведение реле – Класс А

30% провалы переменного напряжения питания 50, 100, 200 мс, 1 сек, 40 сек.

Поведение реле – Класс С.

### **13.4 Высокочастотные возмущения.**

Реле серии P540 и GPS приемник P594

МЭК 60255-22-1: 1988 Класс III

Возмущения частотой 1 МГц,

Устройство выдерживает воздействие импульса напряжения величиной 2,5 кВ приложенного к независимым цепям (см. ниже) и относительно корпуса.

Цепи питания, цепи ТТ, цепи ТН, оптовходы, контакты выходных реле, IRIG-B и задний порт связи EIA(RS)485

Устройство выдерживает воздействие импульса напряжения величиной 1,0 кВ приложенного между зажимами объединенных независимых цепей.

Цепи питания, цепи ТТ, цепи ТН, оптовходы, контакты выходных реле.

Поведение реле – Класс А

#### **Кратковременные возмущения.**

Реле серии P540 и GPS приемник P594

МЭК 60255-22-4: 2002 (EN 61000 -4-4: 1995), Класс IV и Класс III

Напряжение 2 кВ при частоте 5 кГц (Класс III) и 4 кВ при частоте 2,5 кГц (Класс IV), непосредственное подключение.

Цепи питания, цепи ТТ, цепи ТН, оптовходы, контакты выходных реле.

Напряжение 2 кВ при частоте 5 кГц (Класс III) и 4 кВ при частоте 2,5 кГц (Класс IV), подключение через емкость.

IRIG-B, клеммы подключения линий связи

Поведение реле – Класс А

### **13.5 Кондуктивное и радиоизлучение (P540 и GPS приемник P594)**

#### **13.5.1 Кондуктивное излучение**

EN 55022:1998 (IEC 60255-25:2000)

0.15 - 0.5МГц, 79 дБмкВ (квазибросок) 66 дБмкВ (средняя величина).

0.5 - 30МГц, 73 дБмкВ (квазибросок) 60 дБмкВ (средняя величина).

#### **13.5.2 Радиочастотное излучение**

EN 55022:1998 (IEC 60255-25:2000), Класс А, IEC 60255-25:2000 Класс А

30 - 230МГц, 40 дБмкВ/м на расстоянии измерения 10 м.

230 - 1000МГц, 47 дБмкВ/м при расстоянии измерения 10 м.

### **13.6 Защищенность от кондуктивного и радиоактивного излучения**

#### **13.6.1 Защищенность от кондуктивных излучений**

EN 61000-4-6: 1996, Уровень 3. (IEC 60255-22-6: 2001)

10В при 1кГц 80% ам., 150 кГц ÷ 80 МГц.

Тестирование в отдельных точках при 27МГц, 68МГц

Поведение реле: Класс А.

#### **13.6.2 Защищенность от радиоизлучений**

EN 61000-4-3: 2002, Уровень 3. (IEC 60255-22-3: 2000 Класс III)

10 В/м при 80 МГц – 1 ГГц при 1кГц 80% ам.

Тестирование в отдельных точках при 80 МГц, 160 МГц, 450 МГц, 900 МГц (частота повторяемости 200Гц циклов 50% длительности воздействия).

Поведение реле: Класс А.

#### **13.6.3 Защищенность от излучений цифровых радиотелефонов**

EN 61000-4-3: 2002, Уровень 4

30 В/м от 800 МГц до 960 МГц, и

30 В/м от 1.4 ГГц до 2.0 ГГц, при 1 кГц 80% АМ.

Поведение реле: Класс А

### **13.7 Электростатический разряд (P540 и GPS приемник P594)**

EN 61000-4-2: 1995 Класс 3 и Класс 4 (EN 60255-22-2: 1996)

Класс 4: атмосферный разряд в 15 кВ

Класс 4: контактный разряд в 8 кВ

Опыты проводятся при снятой и установленной защитной крышке.

