

34 3334

Утвержден
ППК1.100.000 РЭ – ЛУ



**УСТРОЙСТВО РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И
АВТОМАТИКИ
серии **OmegaProt****

Руководство по эксплуатации

ППК1.100.000 РЭ

ООО "ПАРМА ПРОТ"
Санкт-Петербург

Содержание

1	Описание и работа	5
1.1	Назначение	5
1.2	Технические характеристики	6
1.3	Описание функций защиты	10
1.4	Дополнительные функции	39
1.5	Подключение к волоконно-оптической линии связи	42
1.6	Состав изделия	43
1.7	Устройство и работа	44
1.8	Маркировка	46
1.9	Упаковка	46
2	Использование по назначению	47
2.1	Эксплуатационные ограничения	47
2.2	Подготовка устройства к использованию	47
2.3	Использование устройства	52
3	Техническое обслуживание	53
3.1	Общие указания	53
3.2	Меры безопасности при техническом обслуживании	53
3.3	Порядок технического обслуживания	54
3.4	Консервация	55
4	Текущий ремонт	56
5	Хранение	56
6	Транспортирование	56
7	Утилизация	56
	Приложение А Схемы подключения устройств серии OmegaProt	57
	Приложение Б Расчет уставок защиты двигателя от перегрева	59

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для ознакомления с возможностями, техническими характеристиками и правилами эксплуатации устройств серии OmegaProt.

РЭ содержит технические характеристики, описание работы, порядок подготовки и ввода в эксплуатацию, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации устройств.

К работе с устройствами могут быть допущены лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже 3, аттестованные в установленном порядке на право проведения работ в электроустановках потребителей до 1000 В и изучившие настоящее РЭ.

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на следующие исполнения устройств серии OmegaProt:

- DTI2-3f-ΩP-RUS – устройство двухступенчатой трехфазной максимальной токовой защиты;
- DTI2-3fs-ΩP-RUS – устройство двухступенчатой трехфазной максимальной токовой защиты с расширенным диапазоном уставок;
- DTI2-2fIo-ΩP-RUS – устройство двухступенчатой двухфазной максимальной токовой защиты и двухступенчатой ненаправленной токовой защиты нулевой последовательности;
- DTI2-IoFi-ΩP-RUS – устройство направленной токовой защиты нулевой последовательности;
- DMV-ΩP-RUS – устройство комплексной защиты электродвигателя.

При изучении устройств необходимо дополнительно руководствоваться следующими документами:

- "Программное обеспечение "Protect for Windows". Руководство пользователя";
- паспорт.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Устройство релейной защиты и автоматики серии OmegaProt ППК1.100.000 (далее – устройство) предназначено для применения в схемах релейной защиты и автоматики, а также для защиты электродвигателей малой и средней мощности.

1.1.2 Устройство в комплекте с устройством питания ОПТ, выполненном в конструктиве данной серии, может применяться на объектах без постоянного оперативного тока, а также для ближнего резервирования защит присоединений и обеспечивает действие защиты при повреждениях, сопровождающихся потерей постоянного оперативного тока и отказами в действии основных защит.

1.1.3 Устройства являются комплектными низковольтными устройствами и соответствуют требованиям ГОСТ Р 51321.1-2000 и могут устанавливаться в релейных отсеках КРУ, на панелях и шкафах в релейных залах и пультах управления электростанций и подстанций.

1.1.4 Устройство предназначено для эксплуатации в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха – от минус 20 до плюс 55 °С;
- относительная влажность при плюс 25 °С – до 98 %;
- атмосферное давление – от 550 до 800 мм рт. ст. (от 73,7 до 106,7 кПа);
- окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металлы;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации;
- синусоидальная вибрация вдоль вертикальной оси частотой от 10 до 100 Гц с ускорением не более 1 g;
- многократные удары частотой от 40 до 80 ударов в минуту с ускорением не более 3 g, длительность ударного ускорения – от 15 до 20 мс.

1.1.5 Устройство обеспечивает следующие эксплуатационные возможности:

- выполнение функций релейной защиты;
- сигнализацию срабатывания защит;
- ввод, хранение и отображение уставок защит;
- отображение текущих электрических параметров;
- фиксацию, хранение и отображение электрических параметров аварий;
- программное назначение релейных выходов устройства;
- непрерывный контроль работоспособности (самодиагностику);
- подключение к внешнему ПК по оптоволоконному каналу связи;
- выдачу команд аварийной и предупредительной сигнализации;
- гальваническую развязку всех входов и выходов, включая питание;

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные параметры

1.2.1.1 Питание устройства осуществляется от источника постоянного или выпрямленного тока, с номинальным значением напряжения (по заказу) 110 или 220 В. Рабочий диапазон напряжения питания от 88 до 264 В.

1.2.1.2 Мощность, потребляемая устройством от источника оперативного тока – не более 4,0 Вт.

1.2.1.3 Габаритные размеры устройства не более 131,0 × 90,0 × 109,0 мм.

1.2.1.4 Масса устройства без упаковки не более 1,12 кг.

1.2.2 Характеристики

1.2.2.1 Основные технические характеристики устройства приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Количество аналоговых входов, не более	3
Диапазон номинального первичного тока трансформатора тока, А	от 50 до 1500
Номинальное действующее значение переменного вторичного тока в фазах (I_n), А	1 5
Номинальное действующее значение переменного вторичного тока нулевой последовательности, А	0,1 1,0 5,0
Пределы основной относительной погрешности измерения силы тока, %, не более: <ul style="list-style-type: none"> – для каналов фазных токов: <ul style="list-style-type: none"> – в диапазоне (0,5 – 1,0) I_n – в диапазоне (1,0 – 25) I_n – для канала тока $3I_0$: <ul style="list-style-type: none"> – в диапазоне (0,1 – 0,3) I_n – в диапазоне (0,3 – 1,04) I_n 	<ul style="list-style-type: none"> – для каналов фазных токов: <ul style="list-style-type: none"> – в диапазоне (0,5 – 1,0) I_n: большее из ($\pm 6,0$ и ЕМР*) – в диапазоне (1,0 – 25) I_n: большее из ($\pm 4,0$ и ЕМР*) – для канала тока $3I_0$: <ul style="list-style-type: none"> – в диапазоне (0,1 – 0,3) I_n: большее из ($\pm 6,0$ и ЕМР*) – в диапазоне (0,3 – 1,04) I_n: большее из ($\pm 4,0$ и ЕМР*)
Диапазон значения напряжения нулевой последовательности, В	от 10 до 100
Номинальное значение частоты переменного тока, Гц	50
Диапазон изменения значения частоты переменного тока, Гц	от 45 до 55
Потребляемая мощность аналоговыми входами, ВА, не более: <ul style="list-style-type: none"> – тока (при $I_n = 5$ А) – напряжения (при $U_n = 220$ В) 	0,5 0,5

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра	Значение
Термическая устойчивость входов тока, не более: – длительно – в течение 1 с: – для $I_H = 5 \text{ A}$ – для $I_H = 1 \text{ A}$	$4 \times I_H$ $50 \times I_H$ $100 \times I_H$
Диапазон выдержек времени, мс	от 0 до 60000
Пределы абсолютной погрешности измерения выдержки времени, мс: – при длительности более 10 мс – при длительности более 1 с	± 3 ± 12
Количество дискретных входов, не более	1
Номинальное значение напряжение постоянного тока дискретного входа, В	220
Максимальное значение напряжения постоянного тока дискретного входа, В, не более	242
Уровень "0" (выключено) дискретного входа, В, не более	100
Уровень "1" (включено) дискретного входа, В, не менее	175
Значение тока потребления дискретного входа, мА, не более	2,5
Количество дискретных выходов	4
Номинальное коммутируемое напряжение, В	250
Длительно протекающий ток, А, не более	8
Сила тока при размыкании выходных контактов (при напряжении постоянного тока 220 В), А – активная нагрузка – нагрузка с постоянной времени $L/R = 40 \text{ мс}$	0,25 0,14
Примечание. ЕМР – единица младшего разряда индикатора.	

1.2.2.2 Дополнительная погрешность измерения токов и напряжений, а также дополнительная погрешность срабатывания устройства при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне не превышает 1 % на каждые 10 °С относительно 20 °С.

1.2.2.3 Дополнительная погрешность измерения токов, напряжений и срабатывания устройства при изменении частоты входных сигналов в диапазоне от 45 до 55 Гц не превышает 1 % на каждый 1 Гц относительно 50 Гц.

1.2.2.4 Диапазоны уставок и параметры срабатывания защит приведены в разделе 1.3.

1.2.2.5 Требования к электрической прочности и сопротивлению изоляции приведены в таблице 2.

1.2.2.6 В части электромагнитной совместимости устройства соответствуют требованиям ГОСТ Р 51522-99, как оборудование класса А с критерием качества функционирования А. Виды помех и уровни их воздействия приведены в таблице 3.

1.2.2.7 Степень защиты от проникновения твердых предметов и от проникновения воды по ГОСТ 14254-96 – IP20.

Таблица 2

Вид испытаний	Значение
Сопротивление изоляции всех независимых цепей по ГОСТ 30328	не менее 100 МОм
Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ 30328	2000 В, 1 мин, 50 Гц
Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ Р 50514-93	5 кВ

1.2.2.8 Сейсмические воздействия по МЭК 60255-21-3, класс 2.

1.2.2.9 В части пожароопасности устройства соответствуют требованиям МЭК 60695-2-10 и выдерживают воздействие раскаленной проволокой 650 °С.

Таблица 3

Вид помехи	Уровень воздействия	Основопологающий стандарт	Степень жесткости	Критерий качества функционирования
Электростатические разряды	± 6 кВ/ ± 8 кВ (контактный разряд/воздушный разряд)	ГОСТ Р 51317.4.2-99	3	А
Радиочастотное электромагнитное поле в полосе частот 80 – 1000 МГц	10 А/м	ГОСТ Р 51317.4.3-99	3	А
Магнитное поле промышленной частоты	100 А/м	ГОСТ Р 50648-94	5	А
Наносекундные импульсные помехи	± 4 кВ/ ± 2 кВ (порты электропитания и заземления/порт сигналов ввода-вывода)	ГОСТ Р 51317.4.4-99	4	А
Микросекундные импульсные помехи большой энергии	± 2 кВ	ГОСТ Р 51317.4.5-99	2	А
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями в полосе частот 150 кГц–80 МГц	10 В	ГОСТ Р 51317.4.6-99	3	А

Вид помехи		Уровень воздействия	Основополагающий стандарт	Степень жесткости	Критерий качества функционирования
Импульсное магнитное поле		300 А/м	ГОСТ Р 50649-94	4	А
Затухающее колебательное магнитное поле		30 А/м	ГОСТ Р 50652-94	4	А
Повторяющиеся колебательные затухающие помехи (для технических средств, применяемых на электрических подстанциях)		$\pm 2,5$ кВ/ ± 1 кВ ("провод – земля"/ "провод – провод")	ГОСТ Р 51317.4.12-99	3	А
Динамические изменения напряжения электропитания	провалы напряжения	70 % $U_{ном}$, 50 периодов	ГОСТ Р 51317.4.11-99	3	А
	прерывания напряжения	< 5 % $U_{ном}$, 10 периодов			
	выбросы напряжения	120 % $U_{ном}$, 50 периодов			
Пульсации напряжения электропитания постоянного тока		± 15 %	ГОСТ Р 51317.4.17-2000	4	А

1.2.3 Показатели надежности

1.2.3.1 Устройства в части требований по надежности соответствуют ГОСТ 4.148-85 и ГОСТ 27.003-90.

1.2.3.2 Средний срок службы устройств не менее 20 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию.

1.2.3.3 Средняя наработка на отказ не менее 87 000 ч.

1.2.3.4 Средняя вероятность отказа срабатывания 10^{-4} .

1.2.3.5 Средняя вероятность ложного срабатывания 10^{-4} .

1.3 Описание функций защиты

1.3.1 Состав функций защиты

1.3.1.1 Устройство имеет несколько исполнений, имеющих общую аппаратную платформу и различающихся составом функций защиты. Состав функций, в зависимости от исполнения устройства, приведен в таблице 4.

Таблица 4

Функция защиты	Исполнение				
	DT12-3f-QP-RUS	DT12-3fs-QP-RUS	DT12-2Ho-QP-RUS	DT12-1oFi-QP-RUS	DMV-QP-RUS
Трехфазная максимальная токовая защита с независимой времятоковой характеристикой*	2	2	–	–	–
Двухфазная максимальная токовая защита с независимой времятоковой характеристикой*	–	–	2	–	1
Ненаправленная максимальная токовая защита нулевой последовательности	–	–	2	–	1
Направленная максимальная токовая защита нулевой последовательности	–	–	–	2	–
Защита от несимметрии	–	–	–	–	1
Защита от перегрева ("тепловая модель")	–	–	–	–	1
Защита от короткого замыкания во время пуска	–	–	–	–	1
Защита от блокировки ротора	–	–	–	–	1
Защита от потери нагрузки	–	–	–	–	1
Примечание – по специальному заказу возможна поставка блоков с обратнoзависимой времятоковой характеристикой.					

1.3.2 Характеристики защит

1.3.2.1 Характеристики, общие для всех функций защиты, приведены в таблице 5. Параметры отдельных исполнений могут отличаться от значений, приведенных в таблице 5. В этом случае параметры приводятся в описании соответствующих исполнений.

1.3.2.2 При расчете уставок по времени необходимо учитывать, что полное время срабатывания защиты складывается из собственного времени срабатывания порогового органа и времени срабатывания таймера (уставки по времени). При нулевой уставке таймера время срабатывания защиты будет равно собственному времени срабатывания порогового органа.

Таблица 5

Наименование параметра	Значение
Пределы основной относительной погрешности срабатывания по току, %, не более	$\pm 4,0$
Собственное время срабатывания пороговых органов (при $I/I_{уст} \geq 1,2$), мс, не более	32
Коэффициент возврата, не менее	0,94

1.3.3 Трехфазная двухступенчатая максимальная токовая защита

1.3.3.1 Двухступенчатая максимальная токовая защита реализована в устройствах **ДТИ2-3ф-ОП-RUS**. Защита измеряет действующее значение первой гармонической составляющей токов фаз I_A , I_B и I_C . Измеренные значения тока каждой фазы сравниваются с уставками первой и второй ступеней МТЗ. Если ток одной или более фаз превышает уставку, формируется сигналы пуска соответствующей ступени ("Пуск $I_{a>>}$ ", "Пуск $I_{b>>}$ ", "Пуск $I_{c>>}$ ", "Пуск $I_{a>}$ ", "Пуск $I_{b>}$ ", "Пуск $I_{c>}$ ").

По сигналу пуска защиты (в одной или нескольких фазах) запускается таймер соответствующей ступени МТЗ. После окончания работы таймера формируются сигналы срабатывания защиты ("Сраб. $I_{a>>}$ " " Сраб. $I_{b>>}$ ", "Сраб. $I_{c>>}$ ", "Сраб. $I_{a>}$ ", "Сраб. $I_{b>}$ ", "Сраб. $I_{c>}$ "). Длительность работы таймеров задается уставкой отдельно для каждой ступени защиты.

Сигналы пуска и срабатывания защиты могут быть подключены к выходным реле устройства с помощью программной матрицы.

1.3.3.2 Уставки МТЗ по току вводятся в процентах от номинального тока аналогового входа устройства. Номинальный вторичный ток фазных трансформаторов тока должен совпадать с номинальным током аналоговых входов устройства.

Для правильного отображения результатов измерений фазных токов в окнах "Параметры сети" и "Параметры аварий" программы "Protect for Windows" необходимо ввести уставку "Ин.перв[ТТ]", равную номинальному первичному току фазного ТТ. Эта уставка предназначена только для правильного отображения первичных значений токов и не влияет на работу защит.

Уставки МТЗ приведены в таблице 6.

Таблица 6

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Номинальный первичный ток ТТ, А	Ин.перв[ТТ]	50	1500	25
Уставка по току первой ступени в процентах от номинального тока ТТ	$I_{>>}/I_n[ТТ]$	50	2500	5
Уставка по току второй ступени в процентах от номинального тока ТТ	$I_{>}/I_n[ТТ]$	50	2500	5
Уставка таймера первой ступени, мс	$I_{>>}[t]$	0	60000	10
Уставка таймера второй ступени, мс	$I_{>}[t]$	0	60000	10

Окно ввода уставок программы "Protect for Windows" показано на рисунке 1.

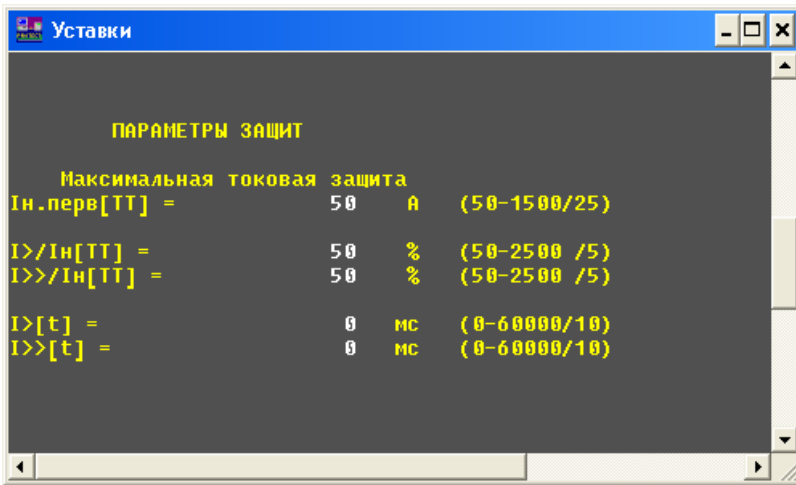


Рисунок 1 – Окно ввода уставок трехфазной максимальной токовой защиты.

1.3.3.3 Сигналы защиты и функции самодиагностики ("Самодиаг.") могут подключаться к выходным реле с помощью программной матрицы. Состав сигналов приведен в таблице 7.

Таблица 7

Наименование	Назначение
Пуск Ia>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе А
Пуск Ib>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе В
Пуск Ic>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе С
Сраб. Ia>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе А
Сраб. Ib>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе В
Сраб. Ic>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе С
Пуск Ia>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе А
Пуск Ib>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе В
Пуск Ic>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе С
Сраб. Ia>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе А
Сраб. Ib>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе В
Сраб. Ic>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе С
Сраб. Т1	Срабатывание первого дополнительного таймера
Сраб. Т2	Срабатывание второго дополнительного таймера
Самодиаг.	Сигнал системы самодиагностики устройства

На рисунке 2 показан пример настройки программной матрицы. Сигналы срабатывания первой и второй ступеней МТЗ (всех трех фаз) подключены к реле К1 – сигнал отключения выключателя.

The screenshot shows a window titled 'Уставки' (Settings) with a blue title bar. The main content area is titled 'ПАРАМЕТРЫ ПРОГРАММНОЙ МАТРИЦЫ' (Program Matrix Parameters). Below the title, there is a table with columns labeled K1, K2, K3, K4, KI, T1, and T2. The rows represent various control signals and their connections to these relays and timers. The table is as follows:

	K1	K2	K3	K4	KI	T1	T2
Пуск Ia>	-	+	-	-	-	-	-
Пуск Ib>	-	+	-	-	-	-	-
Пуск Ic>	-	+	-	-	-	-	-
Сраб. Ia>	+	-	-	-	-	+	-
Сраб. Ib>	+	-	-	-	-	+	-
Сраб. Ic>	+	-	-	-	-	+	-
Пуск Ia>>	-	-	-	-	-	-	-
Пуск Ib>>	-	-	-	-	-	-	-
Пуск Ic>>	-	-	-	-	-	-	-
Сраб. Ia>>	+	-	-	-	-	+	-
Сраб. Ib>>	+	-	-	-	-	+	-
Сраб. Ic>>	+	-	-	-	-	+	-
Сраб. T1	-	-	+	-	-	-	-
Сраб. T2	-	-	-	-	-	-	-
Самодиаг.	-	-	-	+	-	-	-

Рисунок 2 – Пример настройки программной матрицы DTI2-3f-OP-RUS.

Сигналы пуска второй (чувствительной) ступени МТЗ подключены к реле K2, например, для использования в схеме логической защиты шин.

Сигналы срабатывания первой и второй ступеней МТЗ действуют на пуск дополнительного таймера T1, выходной сигнал которого подключен к реле K3. Реле K3 может быть использовано в схеме УРОВ. В этом случае для таймера T1 должна быть задана уставка, равная задержке выдачи сигнала УРОВ.

Сигнал системы самодиагностики устройства подключен к выходному реле K4.

Столбец матрицы "KI" предназначен для подключения сигналов к программируемому светодиодному индикатору KI.

1.3.3.4 Текущее состояние устройства отображается в окне "Параметры сети" программы "Protect for Windows", показанном на рисунке 3. Фазные токи отображаются в первичных значениях. Для правильного пересчета вторичных значений в первичные должна быть введена уставка номинального первичного тока ТТ (1.3.3.2).

Устройство обеспечивает индикацию признаков пуска и срабатывания двух ступеней МТЗ отдельно по каждой фазе, а также счетчики срабатываний всех выходных реле устройства.

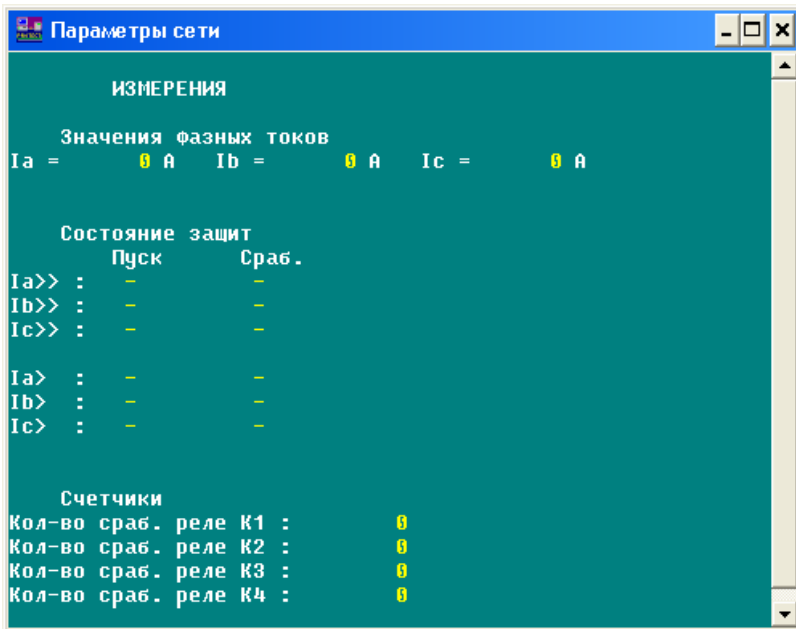


Рисунок 3 – Отображение параметров сети DTI2-3f-QP-RUS.

1.3.3.5 Устройство обеспечивает ведение журнала. Состав сигналов, регистрируемых в журнале событий, приведен в таблице 8.

Таблица 8

Наименование	Назначение
Пуск Ia>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе А
Пуск Ib>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе В
Пуск Ic>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе С
Сраб. Ia>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе А
Сраб. Ib>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе В
Сраб. Ic>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе С
Пуск Ia>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе А
Пуск Ib>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе В
Пуск Ic>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе С
Сраб. Ia>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе А
Сраб. Ib>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе В
Сраб. Ic>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе С
Сраб. реле K1	Срабатывание выходного реле K1
Сраб. реле K2	Срабатывание выходного реле K2
Сраб. реле K3	Срабатывание выходного реле K3
Сраб. реле K4	Срабатывание выходного реле K4

Наименование	Назначение
Ошибка АЦП	Сигнал системы самодиагностики устройства
Самодиаг.	Обобщенный сигнал системы самодиагностики устройства
Квитиование	Сигнал квитирования сигнализации

По каждому событию отображается метка времени с дискретностью 1 мс. Емкость журнала составляет 300 событий.

1.3.3.6 Устройство обеспечивает хранение в энергонезависимой памяти параметров 50 последних аварий (срабатываний защиты). Как показано на рисунке 4, по каждой аварии хранится:

- дата и время пуска защиты;
- дата и время возврата всех пусковых органов;
- зарегистрированные значения фазных токов (первичные значения);
- признаки пуска пороговых органов;
- признаки срабатывания выходных реле.

1.3.3.7 Устройство обеспечивает светодиодную индикацию срабатывания защит. Состав индикаторов устройства приведен в 1.4.2.

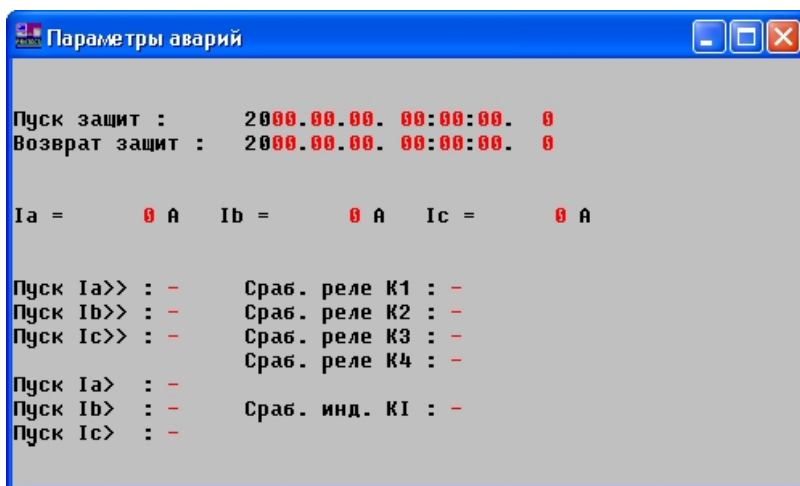


Рисунок 4 – Отображение параметров аварий DTI2-3f-OP-RUS.

1.3.4 Трехфазная двухступенчатая чувствительная максимальная токовая защита

1.3.4.1 Двухступенчатая максимальная токовая защита реализована в устройстве **DT12-3fs-QP-RUS**. Функционально защита совпадает с защитой, реализованной в устройстве **DT12-3f-QP-RUS**. Основным отличием является более низкий диапазон уставок по току. Устройство может использоваться для замены реле РТ-40/Р в схемах УРОВ, а также в специальных схемах токовой защиты на номинальные токи 1 или 5 А.

1.3.4.2 Уставки МТЗ приведены в таблице 9.

Таблица 9

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Номинальный первичный ток ТТ, А	Ин.перв[ТТ]	50	1500	25
Уставка по току первой ступени в процентах от номинального тока ТТ	$I>>/I_n[ТТ]$	5	2500	1
Уставка по току второй ступени в процентах от номинального тока ТТ	$I>/I_n[ТТ]$	5	2500	1
Уставка таймера первой ступени, мс	$I>>[t]$	0	60000	10
Уставка таймера второй ступени, мс	$I>[t]$	0	60000	10

Окно ввода уставок программы "Protect for Windows" показано на рисунке 5.

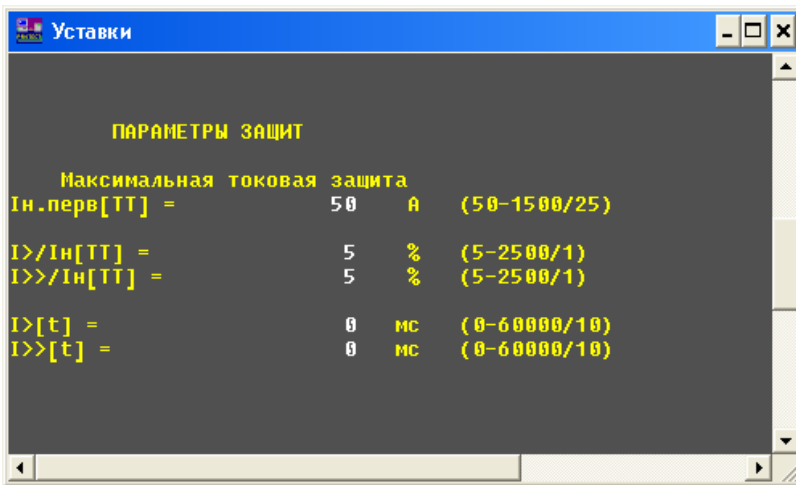


Рисунок 5 – Окно ввода уставок чувствительной трехфазной максимальной токовой защиты.

1.3.4.3 Характеристики функций защиты приведены в таблице 10.

Таблица 10

Наименование параметра	Значение
Пределы основной относительной погрешности срабатывания по току, %, не более:	
– в диапазоне от 5 до 15 % от I_n	$\pm 12,0$
– в диапазоне от 15 до 2500 % от I_n	$\pm 4,0$
Коэффициент возврата, не менее	0,90

1.3.5 Двухфазная двухступенчатая максимальная токовая защита и двухступенчатая токовая защита нулевой последовательности

1.3.5.1 Двухфазная двухступенчатая максимальная токовая защита и двухступенчатая ненаправленная токовая защита нулевой последовательности реализована в устройстве **DT12-2Ho-OP-RUS**.

Двухступенчатая двухфазная максимальная защита выполнена аналогично трехфазной МТЗ (1.3.3.1) за исключением того, что отсутствует контроль тока фазы В.

Двухступенчатая токовая защита измеряет действующее значение первой гармонической составляющей тока нулевой последовательности, поступающего на аналоговый вход $3I_0$ устройства. Измеренные значения тока нулевой последовательности сравниваются с уставками первой и второй ступеней ТЗНП. Если ток превышает уставку первой или второй ступени, то формируются признаки соответствующих ступеней защиты ("Пуск $3I_0>$ ", "Пуск $3I_0>>$ ").

По сигналам пуска защиты запускается таймер соответствующей ступени ТЗНП. После окончания работы таймера формируются сигналы срабатывания защиты ("Сраб. $3I_0>$ ", "Сраб. $3I_0>>$ "). Длительность работы таймеров задается уставкой отдельно для каждой ступени защиты.

Сигналы пуска и срабатывания защит могут быть подключены к выходным реле устройства с помощью программной матрицы.

1.3.5.2 Уставки МТЗ вводятся в процентах от номинального тока аналоговых входов фазных токов, уставки ТЗНП вводятся в процентах от номинального тока аналогового входа $3I_0$ устройства.

Для правильного отображения результатов измерений фазных токов и тока нулевой последовательности в окнах "Параметры сети" и "Параметры аварий" программы "Protect for Windows" необходимо ввести уставки "Ин.перв[ТТ]", равную номинальному первичному току трансформаторов фазных токов, и "3Ион.перв[ТТо]", равную номинальному первичному току ТТ нулевой последовательности. Эти уставки предназначены только для правильного отображения первичных значений токов и не влияют на работу защит.

Уставки двухфазной двухступенчатой максимальной токовой защиты и двухступенчатой токовой защиты нулевой последовательности приведены в таблице 11.

Таблица 11

Наименование параметра	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Номинальный первичный ток ТТ, А	И _{н.перв} [ТТ]	50	1500	25
Уставка первой ступени МТЗ по току в процентах от номинального тока ТТ	$I_{>>}/I_n[ТТ]$	50	2500	5
Уставка второй ступени МТЗ по току в процентах от номинального тока ТТ	$I_{>}/I_n[ТТ]$	50	2500	5
Уставка таймера первой ступени, мс	$I_{>>}[t]$	0	60000	10
Уставка таймера второй ступени, мс	$I_{>}[t]$	0	60000	10
Номинальный первичный ток трансформатора тока нулевой последовательности, А	3И _{он.перв} [ТТо]	50	1500	25
Уставка первой ступени ТЗНП по току в процентах от номинального тока ТТНП	3И _{о>>>/3И_{он}[ТТо]}	10	104	2
Уставка второй ступени ТЗНП по току в процентах от номинального тока ТТНП	3И _{о>>/3И_{он}[ТТо]}	10	104	2
Уставка таймера первой ступени ТЗНП, мс	3И _{о>>>[t]}	0	60000	10
Уставка таймера второй ступени ТЗНП, мс	3И _{о>>[t]}	0	60000	10
Уставка времени первого дополнительного таймера, мс	T1[t]	0	60000	10
Уставка времени второго дополнительного таймера, с	T2[t]	0	600	1

Окно ввода уставок программы "Protect for Windows" показано на рисунке 6.