Поведение реле: Класс А.

### 13.8 Пики напряжения (P540 и GPS приемник P594)

IEC 61000-4-5: 1995 Уровень 4. (EN 60255-22-5: 2002)

4кВ в общем режиме при импедансе источника 12 Ом, , 2кВ в дифференциальном режиме при импедансе источника 2 Ом , уровень 4.

Цепи питания.

4кВ в общем режиме при импедансе источника 42 Ом, , 2кВ в дифференциальном режиме при импедансе источника 42 Ом , уровень 4.

Оптовходы, выходные реле, встроенный источник напряжения, цепи ТТ, цепи ТН.

4кВ в общем режиме при импедансе источника 2 Ом относительно экрану кабеля.

Зажимы для подключения кабелей связи, и порт IRIG-B.

2кВ в общем режиме при импедансе источника 42 Ом относительно заземления каждой линии.

Связь Ethernet RJ45.

Поведение реле: класс А

### 13.9 Помехи промышленной частоты (P540 и приемник GPS P594)

NGTS\* 2.13 Издание 3, Апрель 1998, раздел 5.5.6.9.

500В эфф. (между цепями и корпусом) (общий режим)

250В эфф. (между цепями) (дифференциальный режим))

Напряжение прикладывается к входам не связанным с частотой основной сети. Помехи на постоянно подключенные цепи коммуникации подавались методом наведенного напряжения.

Поведение реле: класс А

\* Техническая спецификация национальной энергосистемы Великобритании.

### 13.10 Стойкость к перенапряжениям (P540 и приемник GPS P594)

ANSI/IEEE C37.90.1 (2002)

Испытание генерированным сигналом

Напряжение 2,5 кВ, 1МГц – в режимах испытаний цепей относительно корпуса и между независимыми цепями прикладывалось ко всем цепям за исключением клемм подключения каналов связи и IRIG-B, которые испытываются только при подключении через конденсатор.

Испытание сигналом быстрых переходных процессов

Напряжения с пиковым значением 4кВ прикладывалось между всеми цепями и корпусом, а также между объединенными независимыми цепями, за исключением клемм подключения каналов связи и IRIG-B, которые испытываются только при подключении через конденсатор.

Поведение реле: Класс А

### **13.11 Стойкость к радиоизлучениям (P540 и приемник GPS P594)**

ANSI/IEEE C37.90.2 1995

35 В/м, 25 МГц – 1 ГГц, без модуляции, прикладывается с каждой стороны

35 В/м, 25 МГц – 1 ГГц, 100% импульсная модуляция, прикладывается только со стороны передней панели

Поведение реле: Класс А

### **13.12 Электромагнитное поле промышленной частоты (P540 и приемник GPS P594)**

IEC 61000-4-8: 1993 Уровень 5.

Поле напряженностью 100 А/м приложено длительно (постоянно) во всех плоскостях к испытываемому устройству находящемуся в состоянии готовности к работе и в сработавшем состоянии.

Поле напряженностью 1000 А/м приложено в течение 3 сек. во всех плоскостях к испытываемому устройству находящемуся в состоянии готовности к работе и в сработавшем состоянии.

Поведение реле: Класс А

### **13.13 Стойкость к импульсу электромагнитного поля (P540 и приемник GPS P594)**

IEC 61000-4-9: 1993 Уровень 5.

Импульс магнитного поля напряженностью 1000 А/м, параметры фронта 6,4 мксек/16 мксек прикладывается в обеих полярностях и во всех плоскостях к испытываемому устройству находящемуся в состоянии готовности к работе.

Поведение реле: Класс А

### **13.14 Стойкость к затухающему электромагнитному полю**

IEC 61000-4-10: 1993 Уровень 5.

Колебательные импульсы затухающего с частотой 0,1 МГц /1 МГц магнитного поля напряженностью 100 А/м, прикладывается в обеих полярностях и во всех плоскостях к испытываемому устройству находящемуся в состоянии готовности к работе. Время импульса 2 сек.