1.3.5.3 Сигналы защит и функции самодиагностики устройства могут подключаться к выходным реле с помощью программной матрицы. Состав сигналов приведен в таблице 12.

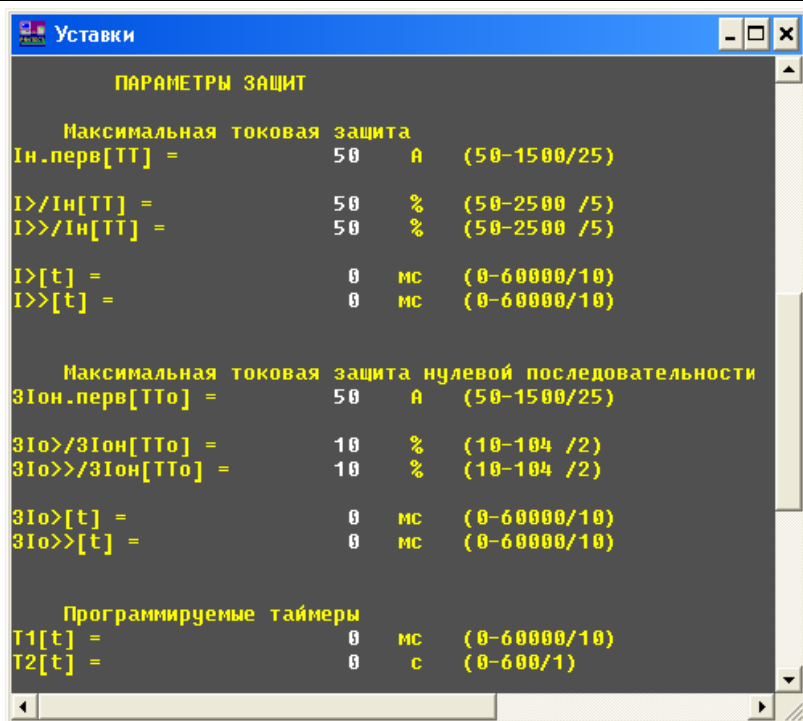


Рисунок 6 – Окно ввода уставок двухфазной максимальной токовой защиты и токовой защиты нулевой последовательности.

Таблица 12

Наименование	Назначение
Пуск Ia>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе А
Пуск Ic>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе С
Пуск 3Io>	Пуск второй ступени ТЗНП
Сраб. Ia>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе А
Сраб. Ic>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе С
Сраб. 3Io>	Срабатывание второй ступени ТЗНП
Пуск Ia>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе А
Пуск Ic>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе С
Пуск 3Io>>	Пуск первой ступени ТЗНП
Сраб. Ia>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе А
Сраб. Ic>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе С
Сраб. 3Io>>	Срабатывание первой ступени ТЗНП
Сраб. T1	Срабатывание первого дополнительного таймера
Сраб. T2	Срабатывание второго дополнительного таймера
Самодиаг.	Сигнал системы самодиагностики устройства

На рисунке 7 показан пример настройки программной матрицы. Сигналы срабатывания первой ступени МТЗ (в двух фазах) и первой ступени ТЗНП подключены к реле К1.

	K1	K2	K3	K4	K1	T1	T2
Пуск Ia>	-	-	-	-	-	-	-
Пуск Ic>	-	-	-	-	-	-	-
Пуск Io>	-	-	-	-	-	-	-
Сраб. Ia>	-	-	-	-	-	-	-
Сраб. Ic>	-	-	-	-	-	-	-
Сраб. 3Io>	-	-	-	-	-	-	-
Пуск Ia>>	-	-	-	-	-	-	-
Пуск Ic>>	-	-	-	-	-	-	-
Пуск 3Io>>	-	-	-	-	-	-	-
Сраб. Ia>>	+	-	-	-	-	+	-
Сраб. Ic>>	+	-	-	-	-	+	-
Сраб. 3Io>>	+	-	-	-	-	-	-
Сраб. T1	-	-	+	-	+	-	-
Сраб. T2	-	-	-	-	-	-	-
Самодиаг.	-	-	-	+	-	-	-

Рисунок 7 – Пример заполнения программной матрицы **DTI2-2fIo-QP-RUS**.

Сигналы срабатывания первой ступени МТЗ действуют на пуск таймера T1, выходной сигнал которого подключен к реле K3 (может быть использован в качестве сигнала срабатывания УРОВ). Сигнал таймера T1 также действует на включение светодиодного индикатора "К1".

Сигнал системы самодиагностики устройства подключен к выходному реле K4.

1.3.5.4 Текущее состояние устройства отображается в окне "Параметры сети" программы "Protect for Windows", показанном на рисунке 8. Фазные токи и ток нулевой последовательности отображаются в первичных значениях. Для правильного пересчета вторичных значений в первичные должны быть введены уставки номинального первичного тока ТТ и ТТНП (1.3.5.2).

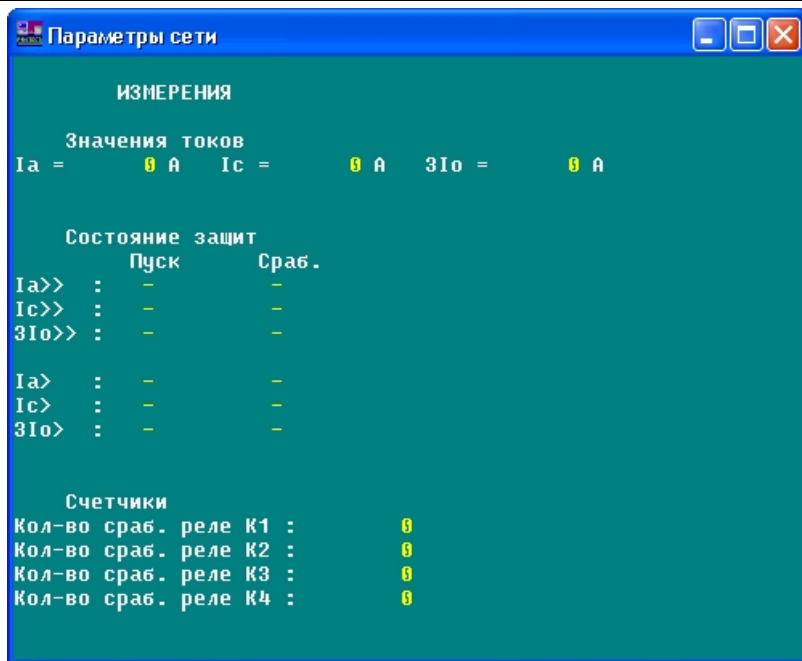


Рисунок 8 – Отображение текущего состояния DTI2-2По-OP-RUS.

Устройство обеспечивает индикацию признаков пуска и срабатывания двух ступеней МТЗ отдельно по каждой фазе, признаки пуска и срабатывания двух ступеней ТЗНП, а также счетчики срабатываний всех выходных реле устройства.

1.3.5.5 Устройство обеспечивает ведение журнала. Состав сигналов, регистрируемых в журнале событий, приведен в таблице 13.

Таблица 13

Наименование	Назначение
Пуск Ia>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе А
Пуск Ic>	Пуск второй ступени МТЗ в фазе С
Сраб. Ia>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе А
Сраб. Ic>	Срабатывание второй ступени МТЗ в фазе С
Пуск 3Io>	Пуск второй ступени ТЗНП
Сраб. 3Io>	Срабатывание второй ступени ТЗНП
Пуск Ia>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе А
Пуск Ic>>	Пуск первой ступени МТЗ в фазе С
Сраб. Ia>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе А
Сраб. Ic>>	Срабатывание первой ступени МТЗ в фазе С
Пуск 3Io>>	Пуск первой ступени ТЗНП
Сраб. 3Io>>	Срабатывание первой ступени ТЗНП

Продолжение таблицы 13

Наименование	Назначение
Сраб. реле К1	Срабатывание выходного реле К1
Сраб. реле К2	Срабатывание выходного реле К2
Сраб. реле К3	Срабатывание выходного реле К3
Сраб. реле К4	Срабатывание выходного реле К4
Квитирование	Сигнал квитирования сигнализации

По каждому событию отображается метка времени с дискретностью 1 мс. Емкость журнала составляет 300 событий.

1.3.5.6 Устройство обеспечивает хранение в энергонезависимой памяти параметров 50 последних аварий (срабатываний защиты). Как показано на рисунке 9, по каждой аварии хранится:

- дата и время пуска защит;
- дата и время возврата всех пусковых органов;
- зарегистрированные значения фазных токов и тока нулевой последовательности (первичные значения);
- признаки пуска пороговых органов;
- признаки срабатывания выходных реле.

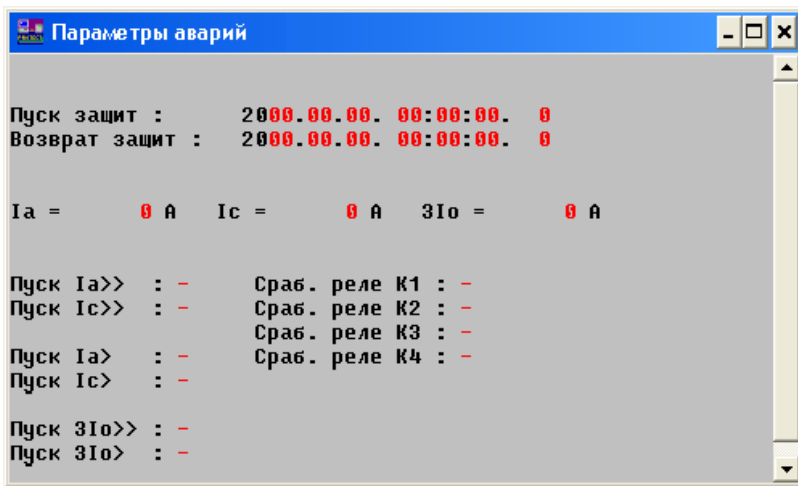


Рисунок 9 – Отображение параметров аварий DTI2-2По-OP-RUS.

1.3.5.7 Устройство обеспечивает светодиодную индикацию срабатывания защит. Состав индикаторов устройства приведен в 1.4.2.

1.3.6 Двухступенчатая направленная максимальная токовая защита нулевой последовательности

1.3.6.1 В устройстве **DT12-IoFi-OP-RUS** реализована двухступенчатая направленная максимальная токовая защита нулевой последовательности с независимой выдержкой времени.

Защита измеряет действующее значение первой гармонической составляющей тока и напряжения нулевой последовательности, поступающих на соответствующие аналоговые входы устройства. Измеренное значение тока сравнивается с уставками первой и второй ступени защиты. Пуск защиты происходит в том случае, когда ток превышает уставку и фазовый угол между током и напряжением нулевой последовательности находится в зоне срабатывания защиты. Угловая характеристика защиты настраивается пользователем с помощью соответствующих уставок.

По сигналам пуска защиты производится запуск таймеров соответствующих ступеней. После окончания работы таймеров формируются сигналы срабатывания ступеней защиты "Сраб. $3I_{0>>}$ " и "Сраб. $3I_{0>}$ ". Длительность работы таймеров задается уставкой отдельно для каждой ступени защиты.

Сигналы пуска и срабатывания защиты могут быть подключены к выходным реле устройства с помощью программной матрицы.

Устройство имеет один дискретный вход. Сигнал, подаваемый на этот вход, может быть использован в программной матрице.

1.3.6.2 Уставки защиты вводятся в процентах от номинального тока аналогового входа $3I_0$ устройства. Уставки двухступенчатой направленной токовой защиты нулевой последовательности приведены в таблице 14.

Таблица 14

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Уставка первой ступени защиты по току в процентах от номинального тока аналогового входа $3I_0$	$3I_{0>>}/3I_{0н}[TT_0]$	34	204	2
Уставка второй ступени защиты по току в процентах от номинального тока аналогового входа $3I_0$	$3I_{0>}/3I_{0н}[TT_0]$	34	204	2
Уставка таймера первой ступени защиты, мс	$3I_{0>>}[t]$	0	60000	10
Уставка таймера второй ступени защиты, мс	$3I_{0>}[t]$	0	60000	10
Минимальный угол зоны срабатывания, градусов	$Fi(3U_03I_0)min$	0	359	1
Максимальный угол зоны срабатывания, градусов	$Fi(3U_03I_0)max$	0	359	1
Ширина зоны гистерезиса на краях зоны срабатывания, градусов	$Fi(3U_03I_0)гист$	0	359	1
Уставка времени первого дополнительного таймера, мс	$T1[t]$	0	60000	10
Уставка времени второго дополнительного таймера, с	$T2[t]$	0	600	1

Угловая характеристика защиты показана на рисунке 10.

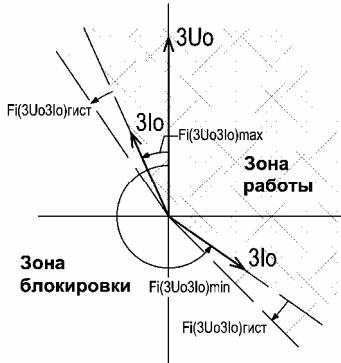


Рисунок 10 – Угловая характеристика токовой направленной защиты нулевой последовательности.

Окно ввода уставок программы "Protect for Windows" показано на рисунке 11.

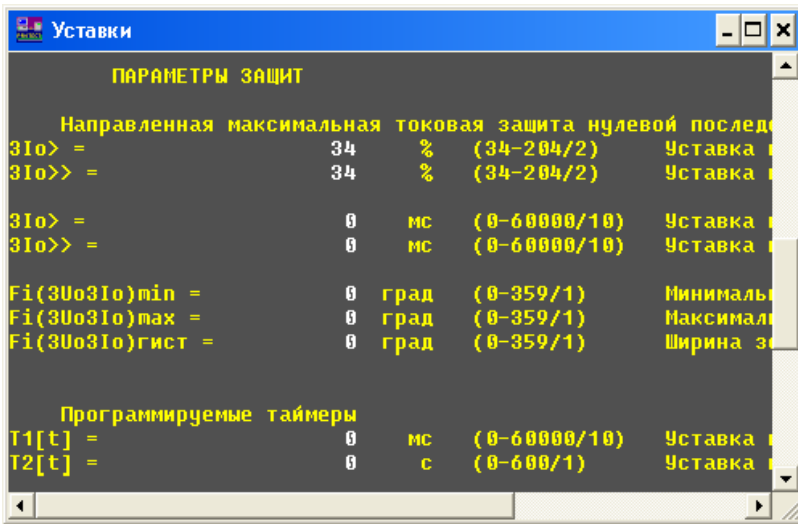


Рисунок 11 – Окно ввода уставок направленной токовой защиты нулевой последовательности.

1.3.6.3 Сигналы защит и функции самодиагностики устройства могут подключаться к выходным реле с помощью программной матрицы. Состав сигналов приведен в таблице 15.

Таблица 15

Наименование	Назначение
Пуск 3Io>	Пуск второй ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности
Сраб. 3Io>	Срабатывание второй ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности
Пуск 3Io>>	Пуск первой ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности
Сраб. 3Io>>	Срабатывание первой ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности
Д.Вход	Сигнал дискретного входа устройства
Сраб. Т1	Срабатывание первого дополнительного таймера
Сраб. Т2	Срабатывание второго дополнительного таймера
Самодиаг.	Сигнал системы самодиагностики устройства

На рисунке 12 показан пример настройки программной матрицы. Сигнал срабатывания первой ступени защиты подключен к реле К2, сигнал срабатывания второй ступени подключен к реле К1. Сигналы срабатывания первой и второй ступеней защиты действуют на пуск дополнительного таймера Т1. Выходной сигнал таймера Т1 подключен к реле К3 и светодиодному индикатору "К1".

Сигнал системы самодиагностики устройства подключен к выходному реле К4.

The screenshot shows a window titled 'Уставки' (Settings) with a dark background and yellow text. The title of the window is 'ПАРАМЕТРЫ ПРОГРАММНОЙ МАТРИЦЫ'. Below the title is a table with columns labeled K1, K2, K3, K4, T1, T2, and KI. The rows represent different protection and control signals, with '+' indicating a connection and '-' indicating no connection.

	K1	K2	K3	K4	T1	T2	KI
Пуск 3Io>	-	-	-	-	-	-	-
Сраб. 3Io>	+	-	-	-	+	-	-
Пуск 3Io>>	-	-	-	-	-	-	-
Сраб. 3Io>>	-	+	-	-	+	-	-
Д.Вход	-	-	-	-	-	-	-
Сраб. Т1	-	-	+	-	-	-	+
Сраб. Т2	-	-	-	-	-	-	-
Самодиаг.	-	-	-	+	-	-	-

Рисунок 12 – Программная матрица DT12-IoFi-OP-RUS.

1.3.6.4 Текущее состояние устройства отображается в окне "Параметры сети" программы "Protect for Windows", показанном на рисунке 13. Величина тока нулевой последовательности отображается в процентах от номинального тока аналогового входа 3I₀ устройства.

Устройство обеспечивает индикацию текущего значения фазового угла между током и напряжением нулевой последовательности, признака срабатывания реле направления мощности (зона сраб./зона блок.), сигналов пуска и срабатывания первой и второй ступени защиты, а также счетчики срабатываний выходных реле устройства.

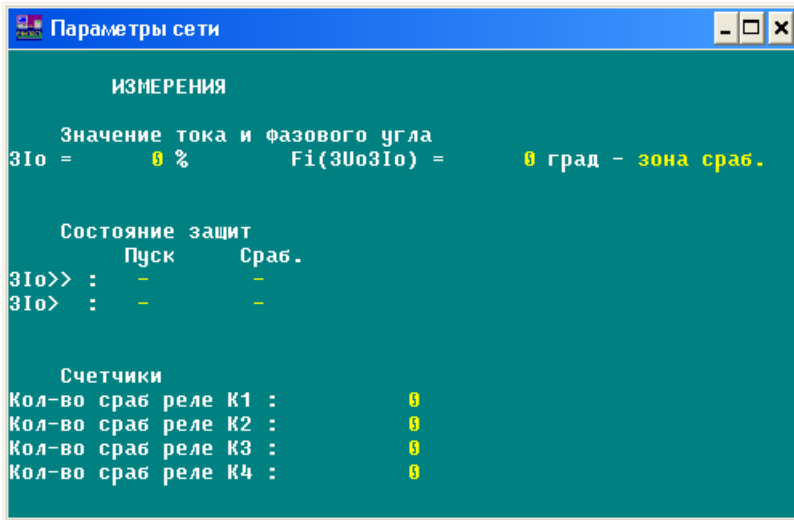


Рисунок 13 – Отображение текущего состояния **DTI2-IoFi-QP-RUS**.

1.3.6.5 Устройство обеспечивает ведение журнала. Состав сигналов, регистрируемых в журнале событий, приведен в таблице 16.

Таблица 16

Наименование	Назначение
Пуск $3I_0>$	Пуск второй ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности
Сраб. $3I_0>$	Срабатывание второй ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности
Пуск $3I_0>>$	Пуск первой ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности
Сраб. $3I_0>>$	Срабатывание первой ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности
Сраб. реле К1	Срабатывание выходного реле К1
Сраб. реле К2	Срабатывание выходного реле К2
Сраб. реле К3	Срабатывание выходного реле К3
Сраб. реле К4	Срабатывание выходного реле К4
Сост. Д.Входа	Сигнал состояния дискретного входа устройства
Ошибка EEPROM!	Сигнал системы самодиагностики устройства
Батарея разряжена!	Сигнал системы самодиагностики устройства
Квитирование	Сигнал квитирования сигнализации

По каждому событию отображается метка времени с дискретностью 1 мс. Емкость журнала составляет 300 событий.

1.3.6.6 Устройство обеспечивает хранение в энергонезависимой памяти параметров 50 последних аварий (срабатываний защиты). Как показано на рисунке 14, по каждой аварии хранится:

- дата и время пуска защит;
- дата и время возврата всех пусковых органов;
- зарегистрированное значение тока нулевой последовательности;
- признаки пуска пороговых органов;
- признаки срабатывания выходных реле;
- признак наличия сигнала, поданного на дискретный вход устройства.

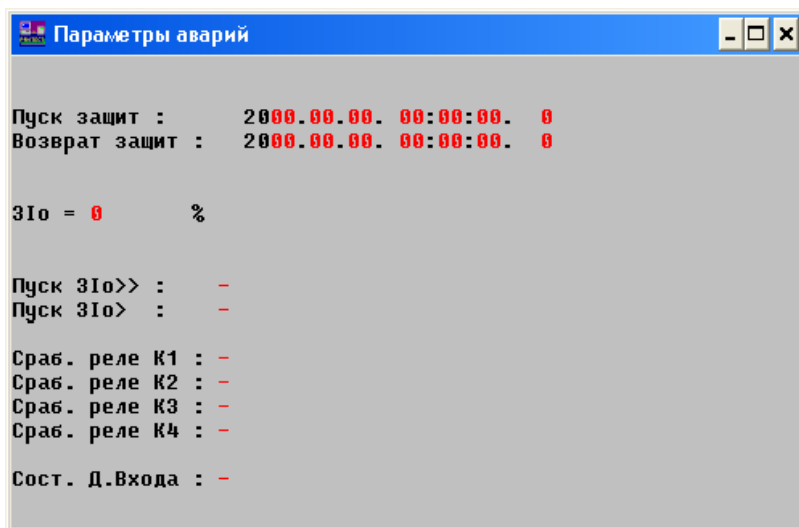


Рисунок 14 – Отображение параметров аварий **DTI2-IoFi-OP-RUS**.

1.3.6.7 Устройство обеспечивает светодиодную индикацию срабатывания защиты. Состав индикаторов устройства приведен в 1.4.2.

1.3.7 Комплексная защита электродвигателя

1.3.7.1 Комплексная защита электродвигателя реализована в устройстве **DMV-ΩP-RUS**. На аналоговые входы устройства подаются токи фаз А и С и ток нулевой последовательности $3I_0$. По этим сигналам рассчитываются действующие значения первой гармонической составляющей токов прямой и обратной последовательности.

В состав комплексной защиты электродвигателя входят:

- одноступенчатая максимальная токовая защита;
- защита от коротких замыканий во время пуска двигателя (ЗПД);
- защита от однофазных замыканий на землю;
- защита от несимметричных режимов работы;
- защита от перегрева ("тепловая модель");
- защита от блокировки ротора;
- защита от потери нагрузки.

1.3.7.2 Двухфазная максимальная токовая защита с независимой времятоковой характеристикой измеряет действующие значения первой гармонической составляющей токов фаз А и С. Измеренные значения токов сравниваются с уставкой защиты. Если ток превышает уставку, формируется сигнал пуска защиты "Пуск $I>(A,C)$ " и запускается таймер защиты. После окончания работы таймера формируется сигнал срабатывания защиты "Сраб. $I>(A,C)$ ". Длительность работы таймера определяется уставкой. Сигналы пуска и срабатывания защиты могут быть подключены к выходным реле устройства с помощью программной матрицы.

Максимальная токовая защита автоматически выводится из действия на время пуска двигателя (1.3.7.3), поэтому уставки МТЗ рекомендуется выбирать с учетом отстройки только нагрузочного тока двигателя (без учета отстройки от пускового тока).

Уставка МТЗ по току задается в процентах от номинального тока аналоговых входов фазных токов.

Для правильного отображения результатов измерений фазных токов в окнах "Параметры сети" и "Параметры аварий" программы "Protect for Windows" необходимо ввести уставки "Ин.перв[ТТ]", равную номинальному первичному току трансформаторов фазных токов. Эта уставка предназначена только для правильного отображения первичных значений токов и не влияет на работу защит.

Уставки максимальной токовой защиты приведены в таблице 17.

Таблица 17

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Номинальный первичный ток трансформаторов фазных токов	Ин.перв[ТТ]	50	1500	25
Уставка МТЗ по току в процентах от номинального тока ТТ фазных токов	$I>/I_n[ТТ]$	100	1500	10
Уставка таймера МТЗ, мс	$I>[t]$	0	60000	10
Программный ключ запрета действия МТЗ	Максимальная токовая защита	запрещено	разрешено	

На рисунке 15 показаны уставки МТЗ и защиты от однофазных замыканий на землю в окне программы "Protect for Windows".

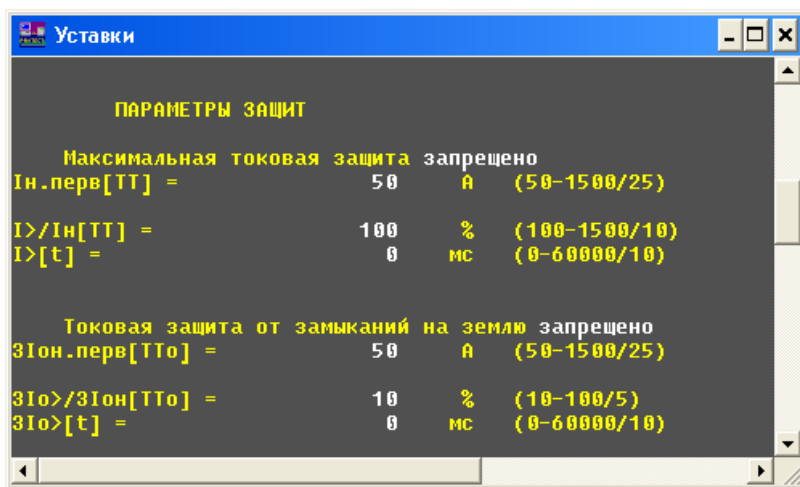


Рисунок 15 – Окно ввода уставок МТЗ и защиты от ОЗЗ.

1.3.7.3 Защита от коротких замыканий во время пуска двигателя выполнена в виде одноступенчатой максимальной токовой защиты. Защита автоматически вводится в действие при пуске двигателя и выводится из работы через заданное время. Длительность пуска двигателя определяется уставкой. На время действия этой защиты автоматически блокируется работа максимальной токовой защиты.

Момент пуска двигателя определяется по возрастанию тока прямой последовательности от нуля (менее 15 % от номинального тока) до значений, близких к номинальному току.

Защита действует с фиксированной выдержкой времени, равной 60 мс, предназначенной для отстройки от кратковременных бросков тока в начальный момент пуска. Сигнал срабатывания защиты "КЗ при пуске" может быть подключен к выходным реле устройства с помощью программной матрицы.

Уставки защиты от коротких замыканий при пуске двигателя приведены в таблице 18.

Таблица 18

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Уставка по току прямой последовательности в процентах от номинального тока ТТ фазных токов	Ппуск>/Ин[ТТ]	200	800	10
Уставка длительности пуска двигателя, с	tпуск	5	100	5
Программный ключ запрета действия защиты от КЗ при пуске	Защита от КЗ при пуске:	запрещено	разрешено	

На рисунке 16 показаны уставки защит от несимметрии, потери нагрузки и КЗ при пуске в окне программы "Protect for Windows".

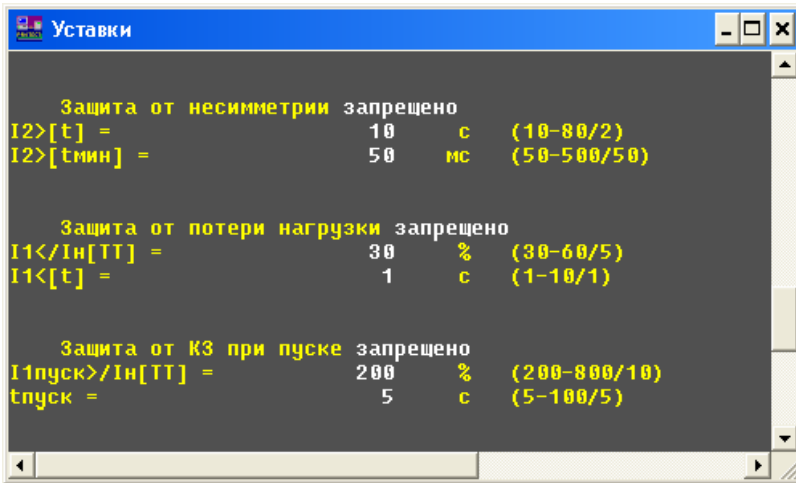


Рисунок 16 – Окно ввода уставок защит от несимметрии, потери нагрузки и КЗ при пуске.

1.3.7.4 Защита от однофазных замыканий на землю представляет собой одноступенчатую ненаправленную токовую защиту нулевой последовательности. Защита измеряет действующие значения первой гармонической составляющей тока $3I_0$. Измеренные значение токов сравнивается с уставкой защиты. Если ток превышает уставку, формируется сигнал пуска защиты "Пуск $3I_0>$ " и запускается таймер защиты. После окончания работы таймера формируется сигнал срабатывания защиты "Сраб. $3I_0>$ ". Длительность работы таймера определяется уставкой. Сигналы пуска и срабатывания защиты могут быть подключены к выходным реле устройства с помощью программной матрицы.

Уставка защиты от ОЗЗ по току задается в процентах от номинального тока аналогового входа тока $3I_0$.

Для правильного отображения результатов измерений тока $3I_0$ в окнах "Параметры сети" и "Параметры аварий" программы "Protect for Windows" необходимо ввести уставку " $3I_{0н.перв}[TTo]$ ", равную номинальному первичному току трансформатора тока нулевой последовательности. Эта уставка предназначена только для правильного отображения первичных значений токов и не влияет на работу защит.

Уставки защиты от ОЗЗ приведены в таблице 19.

Таблица 19

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Номинальный первичный ток ТТНП	$3I_{0н.перв}[TTo]$	50	1500	25
Уставка защиты от ОЗЗ по току в процентах от номинального тока ТТНП	$3I_{0>}/3I_{0н}[TTo]$	10	100	5
Уставка таймера защиты от ОЗЗ, мс	$3I_{0>}[t]$	0	60000	10
Программный ключ запрета действия защиты от ОЗЗ	Токовая защита от замыканий на землю	запрещено	разрешено	

Ввод уставок защиты от ОЗЗ в окне программы "Protect for Windows" показан на рисунке 15.

1.3.7.5 Защита от несимметричных режимов работы (несимметрии) представляет собой одноступенчатую токовую защиту обратной последовательности с обратнoзависимой времятоковой характеристикой.

Обратнoзависимая времятоковая характеристика обеспечивает быстрое отключение двигателя при существенно несимметричных режимах, таких как неправильное чередование фаз или обрыв одной фазы. При меньшей величине несимметрии питающих токов время срабатывания защиты увеличивается. Пуск защиты происходит при увеличении тока I_2 до 15 % от номинального тока двигателя $I_{нд}$. Номинальный ток двигателя $I_{нд}$ определяется уставкой. Задержка срабатывания защиты определяется по формуле:

$$t = \left(\frac{0,15 \cdot I_{нд}}{I_2} \right)^2 t_{нс}, \quad (1)$$

где $t_{нс}$ – уставка защиты от несимметрии по времени.

Минимальное время срабатывания защиты задается уставкой $I2>[t_{мин}]$.

Защита может быть выведена из действия программным ключом. Сигнал срабатывания защиты может быть подключен к выходным реле устройства с помощью программной матрицы.

Уставки защиты от несимметрии приведены в таблице 20.

Таблица 20

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Номинальный ток двигателя в процентах от номинального тока ТТ	$I_{нд}/I_{н}[TT]$	30	120	2
Уставка защиты от несимметрии по времени, с	$I2>[t]$	10	80	2
Минимальное время срабатывания защиты от несимметрии, мс	$I2>[t_{мин}]$	50	500	50
Программный ключ запрета действия защиты от несимметрии	Защита от несимметрии	запрещено	разрешено	

Ввод уставок защиты от несимметрии в окне программы "Protect for Windows" показан на рисунке 16.

1.3.7.6 Принцип действия защиты от перегрева основан на численном решении уравнения теплового баланса двигателя. Измеряя фазные токи, защита непрерывно вычисляет величину перегрева двигателя, то есть превышение температуры двигателя над температурой окружающей среды.