Поведение реле: Класс А

### **13.15 Стойкость к колебательным воздействиям (серия реле P540)**

EN61000-4-12: 1995, Уровень 3

2,5 кВ (пиковое значение) между независимыми цепями и заземлением корпуса.

1.0 кВ (пиковое значение) на клеммах одной и той же цепи.

Поведение реле: Класс А.

## 14. ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ АТМОСФЕРЫ

### 14.1 Температура (реле серии P540 и приемник GPS P594)

IEC 60068-2-1: 1990/A2: 1994 – Тест холодом

IEC 60068-2-2: 1974/A2: 1994 – Тест сухой жарой

IEC 60255-6: 1988

Диапазон рабочих температур, С <sup>0</sup> (время испытания в часах)		Диапазон температур хранения, С <sup>0</sup> (время испытания в часах)	
Холод	Сухая жара	Холод	Сухая жара
-25 (96)	+55 (96)	-25 (96)	+70 (96)

### 14.2 Влажность (реле серии P540 и приемник GPS P594)

IEC 60068-2-3: 1969

56 дней при относительной влажности 93% (+2% -3%) и температуре 40°± 2°С

IEC 60068-2-30: 1980

Циклическое воздействие шесть раз (12 + 12 часовых циклов) температурой 55С±20С при относительной влажности 93%±3% и температурой 250С±30С при относительной влажности 93%±3%

### 14.3 Защита корпуса

IEC 60529: 2001

IP 52 передняя панель

IP30 стенки корпуса

IP10 задняя часть корпуса

IP5x – Защита от пыли, допускается ограниченное проникновение внутрь корпуса

IP3x – Защита от твердых предметов диаметром 25мм и более

IP3x - Защита от твердых предметов диаметром 50мм и более

IPx2 – Защита в течении 2,5 минут от вертикально падающих капель воды в 4 фиксированных положения реле с наклоном в 15<sup>0</sup> к вертикали и расходом воды 3мм/мин

IPx0 – Без защиты от проникновения воды



## 15. ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

### 15.1 Критерии оценки поведения устройства

Для оценки результатов механического воздействия на реле MiCOM используются критерии описанные ниже.

#### 15.1.1 Классы жесткости воздействия

В следующей таблице приведена применимость воздействия на устройство для проверки устойчивости к вибрации, ударам, толчкам, а также сейсмостойкости в зависимости от класса жесткости воздействия.

Класс	Типовое применение
1	Измерительные приборы и устройства релейной защиты эксплуатирующиеся в нормальных условиях на электростанциях, подстанциях энергосистем и подстанциях промышленных предприятий, а также транспортирующиеся в нормальных условиях.
2	Измерительные приборы и устройства релейной защиты для которых требуется очень высокий запас прочности или эксплуатирующиеся в условиях повышенной вибрации (возможность ударов, толчков и сейсмического воздействия), например на морских судах или транспортирующиеся в сложных условиях.

#### 15.1.2 Вибрация (синусоидальная)

IEC 60255-21-1: 1988

Изменяющаяся частота - от 58 до 60Гц.

##### Вибрация

Класс жесткости	Максимальное перемещение ниже пересекающихся частот (мм)	Максимальное ускорение выше пересекающихся частот (gn)	Количество размахов по каждой из осей	Диапазон частот (Гц)
2	0,075	1	1	10-150

##### Вибростойкость

Класс жесткости	Максимальное ускорение (gn)	Количество размахов по каждой из осей	Диапазон частот (Гц)
2	2,0	20	10-150

#### 15.1.3 Удары и толчки

IEC 60255 – 21 – 2: 1988

Тип испытания	Класс жесткости	Максимальное ускорение (gn)	Длительность импульса (мс)	Количество импульсов в каждом направлении
Удары	2	10	11	3
Ударостойкость	1	15	11	3
Толчки	1	10	16	1000