При работе двигателя текущее значение температуры вычисляется в соответствии с выражением:

$$T(t) = T_{OC} + \left[T_{НОМ} \left(\frac{I_{\Sigma}}{I_{НД}} \right)^2 - T_{OC} \right] \left[1 - e^{-\frac{t}{K_{НАГР}}} \right], \quad (2)$$

где T_{OC} – температура окружающей среды (воздуха);
 $T_{НОМ}$ – номинальная температура двигателя, то есть температура корпуса двигателя, длительное время работающего при номинальной нагрузке;
 I_{Σ} – эквивалентный ток нагрева двигателя;
 $I_{НД}$ – номинальный ток двигателя;
 $K_{НАГР}$ – постоянная времени нагрева двигателя;
 t – время.

После отключения двигателя его температура вычисляется в соответствии с выражением:

$$T(t) = T_{OC} e^{-\frac{t}{K_{ОХЛ}}}, \quad (3)$$

где $K_{ОХЛ}$ – постоянная времени охлаждения двигателя.

Защита учитывает различие влияния составляющих прямой и обратной последовательности на нагрев двигателя, поэтому эквивалентный ток вычисляется по формуле:

$$I_{\Sigma} = \sqrt{I_1^2 + (2I_2)^2}, \quad (4)$$

где I_1 – ток прямой последовательности;
 I_2 – ток обратной последовательности.

Вычисленное значение температуры двигателя сравнивается с уставками защиты. Защита имеет три порога срабатывания:

- T> предуп./Tном – температура выдачи предупредительного сигнала "Перегрев (предупр.)";
- T> отключ./Tном – температура срабатывания защиты на отключение "Перегрев (отключение)";
- T> запрет пуска/Tном – температура выдачи сигнала запрета пуска двигателя.

Пороги срабатывания защиты вводятся в процентах от номинальной температуры двигателя. Номинальная температура двигателя задается в градусах Цельсия. Для правильной работы защиты необходимо задать номинальный ток двигателя $I_{нд}/I_{н[ТТ]}$ (таблица 20).

Для работы защиты необходимо задать постоянные времени нагрева $K_{нагр}$ и охлаждения $K_{охл}$ двигателя. Эти параметры могут быть указаны в документации на двигатель или предоставлены заводом-изготовителем двигателя. Если получить эти параметры у изготовителя невозможно, то приближенные значения могут быть рассчитаны по методике, приведенной в приложении Б.

Для мощных двигателей, которые редко пускаются при нормальной эксплуатации, в конце пуска допустима большая величина перегрева. В этом случае возможно применение режима "Тяжелый пуск". Если включен режим тяжелого пуска, то во время пускового процесса в выражении (2) подставляется величина $I_{\Sigma}/2$, то есть учитывается только половина эквивалентного тока. После окончания пуска двигателя вычисление температуры производится обычным способом.

Не рекомендуется включать режим "Тяжелый пуск" при частых пусках двигателя. Это может привести ускоренному старению изоляции и уменьшению ресурса двигателя.

Уставки защиты от перегрева приведены в таблице 21.

Таблица 21

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Номинальный ток двигателя, % от номинального тока ТТ	Инд/Ин[ТТ]	30	120	2
Номинальная температура двигателя, град	Тном	10	100	1
Температура срабатывания предупредительной сигнализации в процентах от номинального значения перегрева	T> предуп./Тном	60	160	2
Температура срабатывания защиты на отключение в процентах от номинального значения перегрева	T> отключ./Тном	80	180	2
Температура запрета пуска двигателя в процентах от номинального значения перегрева	T> запрет пуска/Тном	60	160	2
Постоянная времени нагрева двигателя, с	Кнагр	2	200	1
Постоянная времени охлаждения двигателя в процентах от постоянной времени нагрева	Кохл	100	400	100
Программный ключ режима "Тяжелый пуск"	Режим "Тяжелый пуск"	запрещено	разрешено	
Программный ключ запрета действия защиты от перегрева	Тепловая защита	запрещено	разрешено	

На рисунке 17 показаны уставки защит от перегрева в окне программы "Protect for Windows".

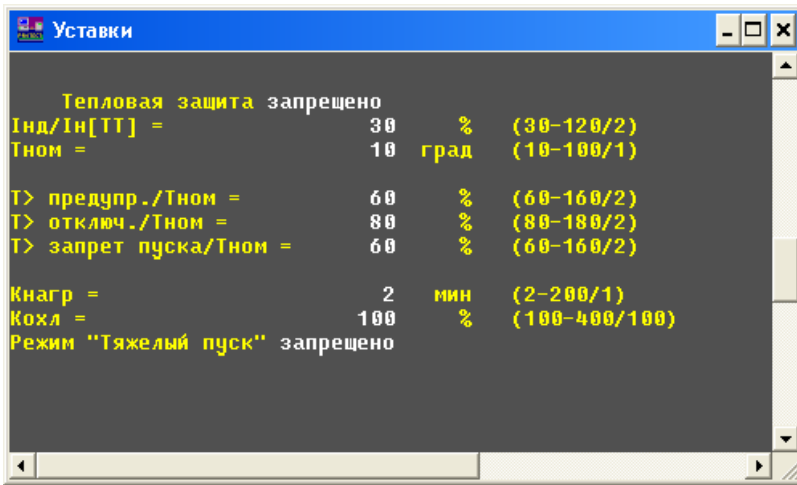


Рисунок 17 – Окно ввода уставок защит от перегрева.

1.3.7.7 Защита от блокировки ротора обеспечивает отключение двигателя в случае затянутого пуска или блокировки ротора. Пуск двигателя определяется по возрастанию тока двигателя от нулевого значения (1.3.7.3). В момент пуска двигателя запускается таймер длительности пуска. После окончания работы таймера (окончания пуска) защита вводится в действие на короткое время. Если величина тока прямой последовательности более чем в два раза превышает номинальный ток двигателя $I_{нд}$, то выдается сигнал срабатывания защиты "Блокировка ротора".

Уставки защиты от блокировки ротора приведены в таблице 22.

Таблица 22

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Номинальный ток двигателя в процентах от номинального тока ТТ	Инд/Ин[ТТ]	30	120	2
Программный ключ запрета действия защиты от блокировки ротора и КЗ при пуске	Защита от КЗ при пуске:	запрещено	разрешено	

1.3.7.8 Защита от потери нагрузки автоматически вводится в работу после окончания пуска двигателя (окончания работы таймера "Длительность пуска"). Защита контролирует величину тока прямой последовательности. Пуск защиты происходит при снижении тока ниже значения уставки защиты. Если значение тока прямой последовательности оказывается ниже 15 % от номинального тока ТТ, работа защиты автоматически блокируется. Защита действует с выдержкой времени, задаваемой уставкой. При срабатывании защиты формируется сигнал "Потеря нагрузки", который может быть подключен к выходным реле блока с помощью программной матрицы. Защита может быть выведена из действия соответствующим программным ключом.

Уставки защиты от потери нагрузки приведены в таблице 23.

Таблица 23

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Уставка срабатывания защиты по току прямой последовательности в процентах от номинального тока ТТ	$I_{</math>$	30	60	5
Уставка таймера защиты от потери нагрузки, с	$I_{</math>$	1	10	1
Программный ключ запрета действия защиты от потери нагрузки	Защита от потери нагрузки	запрещено	разрешено	

Уставки защит от потери нагрузки в окне программы "Protect for Windows" показаны на рисунке 16.

1.3.7.9 Сигналы защит и функции самодиагностики устройства могут подключаться к выходным реле с помощью программной матрицы. Состав сигналов приведен в таблице 24.

Таблица 24

Наименование	Назначение
Пуск $I_{>(A,C)}$	Пуск максимальной токовой защиты
Сраб. $I_{>(A,C)}$	Срабатывание максимальной токовой защиты
Пуск $3I_{0>$	Пуск токовой защиты нулевой последовательности (защиты от ОЗЗ)
Сраб. $3I_{0>$	Срабатывание токовой защиты нулевой последовательности (защиты от ОЗЗ)
$T_{>}$ предупр.	Предупредительный сигнал защиты от перегрева
$T_{>}$ отключ.	Срабатывание защиты от перегрева на отключение
$T_{>}$ запрет пуска	Сигнал запрета пуска двигателя защиты от перегрева
Сраб. $I_{2>$	Срабатывание защиты от несимметричных режимов работы
Потеря нагр.	Срабатывание защиты от потери нагрузки
КЗ при пуске	Срабатывание защиты от коротких замыканий во время пуска двигателя
Блок. ротора	Срабатывание защиты от блокировки ротора
Самодиаг.	Сигнал системы самодиагностики устройства

На рисунке 18 показан пример настройки программной матрицы. МТЗ, защиты от ОЗЗ, перегрева, несимметричных режимов работы, потери нагрузки, коротких замыканий при пуске и блокировки ротора подключены к реле К1 для действия на отключение выключателя. Предупредительный сигнал защиты от перегрева подключен к реле К2. Сигнал запрета пуска двигателя, формируемый защитой от перегрева, подключен к реле К3. Сигнал системы самодиагностики устройства подключен к выходному реле К4. Светодиодный индикатор "К1" не используется.

The screenshot shows a window titled 'Уставки' (Settings) with a blue title bar. The main content area is titled 'ПАРАМЕТРЫ ПРОГРАММНОЙ МАТРИЦЫ' (Program Matrix Parameters). Below the title, there is a table with columns labeled 'К1', 'К2', 'К3', 'К4', and 'КI'. The table lists various parameters and their corresponding values (plus, minus, or blank) for each column. The parameters are listed in Russian and include terms like 'Пуск I>(А,С)', 'Срав. I>(А,С)', 'Пуск 3Iо>', 'Срав. 3Iо>', 'Т> предуп.', 'Т> отключ.', 'Т> запрет пуска', 'Срав. I2>', 'Потеря нагр.', 'КЗ при пуске', 'Блок. ротора', and 'Самодиаг.'. The values are represented by '+' for positive, '-' for negative, and a blank space for no effect.

	К1	К2	К3	К4	КI
Пуск I>(А,С)	-	-	-	-	-
Срав. I>(А,С)	+	-	-	-	-
Пуск 3Iо>	-	-	-	-	-
Срав. 3Iо>	+	-	-	-	-
Т> предуп.	-	+	-	-	-
Т> отключ.	+	-	-	-	-
Т> запрет пуска	-	-	+	-	-
Срав. I2>	+	-	-	-	-
Потеря нагр.	+	-	-	-	-
КЗ при пуске	+	-	-	-	-
Блок. ротора	+	-	-	-	-
Самодиаг.	-	-	-	+	-

Рисунок 18 – Программная матрица **DMV-ΩP-RUS**.

1.3.7.10 Текущее состояние устройства отображается в окне "Параметры сети" программы "Protect for Windows", показанном на рисунке 19. Токи прямой и обратной последовательности отображаются в первичных значениях (1.3.7.2). Величина перегрева двигателя отображается в градусах Цельсия.

В средней части окна отображаются признаки пусков и срабатывания защит устройства. В нижней части окна выводятся счетчики срабатываний защит, счетчик количества пусков двигателя, а также счетчик моторесурса двигателя (количество отработанных часов).

1.3.7.11 Устройство обеспечивает ведение журнала. Состав сигналов, регистрируемых в журнале событий, приведен в таблице 25.

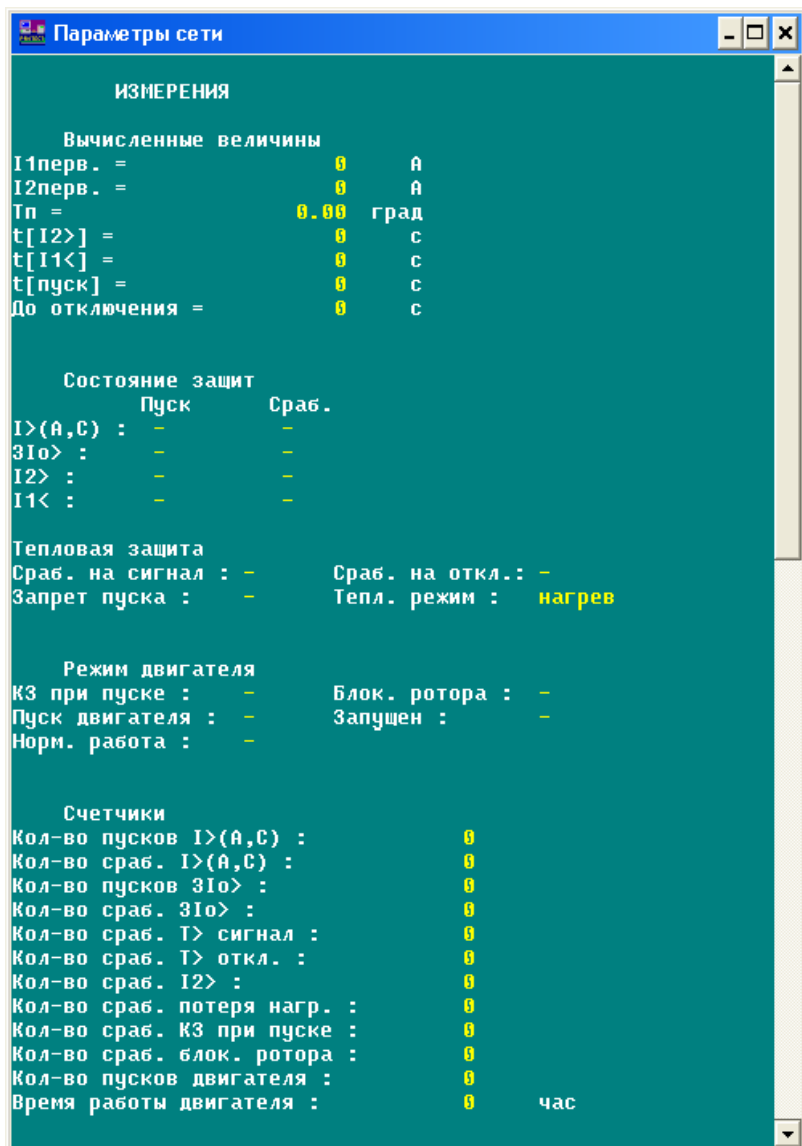


Рисунок 19 – Отображение текущего состояния DMV-QP-RUS.

Таблица 25

Наименование	Назначение
Пуск Ia>	Пуск МТЗ в фазе А
Пуск Ic>	Пуск МТЗ в фазе С
Сраб. I>	Срабатывание МТЗ
Пуск 3Io>	Пуск защиты от ОЗЗ
Сраб. 3Io>	Срабатывание защиты от ОЗЗ
T> сигнал	Предупредительный сигнал защиты от перегрева
T> откл.	Срабатывание защиты от перегрева на отключение
T> запрет пуска	Сигнал запрета пуска двигателя защиты от перегрева
Сраб. I2>	Срабатывание защиты от несимметричных режимов работы
Потеря нагрузки	Срабатывание защиты от потери нагрузки
КЗ при пуске	Срабатывание защиты от коротких замыканий во время пуска двигателя
Блок. ротора	Срабатывание защиты от блокировки ротора
Пуск двигателя	Срабатывание детектора пуска двигателя
Сраб. реле К1	Срабатывание выходного реле К1
Сраб. реле К2	Срабатывание выходного реле К2
Сраб. реле К3	Срабатывание выходного реле К3
Сраб. реле К4	Срабатывание выходного реле К4
Самодиаг.	Сигнал системы диагностики

По каждому событию отображается метка времени с дискретностью 1 мс. Емкость журнала составляет 300 событий.

1.3.7.12 Устройство обеспечивает хранение в энергонезависимой памяти параметров 50 последних аварий (срабатываний защиты). По каждой аварии хранится:

- дата и время пуска защит;
- дата и время возврата всех пусковых органов;
- зарегистрированные значения токов;
- признаки пуска пороговых органов;
- признаки срабатывания выходных реле.

1.3.7.13 Устройство обеспечивает светодиодную индикацию срабатывания защит. Состав индикаторов устройства приведен в 1.4.2.

1.4 Дополнительные функции

1.4.1 Дополнительные таймеры

1.4.1.1 Программное обеспечение устройств **DTI2-3f-OP-RUS**, **DTI2-3fs-OP-RUS**, **DTI2-2fIo-OP-RUS** и **DTI2-IOFi-OP** позволяет использовать два дополнительных таймера. Время срабатывания таймеров задается уставками (таблица 26).

Таблица 26

Наименование	Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг
Уставка дополнительного таймера T1, мс	Таймер T1:	0	60000	10
Уставка дополнительного таймера T2, с	Таймер T2:	0	600	1

1.4.1.2 Управление таймерами производится с помощью программной матрицы. Входы таймеров представлены в матрице столбцами T1 и T2. Для запуска таймера при появлении одного или нескольких сигналов, необходимо ввести в матрице знак "+" на пересечении строк соответствующих сигналов и столбца таймера. В этом случае пуск таймера происходит при появлении любого из подключенных сигналов.

Выходные сигналы таймеров представлены в строках матрицы "T1" и "T2". Выходные сигналы таймеров могут быть подключены к выходным реле устройства.

Пример использования дополнительных таймеров приведены в 1.3.3.3, 1.3.5.3 и 1.3.6.3.

1.4.2 Светодиодные индикаторы

1.4.2.1 Устройства обеспечивают светодиодную индикацию срабатывания функций защиты. Состав и маркировка светодиодных индикаторов приведены в таблице 27.

Таблица 27

Маркировка индикаторов	Исполнение					Назначение индикаторов
	DTI2-3f-OP-RUS	DTI2-3fs-OP-RUS	DTI2-2fIo-OP-RUS	DTI2-IOFi-OP-RUS	DMV-OP-RUS	
I>t					■	Срабатывание первой ступени МТЗ
I>>t	■	■	■			Срабатывание второй ступени МТЗ
Ia>t	■	■	■			Срабатывание первой ступени МТЗ по фазе А
Ib>t	■	■				Срабатывание первой ступени МТЗ по фазе В

Продолжение таблицы 27

Маркировка индикаторов	Исполнение					Назначение индикаторов
	DTI2-3f-ΩP-RUS	DTI2-3fs-ΩP-RUS	DTI2-2fIo-ΩP-RUS	DTI2-IoFi-ΩP-RUS	DMV-ΩP-RUS	
Ic>t	■	■	■			Срабатывание первой ступени МТЗ по фазе С
3Io>t			■	■	■	Срабатывание первой ступени защиты от ООЗ
3Io>>t			■	■		Срабатывание второй ступени защиты от ОЗЗ
I2>t					■	Срабатывание защиты от несимметрии
θ					■	Срабатывание защиты от перегрева
ЗПН					■	Запрет пуска двигателя
КІ	■	■	■	■	■	Программируемый индикатор

1.4.2.2 Назначение индикатора "КІ" определяется пользователем. Программирование индикатора производится с помощью программной матрицы. Пример программирования индикатора "КІ" приведен в 1.3.5.3.

Отключение индикатора "КІ" производится по сигналу квитирования или автоматически (после возврата всех сигналов, подключенных к индикатору). Выбор способа возврата индикатора приведен в 1.4.3.

1.4.2.3 Устройства обеспечивают запоминание сигналов срабатывания защит до подачи сигнала квитирования. Квитирование сигнализации производится нажатием кнопки, расположенной на передней панели устройства или подачей соответствующей команды по волоконно-оптической линии связи.

1.4.3 Управление выходными реле

1.4.3.1 Все устройства имеют по 4 выходных реле. Назначение каждого реле определяется пользователем с помощью программной матрицы. Возврат реле (после срабатывания) может производиться автоматически, после возврата всех подключенных сигналов, или реле могут удерживаться в сработавшем состоянии до квитирования.

1.4.3.2 Выбор способа возврата производится отдельно для каждого реле (и индикатора "КІ") с помощью уставок, как показано на рисунке 20.

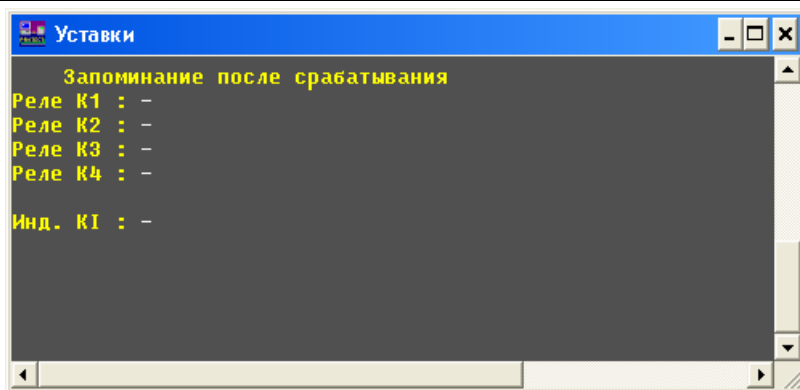


Рисунок 20 – Управление возвратом выходных реле и индикатора "К1".

Если в строке реле или индикатора отображается символ "+", то возврат происходит после квитирования, иначе происходит автоматический возврат.

1.4.4 Система самодиагностики

1.4.4.1 Тестирование устройства производится непрерывно. В процессе тестирования контролируется:

- сохранность уставок устройства;
- работоспособность батареи подпитки энергонезависимой памяти;
- исправность аналого-цифрового преобразователя.

Работоспособность процессора контролируется схемой "Watchdog".

Автоматически, один раз в сутки, тестируются выходные реле устройства. Время задается уставкой "Время теста" в окне "Уставки" программы "Protect for Windows". Время тестирования составляет от 100 мс до 150 мс. На это время работа защит блокируется.

1.4.4.2 Выходной обобщенный сигнал системы самодиагностики "Самодиаг." может быть подключен к выходному реле с помощью программной матрицы. В нормальном состоянии устройства этот сигнал имеет высокий уровень, поэтому выходное реле, к которому подключен этот сигнал будет постоянно находиться в сработавшем состоянии. При обнаружении неисправности сигнал снимается и происходит возврат подключенного реле.

Рекомендуется подключать сигнал "Самодиаг." к выходному реле К4. В заводской конфигурации устройства (если не заказано иное) реле К2 имеет нормально замкнутые контакты.

1.4.5 Сигнализация

1.4.5.1 Сигналы о срабатывании устройства отображаются в виде:

- световых сигналов индикаторов на лицевой панели устройства. Назначение индикаторов определяется исполнением устройства и приведено в 1.4.2.
- срабатывания выходных реле устройства. Назначение выходных реле задается в окне "Уставки" программы "Protect for Windows".

1.4.5.2 Сброс сигналов производится кнопкой квитирования, расположенной на лицевой панели устройства.

1.5 Подключение к волоконно-оптической линии связи

1.5.1 Устройство имеет встроенный порт "RxTx" для подключения к волоконно-оптическому кабелю. Через этот порт производится подключение устройства к ПК или объединение нескольких устройств в информационную сеть. Устройства могут быть включены в единую информационную сеть РЗА совместно с блоками релейной защиты серий EuroProt и SigmaProt производства ООО "ПАРМА ПРОТ".

1.5.2 Подключение устройства к ПК или рабочей станции инженера РЗА позволяет:

- считывать и изменять уставки и параметры настройки устройства;
- считывать значения измеряемых электрических параметров;
- считывать параметры аварий;
- считывать журнала событий;
- контролировать работоспособность устройства.

1.5.3 Блоки допускают подключение пластмассовых многомодовых кабелей с диаметром сердечника 62,5 и 50 мкм и рабочей длине волны 850 нм. Подключение кабелей производится с помощью соединителей типа НР.

1.5.4 Расстояние между передатчиком и приемником (при использовании кабеля с диаметром сердечника 62,5 мкм) не должно превышать 80 м. При необходимости передачи информации на большее расстояние рекомендуется использовать блок OmegaProt OR4. В блоке OmegaProt OR4 может быть установлено:

- до четырех портов для подключения пластмассовых многомодовых волоконно-оптических кабелей;
- до четырех портов для подключения стеклянных волоконно-оптических кабелей (для передачи на большие расстояния);
- до четырех портов RS232.

Блок OmegaProt OR4 выполнен в конструктиве серии OmegaProt.

1.5.5 Устройства могут быть включены в информационную сеть с радиальной ("звезда") или кольцевой ("оптическая петля") топологией.

1.5.6 Параметры настройки (уставки) коммуникационной системы блока, приведенные в таблице 28.

Таблица 28

Обозначение	Мин.	Макс.	Шаг	Примечания
Адрес станции	0	254	1	Адрес объекта установки
Адрес устройства	0	254	1	Индивидуальный адрес устройства
Оптическая петля	0	1	—	"0" – при подключении одного устройства к компьютеру; "1" – при подключении нескольких устройств к оптической петле
Скорость передачи	150	19200	150	Скорость обмена данными с ПК

При включении устройства в информационную сеть необходимо убедиться, что все устройства имеют различные адреса. Если два или более устройств будут иметь одинаковые значения адреса станции и адреса устройства, то передача информации по сети будет невозможна.

1.5.7 Подключение волоконно-оптических кабелей к компьютеру производится с помощью преобразователей Opto/RS232, Opto/USB или блока OmegaProt OR4.

1.5.8 Для обмена информацией с компьютером используется специальный протокол обмена компании PROTECTA. Для работы с устройствами на компьютере должна быть установлена программное обеспечение "Protect for Windows". "Protect for Windows" обеспечивает:

- просматривать в окне "Параметры сети" текущие значения измеряемых устройством параметров, признаки пуска и срабатывания функций защиты и автоматике, а также значения счетчиков работы функций;
- просматривать, сохранять на диске компьютера и редактировать значения уставок устройства;
- подготавливать пакеты уставок без подключения к устройства для последующей загрузки в устройство;
- настраивать программную матрицу управления выходными реле;
- просматривать и сохранять на диске параметры аварий, а также очищать буфер параметров аварий;
- просматривать и сохранять на диске журнал событий блока, а также очищать память журнала событий;
- производить установку времени и синхронизировать время блока с часами компьютера;
- распечатывать на принтере значения уставок, параметры аварий и журналы событий.

Подробное описание установки и использования программы "Protect for Windows" приведено в руководстве пользователя программы.

1.6 Состав изделия

1.6.1 В состав комплекта поставки входит:

- устройство;
- руководство по эксплуатации;
- паспорт;
- компакт-диск, на котором находятся:
 - программное обеспечение "Protect for Windows";
 - руководство пользователя "Protect for Windows";
 - конфигурационные файлы для программы "Protect for Windows" на соответствующее исполнение устройства.

1.6.2 По заказу поставляется:

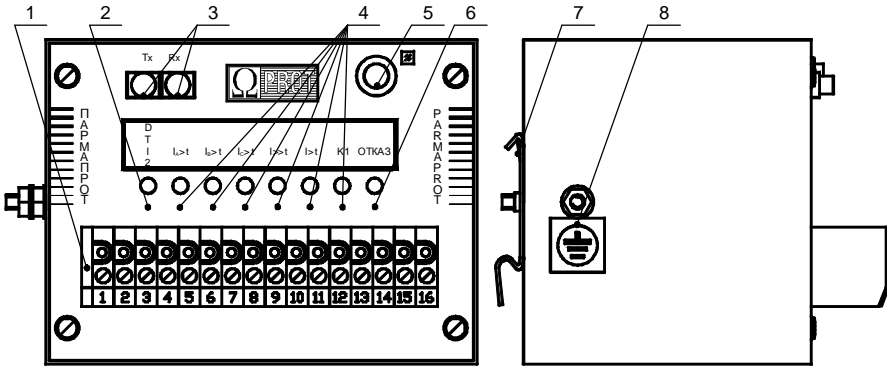
- оптоэлектрический преобразователь RS232/Opto;
- оптоэлектрический преобразователь USB/Opto;
- оптоволоконный кабель длиной 2,5 м.

1.7 Устройство и работа

1.7.1 Конструкция

1.7.1.1 Устройство выполнено в виде моноблока, имеющего лицевую панель, на которой расположены электрические и волоконно-оптические соединители, светодиодные индикаторы и кнопка квитирования.

Внешний вид устройства приведен на рисунке 21.



- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 – клеммный соединитель; | 5 – кнопка квитирования; |
| 2 – индикатор наличия питания; | 6 – индикатор сигнала "ОТКАЗ"; |
| 3 – волоконно-оптический порт; | 7 – крепежные скобы; |
| 4 – светодиодные индикаторы; | 8 – болт заземления. |

Рисунок 21 – Внешний вид устройств OmegaProt.

1.7.1.2 На задней стенке устройства имеются скобы для установки на DIN-рейку.

1.7.1.3 На левой панели блока расположен болт заземления М4.

1.7.1.4 Возле элементов индикации и соединителей нанесена маркировка, поясняющая их назначение. Маркировка и назначение светодиодных индикаторов (позиция 4 на рисунке 21) приведены в таблице 27.

1.7.2 Подключение устройства

1.7.2.1 Схемы подключения всех исполнений устройства приведены в приложении А.

1.7.2.2 Подключение электрических цепей к устройству производится при помощи клеммного соединителя (1), расположенного на лицевой панели.

1.7.2.3 Клеммные соединители обеспечивают подключение к каждому контакту двух проводников сечением до $2,5 \text{ мм}^2$ или одного проводника сечением до 4 мм^2 .

1.7.2.4 Подключение волоконно-оптических кабелей производится с помощью соединителей HP. Длина волны оптических сигналов составляет 850 нм. Для подключения необходимо использовать оптический кабель с диаметром сердечника 50 или 62,5 мкм. Максимальная длина кабеля не должна превышать 80-100 м. При необходимости передачи данных на большие расстояния рекомендуется применять устройство OmegaProt OR4, выполненное в аналогичном конструктиве и обеспечивающим подключение стеклянных волоконно-оптических кабелей и электрических кабелей по интерфейсу RS232.

1.7.2.5 Заземление устройства производится проводом сечением не менее 4 мм^2 , подключаемого к болту заземления (позиция 8 на рисунке 21).

1.7.3 Описание работы устройства

1.7.3.1 Устройство состоит из корпуса и трех узлов, выполненных в виде печатных плат, закрепленных на общем основании.

Таковыми узлами являются:

- узел входных и выходных сигналов;
- узел питания и индикации;
- узел цифровой обработки сигналов.

1.7.3.2 Узел входных и выходных сигналов содержит промежуточные трансформаторы, масштабирующие усилители и четыре электромеханических быстродействующих реле.

Назначение узла состоит в приеме аналоговых сигналов тока и напряжения, их масштабирования до уровней необходимых для аналого-цифрового преобразования, а также выдачи дискретных сигналов электромеханических реле, по сигналам узла цифровой обработки.

Узел обеспечивает заданную термическую устойчивость и гальваническую развязку по цепям входных аналоговых сигналов.

1.7.3.3 Узел питания и индикации состоит из импульсного преобразователя напряжения (постоянное в постоянное) и восьми светодиодных индикаторов.

Преобразователь напряжения формирует стабилизированные уровни напряжения +5 В, +24 В и ± 15 В для питания компонентов схемы устройства в условиях широкого диапазона изменения напряжения оперативного тока, высокого уровня пульсаций (до 15 %) и кратковременных перерывах (до 0,2 с) питающего напряжения.

Светодиодные индикаторы работают по сигналам узла цифровой обработки.

Узел обеспечивает гальваническую развязку по цепям питания устройства.

1.7.3.4 В состав узла цифровой обработки сигналов входят микропроцессор, аналого-цифровой преобразователь, постоянное запоминающее устройство, электрически перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство, оперативное запоминающее устройство, микросхема часов/календаря, драйвер оптического порта.

Аналого-цифровой преобразователь преобразует мгновенные значения аналоговых сигналов в последовательности двоичных кодов. Частота дискретизации 2 кГц. После программной интерполяции значений на временной оси, эффективная частота дискретизации составляет 1 кГц (20 выборок за период).

Микропроцессор обеспечивает цифровую фильтрацию сигналов (выделение основной гармоники, подавление аperiodической составляющей) и вычисления их

среднеквадратичных значений. Далее, в зависимости от типа и исполнения устройства, производится соответствующая программная обработка данных

В случае, когда измеренное значение или значение, вычисленное на основании измеренного (измеренных), превышает значение уставки, микропроцессор, в соответствии с заданным алгоритмом, формирует соответствующий сигнал состояния, который приводит к срабатыванию индикаторов и выходных электромеханических реле устройства.

Узел цифровой обработки обеспечивает полномасштабный контроль над аппаратным и программным обеспечением всего устройства. Работа процессора непрерывно контролируется схемой "Watchdog". Непрерывному контролю подлежат внутренние напряжения питания, аналого-цифровой преобразователь и запоминающие устройства.

Выходные реле проверяются ежедневно в заранее установленное время.