### 15.1.4 Сейсмостойкость

IEC 60255-21-3:1993

Пересекающиеся частоты от 8 до 9Гц

X = горизонтальная ось, y = вертикальная ось

Класс жесткости	Максимальное перемещение ниже пересекающихся частот (мм)		Максимальное ускорение выше пересекающихся частот (gn)		Количество циклов размахов по каждой из осей	Диапазон частот (Гц)
	X	Y	X	Y		
2	7,5	3,5	2,0	1,0	1	1-35

## 16. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ

### 16.1 Гармонические составляющие сигнала (реле серии P540)

Приведенные далее погрешности являются дополнительными погрешностями по отношению к указанным ранее в отсутствие гармонических составляющих.

Гармоники с 2-й по 17-ю	10% по отношению к основной гармонике
Изменения/ оптовходы с включенными фильтрами входного сигнала	Гармоники не оказывают влияния на измерения и работу оптовходов (при включенных фильтрах)
Функция определения места повреждения (ОМП)	$\pm 2\%$ от длины линии

### 16.2 Частота (реле серии P540)

Рабочий диапазон частот 45 – 65 Гц	Влияние	
МТЗ	Частота не влияет на работу функции	
ЗНЗ	Частота не влияет на работу функции	
ЧЗНЗ	Частота не влияет на работу функции	
Осциллограф (регистратор переходных режимов)	Частота не влияет на работу функции	
Контроль синхронизма и частоты скольжения	Частота не влияет на работу функции	
Дифференциальная защита	При одностороннем питании КЗ	$\pm (f - f_n) / f_n \%$
	При двустороннем питании КЗ	$\pm 2 * (f - f_n) / f_n \%$

## 17. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЛЕ

### 17.1 Бросок тока намагничивания трансформатора (модели P541 и P542)

#### 17.1.1 Уровни уставок

Уставка	Диапазон регулирования	Шаг
Id High Set (уставка высокого уровня дифференциального органа защиты)	4 – 32 А	0.01 А

#### 17.1.2 Точность

Минимальная уставка Id для обеспечения стабильности защиты (60MVA)	> 40% максимального пикового значения броска тока намагничивания
Время срабатывания	< 40 мс

### 17.2 Проверка стабильности защиты при реверсе тока (реле серии P540)

#### 17.2.1 Функциональные возможности

Реле должно оставаться стабильным (не срабатывать излишне) при реверсе тока по защищаемой линии (фидеру).

#### 17.2.2 Оценка работы реле

Стабильность реле при реверсе тока по линии	Обеспечивается
---	----------------

### 17.3 Компенсация емкостного тока заряда линии (модели реле P543, P544, P545 и P546)

#### 17.3.1 Уровни уставок

Уставка	Диапазон регулирования	Шаг
Susceptance (Реактивная проводимость)	0.01мкСим – 10 Сим	0.01 мкСим

#### 17.3.2 Оценка работы реле

При выведенной компенсации емкостного тока заряда линии	Для обеспечения стабильности реле, уставка Is1 должна задаваться не менее чем в 2.5 раза выше чем зарядный ток в нормальном режиме
При введенной компенсации емкостного тока заряда линии	Уставка Is1 может быть задана ниже зарядного тока в нормальном режиме без риска излишней (неправильной) работы реле.