В случае обнаружения ошибок, способных повлиять на нормальную работу, все функции защиты блокируются, и устройство формирует аварийный сигнал.

1.8 Маркировка

1.8.1 На лицевой панели нанесены:

- наименование предприятия-изготовителя;
- условное обозначение блока;
- логотип серии;
- обозначения органов управления и индикации;
- номера контактов клеммного соединителя.

1.8.2 На верхней стороне:

- на табличке – основные параметры и условное обозначение устройства, серийный номер, обозначение аппаратного и программного исполнения;
- знаки сертификации.

1.8.3 На боковой стороне – маркировка болта заземления.

1.9 Упаковка

1.9.1 Комплект поставки упакован по ГОСТ 23216-78:

- исполнение упаковки по механической прочности – С;
- категория по защите от воздействия климатических факторов – КУ - 1;
- вид транспортной тары – ТК;
- внутренняя упаковка отсутствует (ВУ - 0).

1.9.2 Транспортная тара представляет собой ящик из гофрированного картона по ГОСТ 22852-77, изготовленный в соответствии с требованиями конструкторской документации.

1.9.3 Эксплуатационная документация и компакт-диск упакованы в полиэтиленовый пакет (полиэтиленовая пленка по ГОСТ 10354-82).

1.9.4 Габаритные размеры транспортной тары – не более 170 × 115 × 105 мм.

1.9.5 Масса комплекта поставки в транспортной таре – не более 3 кг.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения


2.1.1 Технические характеристики, несоблюдение которых могут привести к выходу устройства из строя, приведены в таблице 29.

Таблица 29

Наименование	Значение
Предельный диапазон напряжения питания	В соответствии с п. 1.2.1.1
Коммутируемый ток контактов выходных реле	В соответствии с п. 1.2.2.1
Диапазон значений температуры окружающего воздуха	В соответствии с п. 1.1.4
Максимальное значение напряжения дискретного входа	В соответствии с п. 1.2.2.1
Уровень электрических и магнитных помех	Не должен превышать значений, указанных в п. 1.2.2.6
Атмосфера	Тип 1 (промышленная), среда не взрывоопасная, без токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров, концентрация сернистого газа в соответствии с ГОСТ 15150-69
Солнечное излучение и атмосферные осадки	Без воздействия прямого солнечного излучения и попадания атмосферных осадков, конденсации влаги, без воздействия соляного тумана и озона

2.2 Подготовка устройства к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке к использованию

ВНИМАНИЕ! Перед подачей напряжения питания или каких-либо сигналов устройство заземлить! Провод заземления должен быть подключен к болту заземления, имеющему маркировку ""!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ отключать от клеммных соединителей необесточенные цепи трансформаторов тока!

2.2.1.1 Перед включением устройства необходимо проверить на отсутствие внешних дефектов: деформации и коррозии контактов, сколов и трещин колодок соединителей, которые могут повлиять на безопасность.

2.2.1.2 При подготовке устройства к использованию производится проверка сопротивления изоляции его цепей мегаомметром, имеющими рабочее напряжение

1000 В. При этом необходимо соблюдать правила безопасности при работе с мегаомметром.

2.2.1.3 Перед подключением к источнику питания и во время работы устройство должно быть надежно заземлено. Сечение заземляющего проводника должно быть не менее 4 мм².

2.2.1.4 Любые подключения входов и выходов необходимо производить только при отключенном питании устройства. При работе с устройством нельзя касаться контактов клеммных соединителей.

2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра

2.2.2.1 Перед установкой блока на объект необходимо произвести внешний осмотр блока в следующем объеме:

- проверить комплектность поставки;
- проверить внешний вид.

2.2.2.2 Проверка комплектности поставки производится на соответствие с разделом "Комплектность" паспорта на блок.

2.2.2.3 При внешнем осмотре проверяется:

- отсутствие механических повреждений;
- целостность лакокрасочных покрытий;
- отсутствие деформации и загрязнения контактов соединителей.

2.2.3 Правила и порядок осмотра и проверки готовности к использованию

2.2.3.1 Подготовку устройства к работе рекомендуется проводить до установки его на объекте. Подготовка включает:

- внешний осмотр;
- проверку сопротивления изоляции;
- настройку – ввод уставок и назначения выходных реле, установку времени и даты;
- проверку функционирования;
- установку устройства и подключение внешних цепей;
- проверку взаимодействия с другими устройствами РЗА, сигнализации и коммутационными аппаратами;
- проверку рабочим током и напряжением.

2.2.3.2 Внешний осмотр производится в объеме п. 2.2.2.3.

2.2.3.3 Проверка электрического сопротивления изоляции производится между всеми электрически не связанными цепями устройства и относительно корпуса.

Проверка должна производиться в холодном состоянии устройства после пребывания его в нормальных климатических условиях (НКУ) по ГОСТ 20.57.406-81 не менее 4 ч.

Проверка производится в следующем порядке:

- а) установить переключки между всеми контактами клеммных соединителей и корпусом (болтом заземления) блока;
- б) отключить контакты, указанные в строке 2 таблицы 25;
- в) электрически соединить между собой контакты отключенной цепи;
- г) подключить мегаомметр между контактами отключенной цепи и болтом заземления блока;

д) включить мегаомметр и контролировать измеренное значение сопротивления изоляции;

е) отключить мегаомметр, соединить контакты отключенной цепи с болтом заземления блока;

ж) повторить пп. б) – е) для остальных цепей, перечень которых приведен в таблице 30.

Таблица 30

Номер цепи	1	2	3	4	5	6	7	8
Номера контактов	1,2	3,4	5,6	7,8	9,10	11,12	13,14	15,16

Электрическое сопротивление изоляции при нормальных климатических условиях должно быть не менее 100 МОм.

2.2.4 Настройка

2.2.4.1 Для настройки необходимо подключить устройство к ПК в соответствии с п. 1.5. Далее на ПК запустить программу "Protect for Windows" и установить связь с устройством в соответствии с руководством пользователя программы "Protect for Windows".

Примечание – При установлении связи с устройством рекомендуется в окне "Выбор устройства" программы "Protect for Windows" нажать на кнопку "Адрес" и в открывшемся окне "Адрес устройства" установить флажок "Использовать общий адрес". Далее необходимо нажать кнопку "ОК". Использование общего адреса позволяет устанавливать связь с устройством даже в том случае, когда неизвестны сетевой адрес устройства и адрес станции.

При использовании общего адреса к компьютеру должно быть подключено только одно устройство.

2.2.4.2 После установления связи необходимо установить текущую дату и время. Установка даты и времени производится в соответствии с руководством пользователя программы "Protect for Windows".

2.2.4.3 Далее необходимо произвести настройку:

- ввести уставки защит и дополнительных таймеров в соответствии с 1.3 и 1.4.1;
- произвести настройку программной матрицы, подключая функции защиты к выходным реле, дополнительным таймерам и программируемому индикатору "К1";
- задать время запуска диагностики выходных реле (1.4.4);
- ввести коммуникационные параметры устройства (адрес станции, адрес устройства, скорость передачи);
- при необходимости, задать режим удержания (запоминания) выходных реле и программируемого индикатора "К1" (1.4.3).

После окончания ввода параметров настройки необходимо дать команду на запись параметров в устройство. Рекомендуется также сохранить параметры настройки устройства в файле на жестком диске компьютера.

2.2.5 Проверка функционирования

2.2.5.1 Проверка функционирования производится подачей на устройство параметров аварийного режима от испытательного устройства. При проверке функционирования проверяется погрешность срабатывания защит. Контроль работы устройства производится по светодиодным индикаторам, а также по замыканиям контактов выходных реле.

2.2.5.2 Рекомендуется дополнительно контролировать действия защит с помощью ПК с установленной программой "Protect for Windows". В этом случае контроль выполняется по показаниям текущего состояния устройства в окне "Параметры сети", зафиксированным параметрам срабатывания защит (окно "Параметры аварий") и записям журнала событий (окно "Журнал событий").

2.2.5.3 После проверки функционирования устройства рекомендуется очистить память параметров аварий и журнал событий.

2.2.6 Установка устройства и подключение внешних цепей

2.2.6.1 При установке устройства необходимо соблюдать условия его эксплуатации согласно 2.1.

2.2.6.2 Устройство устанавливается на DIN-рейку $35 \times 7,5$ с помощью зажимов, (рисунок 21 поз. 7). Габаритные и установочные размеры блока приведены на рисунке 22.

2.2.6.3 Подсоединить внешние цепи устройства. Подключение внешних цепей производится в соответствии со схемой подключения, приведенной в приложении А.

2.2.6.4 Допускается подключение к клеммному соединителю блока одножильных и многожильных проводов сечением от 0,5 до 4,0 мм² без облуживания и опрессовки.

2.2.6.5 Проверить:

- соответствие монтажа внешних соединений устройства проектной схеме подключения и схеме подключения устройства;
- полярность при подключении дискретных входов (при обратной полярности устройство не реагирует на входной сигнал);
- правильность подключения выходных реле устройства.

2.2.6.6 Проверить надежность заземления блока: болт заземления на боковой стороне устройства должен быть соединен с болтом заземления ячейки, в которую установлено устройство, проводом сечением не менее 4 мм².

2.2.7 Проверка взаимодействия с другими устройствами

2.2.7.1 Проверка взаимодействия с другими устройствами РЗА, сигнализации и коммутационными аппаратами выполняется в соответствии с принципиальной схемой распределительного устройства и схемами подключения, приведенными в приложении А.

2.2.7.2 После подачи оперативного тока необходимо проверить включение устройства по включению светодиодного индикатора поз. 2 на рисунке 21.

2.2.7.3 Правильность подключения цепей трансформаторов тока, напряжения и дискретных входов контролируется измерительными приборами или с помощью компьютера в окне "Параметры сети" программы "Protect for Windows".

2.2.7.4 Для проверки цепей, подключенных к выходным реле устройства может

быть использовано временное изменение настройки программной матрицы. При подключении в программной матрице сигнала "Самодиаг." к выходным реле происходит срабатывание этих реле.

ВНИМАНИЕ! После окончания проверки цепей выходных реле настройка программной матрицы должны быть восстановлена!

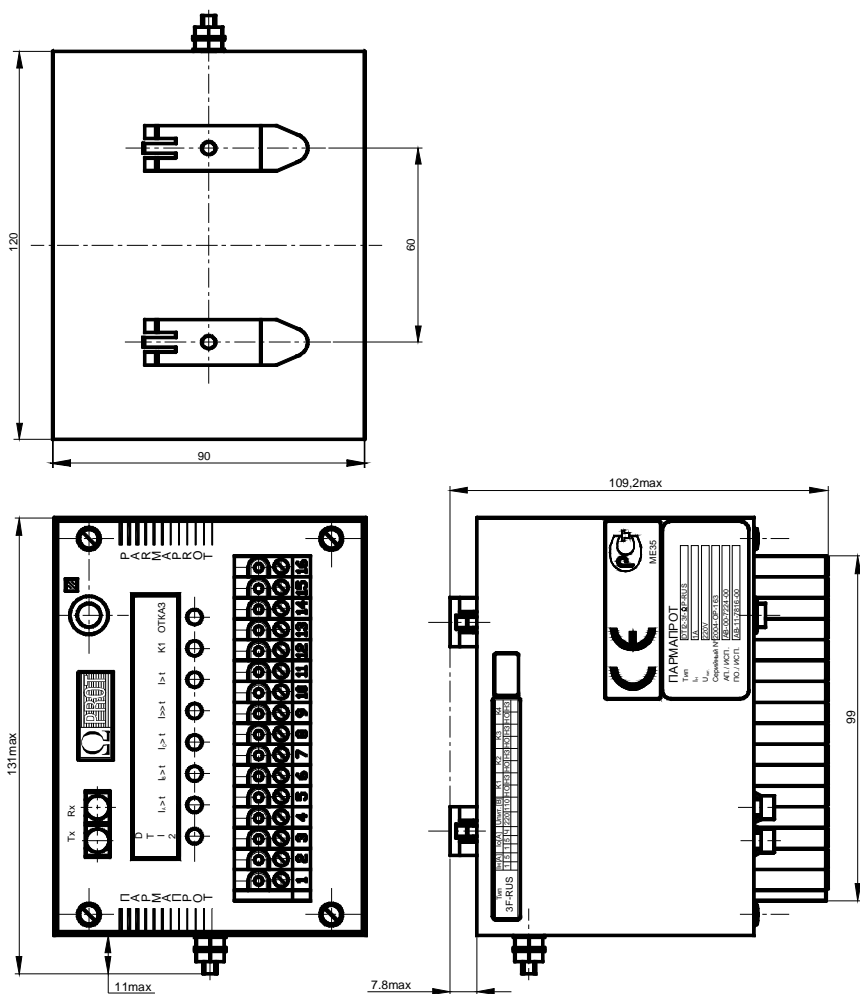


Рисунок 22 – Габаритные и установочные размеры блока.

2.2.8 Проверка рабочим током и напряжением, ввод в работу

2.2.8.1 Перед проверкой рабочим током и напряжением необходимо проверить наличие заземления устройства и надежность подключения проводников к клеммному соединителю устройства.

2.2.8.2 После подачи оперативного тока необходимо проверить наличие питания устройства по включению индикатора (поз. 2 на рисунке 21) и исправность устройства по отсутствию свечения индикатора "ОТКАЗ" (поз. 6 на рисунке 21).

2.2.8.3 При проверке рабочим током и напряжением рекомендуется дополнительно контролировать состояние устройства по показаниям в окне "Параметры сети" программы "Protect for Windows".

2.2.8.4 После проведения перечисленных операций устройство считается введенным в работу.

При положительных результатах проведенных работ составляется акт о введении устройства в эксплуатацию. Дата ввода в эксплуатацию должна быть занесена в соответствующий раздел паспорта устройства.

2.2.7 Перечень возможных неисправностей

2.2.7.1 Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 31.

Таблица 31

Внешние проявления	Причина	Действия по устранению
Не горит индикатор первый слева.	Отсутствует питание (оперативный ток) устройства	Проверить наличие напряжения питания
	Неисправность устройства	Заменить устройство
Горит индикатор "ОТКАЗ"	Неисправность устройства	Заменить устройство
Отсутствует связь с ПК	Неправильно заданы параметры связи	Изменить параметры связи
	Неправильно подключен волоконно-оптический кабель	Изменить подключение кабеля
	Неисправность устройства	Заменить устройство

2.2.7.2 Ремонт устройства производит предприятие, обеспечивающее гарантийное и послегарантийное обслуживание.

2.3 Использование устройства

2.3.1 Меры безопасности при использовании по назначению

2.3.1.1 При использовании по назначению следует соблюдать меры безопасности, изложенные в п. 2.2.1.

2.3.2 Порядок действий обслуживающего персонала

2.3.2.1 Квитирование сигнализации производится нажатием кнопки (позиция 5 на рисунке 21), на лицевой панели устройства.

2.3.2.2 Просмотр электрических параметров сети производится при подключенном ПК в окне "Параметры сети" программы "Protect for Windows".

2.3.2.3 Просмотр электрических параметров аварий производится при подключенном ПК в окне "Параметры аварий" программы "Protect for Windows".

2.3.2.4 Просмотр и изменение уставок защит, а также назначение выходных реле и установка дополнительных таймеров производится при подключенном ПК в окне "Уставки" программы "Protect for Windows".

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 Устройство имеет встроенные средства тестового контроля.

Для блока устанавливаются следующие виды планового технического обслуживания:

- проверка (наладка) при новом включении (Н);
- первый профилактический контроль (К1);
- профилактический контроль (К);
- технический осмотр (Тосм).

Проведение профилактического восстановления (ремонта) при плановом техническом обслуживании устройства не предусматривается.

3.1.2 Для устройства рекомендуется принимать периодическую форму технического обслуживания с циклом в шесть лет.

Первый профилактический контроль должен быть произведен через 10 – 15 месяцев после ввода устройства в эксплуатацию. В дальнейшем профилактический контроль должен проводиться не реже 1 раз в 3 года.

Технический осмотр должен производиться один раз в год.

3.1.3 Профилактические и диагностические работы могут производиться в соответствии с действующими правилами и инструкциями эксплуатирующих организаций.