## 17.4 Тормозная характеристики реле для работы в переходных режимах переключения каналов связи (реле серии P540 - P545/P546 в при выведенной синхронизации по сигналам GPS)

### 17.4.1 Уровни уставок

Уставка	Диапазон регулирования	Шаг
Comm. Delay Tol. (таймер неисправности канала связи)	250 – 1000 мкс	50 мкс
Char mod time (таймер длительности работы с временной тормозной характеристикой дифференциальной защиты)	0 – 2с	100 мкс

### 17.4.2 Оценка работы реле

Уставки контроля увеличения времени прохождения сигнала	Изменение параметров тормозной характеристики дифференциальной защиты на заданное время
Точность работы таймеров	$\pm 2\%$ или 20мс (что больше)

## 18. РАЗНОЕ

### 18.1 Аналоговые входы, логические входы, выходные реле (реле P540)

Реле	Входы для ТТ 1А/5А	Входы ТН 100/120В	Логические входы	Выходные реле	Светоиндикаторы (LED)	Испытательный порт
P541	4	0	8	7	8	Вых. лог. TTL
P542	4	0	16	14	8	Вых. лог. TTL
P543	5	4	16	14	8	Вых. лог. TTL
P544	9	3	16	14	8	Вых. лог. TTL
P545	5	4	24	32	8	Вых. лог. TTL
P546	9	3	24	32	8	Вых. лог. TTL
			Индикация статуса на ЖКД	Индикация статуса на ЖКД	При проверке доступна таблица теста по ИЧМ	Сигналы DDB* могут быть назначены для контроля на испытательный порт.

\* DDB – Digital Data Bus (Цифровая Шина Данных)

### 18.2 Интерфейс пользователя с передней панели (реле P540)

Уставки всех функций реле, за исключением логической схемы, логики связи между реле серии MiCOM (GOOSE) и конфигурации DNP могут быть заданы по интерфейсу передней панели реле	Соответствует
Таймер отключения обратной подсветки дисплея (таймер перехода в режим ожидания)	15 мин ±1мин
Отключаемая защита паролем доступа	Соответствует

### 18.3 Встроенная батарея (реле серии P540)

Срок службы (при условии что реле имеет питание в 90% времени)	> 10 лет
Литиевая тионил хлоридная батарея 3,6В размера ½ AA (наименование усовершенствованной батареи LS14250)	
Индикация снижения напряжения батареи, ее отсутствия или неисправности.	Выполняется
Защита реле от установки батареи в неправильной полярности	Выполняется
Замена (удаление) батареи при наличии питания реле не ведет к потере записей регистраторов событий, аварий, осциллограмм и нарушения хода встроенных часов.	Выполняется

#### 18.4 Контроль колебаний частоты (реле серии P540)

Реле контролирует изменения частоты в пределах рабочего диапазона	45 – 65 Гц
Контроль частоты по каналам измерения тока и напряжения	Выполняется
Реле контролирует выход за рабочий диапазон частоты каналов измерения напряжения и тока	
Влияние гармонических составляющих	Влияние отсутствует, т.к. реле контролирует только частоту основной гармоники

#### 18.5 Совместимость с шиной данных K-Bus (реле серии P540)

Реле с интерфейсом K-Bus допускает совместную работу с другими реле использующим протокол связи K-Bus	Соответствует
Работа порат реле K-Bus на удалении до 1км с нагрузкой с любого конца линии связи	Соответствует

### 19. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ (РЕЛЕ СЕРИИ P540 И GPS ПРИМЕНИК P594)

Соответствие требованиям директивы Европейского Союза 89/336/ЕЕС с поправками 93/68/ЕЕС заявлено по стандартной процедуре.

Технический сертификат и Сертификат соответствия были выданы уполномоченным компетентным органом.

Для подтверждения соответствия был использован специальный стандарт:

EN 50263: 2000 «Стандарт по электромагнитной совместимости устройств измерения и защиты»

### 20. СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЙ К НИЗКОВОЛЬТНЫМ УСТРОЙСТВАМ (РЕЛЕ 540 И GPS ПРИМЕНИК P594)

Обеспечивается соответствие требованиям директивы Европейского Союза по низковольтным устройствам 72/73/ЕЕС со ссылкой на общие (для данного вида устройств) стандарты по электробезопасности:

EN 61010-1: 2001

EN 60950-1: 2001