3.1.4 Техническое обслуживание должно производиться техническим персоналом эксплуатирующей организации, имеющим соответствующую квалификацию в объеме производства данных работ и эксплуатационных документов, прошедшим инструктаж по технике безопасности, имеющим допуск не ниже третьей квалификационной группы электробезопасности.

3.2 Меры безопасности при техническом обслуживании

ВНИМАНИЕ! К клеммным соединителям подводятся постоянные и переменные напряжения до 260 В!

3.2.1 При проведении технического обслуживания следует соблюдать меры безопасности, изложенные в пп. 2.2.1, 2.3.1.

3.2.2 Блок изготавливается с применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91, не имеет веществ и материалов, опасных для жизни, здоровья человека или окружающей среды.

3.3 Порядок технического обслуживания

3.3.1 Объем работ по техническому обслуживанию (ТО) приведен в таблице 32.

Таблица 32

Наименование работ	Вид ТО			
	Н	К1	К	Тосм
Внешний осмотр	+	+	+	+
Измерение электрического сопротивления изоляции	+	+	+	–
Затяжка винтовых соединений	+	+	+	–
Настройка	+	–	–	–
Проверка функционирования	+	+	+	–
Проверка взаимодействия с другими устройствами РЗА, сигнализации и коммутационными аппаратами	+	+	+	–
Проверка рабочим током и напряжением	+	+	+	–
Очистка	–	+	+	–

3.3.2 При внешнем осмотре проверяется:

- надежность крепления и правильность установки устройства;
- отсутствие механических повреждений;
- отсутствие повреждений лакокрасочных покрытий наружных поверхностей устройства;
- состояние и правильность выполнения заземления;
- отсутствие повреждений маркировки блока.
- наличие питания устройства по свечению индикатора (поз. 2 рисунок 21);
- исправность устройства по отсутствию свечения индикатора "ОТКАЗ" (поз. 6 рисунка 21).

3.3.3 Измерение электрического сопротивления изоляции производится в соответствии с 2.2.3.3.

3.3.4 При затяжке винтовых соединений проверяется надежность контактов электрических цепей, подключенных к клеммному соединителю устройства.

3.3.5 Настройка выполняется в соответствии с 2.2.4.

3.3.6 Проверка функционирования выполняется в соответствии с 2.2.5.

3.3.7 Проверка взаимодействия с другими устройствами РЗА, сигнализации и коммутационными аппаратами выполняется в соответствии с 2.2.7.

3.3.8 Проверка рабочим током и напряжением выполняется в соответствии с 2.2.8.

3.3.9 При проведении очистки должно производиться удаление пыли и загрязнения с внешних поверхностей устройства. Удаление пыли и загрязнения с внешних поверхностей устройства производится бязью, смоченной в спирте этиловом ГОСТ 17299-78.

3.4 Консервация

3.4.1 Устройство не подлежит консервации маслами и ингибиторами. По временной противокоррозионной защите устройство относится к группе Ш - 1, вариант ВЗ - 10 по ГОСТ 9.014-78.

4 Текущий ремонт

4.1 Ремонт устройства возможен только на предприятии-изготовителе устройства или специализированных предприятиях, осуществляющих гарантийное и послегарантийное обслуживание блока.

5 Хранение

5.1 Условия хранения устройств в упаковке изготовителя в части воздействия климатических факторов по ГОСТ Р 51321.1-2000.

5.2 Допустимый срок хранения устройств в упаковке изготовителя – 1 год.

6 Транспортирование

6.1 Условия транспортирования устройств в зависимости от воздействия механических факторов по ГОСТ 23216-78 – С.

6.2 Сроки транспортирования и промежуточного хранения при перегрузках по ГОСТ 23216-78 – не более 3 мес.

6.3 Условия транспортирования устройств в части воздействия климатических факторов по ГОСТ Р 51321.1-2000.

6.4 Погрузка, крепление и транспортирование устройств в транспортных средствах должны осуществляться в соответствии с правилами, действующими на транспорте данного вида.

6.5 При выполнении погрузочно-разгрузочных работ необходимо соблюдать требования транспортной маркировки, нанесенной на каждое грузовое место.

7 Утилизация

7.1 Устройства не имеют материалов и веществ, представляющих опасность для жизни, здоровья людей и окружающей среды при эксплуатации.

7.2 Мероприятия по подготовке и отправке устройств на утилизацию включают демонтаж и разборку на узлы и детали с однородными материалами.

7.3 Отправка материалов на утилизацию производится в установленном порядке.

Приложение А
Схемы подключения исполнений устройств серии OmegaProt.

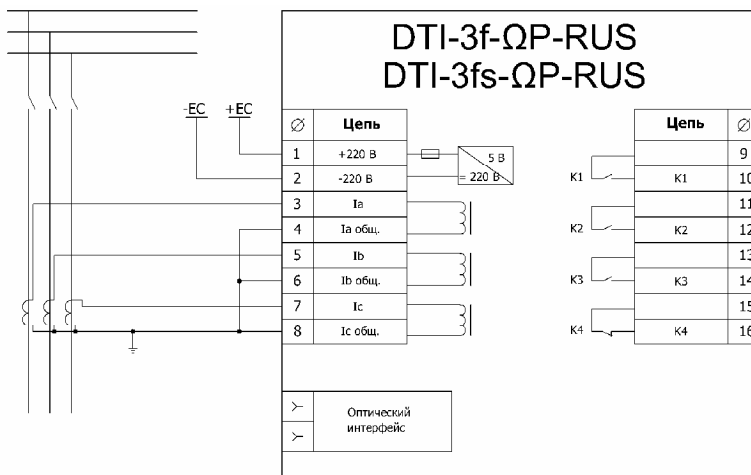


Рисунок А.1 – Схема подключения внешних цепей к устройствам **DTI2-3f-WP-RUS** и **DTI2-3fs-WP-RUS**

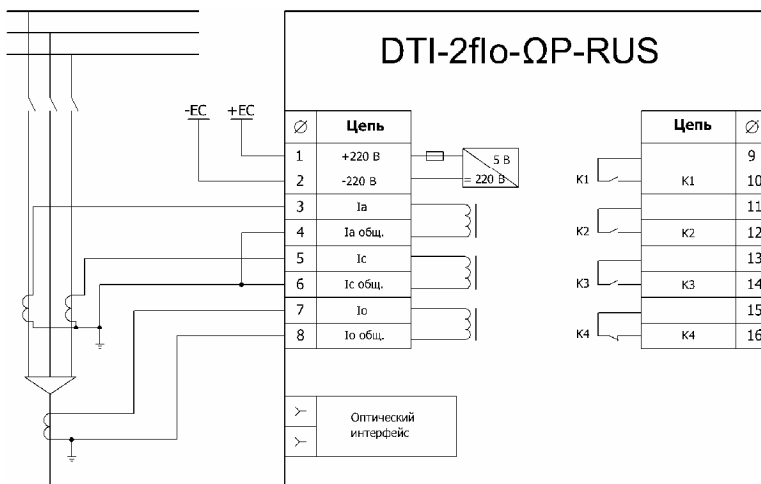


Рисунок А.2 – Схема подключения внешних цепей к устройствам **DTI2-2f1o-WP-RUS**

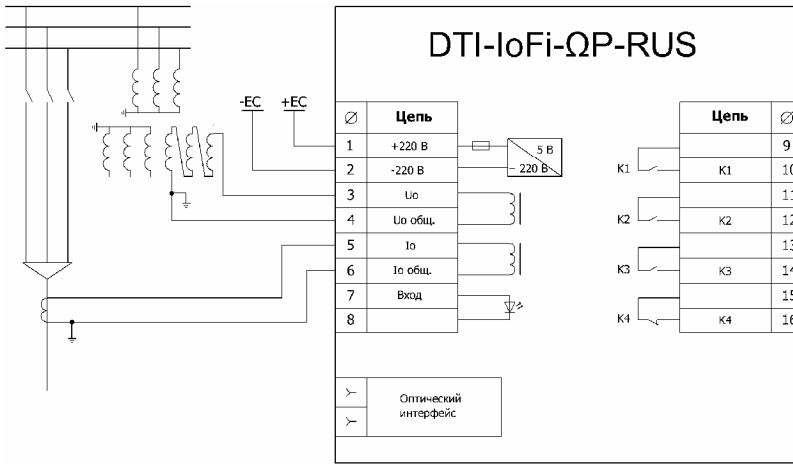


Рисунок А.3 – Схема подключения внешних цепей к устройствам **DTI2-IoFi-WP-RUS**

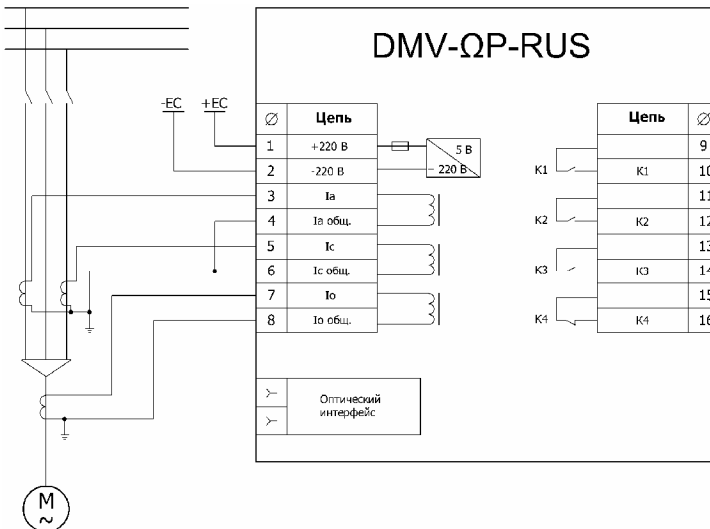


Рисунок А.4 – Схема подключения внешних цепей к устройствам **DMV-WP-RUS**

Приложение Б

Расчет уставок защиты двигателя от перегрева.

Инд/Ин[ТТ]

Номинальный ток двигателя. Величина номинального тока двигателя задается в процентах от номинального тока трансформаторов тока.

Тном

Номинальный перегрев двигателя. Величина номинального перегрева двигателя рассчитывается по формуле:

$$T_{нно} = T_{дв} - T_{ос}, \quad (Б.1)$$

где $T_{дв}$ – установившаяся температура двигателя, длительно работающего при номинальной нагрузке (номинальном токе), в градусах Цельсия;

$T_{ос}$ – температура окружающей среды, в градусах Цельсия.

Уставка вводится в градусах Цельсия.

Если измерение температуры $T_{дв}$ выполняется при токе $I_{д}$, отличном от номинального тока двигателя $I_{н}$, то величина уставки должна быть скорректирована в соответствии с выражением:

$$T_{нно} = T_{ном}(I_{д}) \left(\frac{I_{нн}}{I_{д}} \right)^2 \quad (Б.2)$$

где $T_{ном}(I_{д})$ – перегрев двигателя, измеренный при токе $I_{д}$;

$I_{нд}$ – номинальный ток двигателя.

T > отключ./Тном

Уставка срабатывания защиты на отключение двигателя. Величина перегрева (превышения температуры двигателя над температурой окружающей среды), при котором должно происходить отключение двигателя, задается в процентах от величины номинального перегрева двигателя $T_{ном}$. Уставка должна иметь такую величину, чтобы не допускать повреждения двигателя при самой высокой возможной температуре окружающей среды.

Если предельная температура не указана изготовителем двигателя, но известна допустимая длительная перегрузка по току, то уставка может быть рассчитана по формуле:

$$T > отключ. / T_{ном} = \left(\frac{I_{ддл.}}{I_{нн}} \right)^2, \quad (Б.3)$$

где $I_{длит.}$ – длительно допустимый ток перегрузки.

Например, если допускается длительная эксплуатация двигателя с перегрузкой 10 %, то $T > отключ. / T_{ном} = 1,1^2 @ 1,2 = 120$ %.

Изготовители двигателей часто приводят значение перегрузки, допустимой в течение определенного времени (например, допускается перегрузка 25 % в течение 35

мин). В этом случае также указывается начальная температура T_0 . При этих исходных данных уставка может быть вычислена по формуле:

$$T > \text{отключ.} / T_{\text{ном}} = T_0 + (T_n - T_0) \left[1 - e^{-\frac{t_n}{K_{\text{нагр}}}} \right], \quad (\text{Б.4})$$

где T_n – установившаяся температура двигателя в режиме перегрузки;

t_n – допустимая длительность перегрузки;

$K_{\text{нагр}}$ – постоянная времени нагрева двигателя.

Если указанная перегрузка допускается после номинального режима работы двигателя ($T_0 = T_{\text{ном}}$), то уставка вычисляется по формуле:

$$\begin{aligned} T > \text{отключ.} / T_{\text{ном}} &= 1 + \left(\frac{T_n}{T_{\text{нн0}}} - 1 \right) \left[1 - e^{-\frac{t_n}{K_{\text{нагр}}}} \right] \\ &= 1 + \left[\left(\frac{I_n}{I_{\text{нн}}} \right)^2 - 1 \right] \left[1 - e^{-\frac{t_n}{K_{\text{нагр}}}} \right], \end{aligned} \quad (\text{Б.5})$$

где I_n – ток двигателя в режиме перегрузки.

Например, если допускается перегрузка на 25 % в течение 35 минут и постоянная времени нагрева равна 25 мин, то

$$T > \text{отключ.} / T_{\text{ном}} = 1 + \left[\left(\frac{1,25}{1} \right)^2 - 1 \right] \left[1 - e^{-\frac{35}{25}} \right] = 1,42 = 142\% \quad (\text{Б.6})$$

T > предуп./Tном

Уставка срабатывания защиты на сигнализацию. Величина перегрева (превышения температуры двигателя над температурой окружающей среды), при котором должен выдаваться предупредительный сигнал перегрузки двигателя, задается в процентах от величины номинального перегрева двигателя $T_{\text{ном}}$. Уставка должна выбираться таким образом, чтобы при наибольшем возможном токе перегрузки оператор имел достаточно времени для разгрузки двигателя и предотвращения аварийного отключения.

T > запрет пуска/Tном

Уставка величины перегрева, при котором производится запрет пуска двигателя. Уставка задается в процентах от величины номинального перегрева двигателя $T_{\text{ном}}$.

Kнагр

Постоянная времени нагревания двигателя. Если эта величина не приведена в документации двигателя, то она может быть определена экспериментально. Для определения постоянной времени нагрева двигателя необходимо измерить начальную

температуру двигателя и включить его. Далее необходимо измерять температуру двигателя через равные промежутки времени до того, как температура перестанет изменяться. По полученным данным необходимо построить график изменения температуры от времени. Интервал времени от момента пуска двигателя до того, как температура достигнет уровня 0,63 от установившегося значения, равен постоянной времени нагрева двигателя. Рекомендуется производить определение постоянной времени нагрева при величине нагрузки, близкой к номинальной. Величина нагрузки не должна изменяться.

Если постоянная времени нагревания двигателя не приведена в документации и не может быть определена экспериментально, ее приближенное значение может быть получено из таблицы Б.1 и рисунку Б.1. В таблице учитываются габаритные размеры двигателя, его конструктивное исполнение и способ охлаждения.

Таблица Б.1

М, мм	К _{нагр} , мин		
	естественная вентиляция, IP23	самовентиляция, IP54	наружная вентиляция, IP54
355	20	–	30
400	25	–	35
450	28	–	40
500	30	45	45
560	35	50	50
630	40	55	–
710	50	60	–
800	60	70	–
900	65	80	–
1000	70	90	–
1120	–	100	–
1250	–	110	–

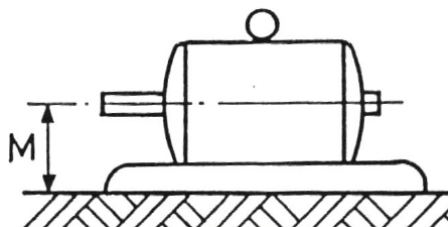


Рисунок Б.1 – Высота оси вращения двигателя.

Кохл

Постоянная времени охлаждения двигателя. Эта уставка вводится как отношение постоянной времени охлаждения к величине постоянной времени нагрева (в процентах). Обычно постоянная времени охлаждения двигателя имеет большую величину, чем постоянная времени нагрева. Это связано с тем, что после остановки двигателя

ля перестает действовать его система охлаждения. Если постоянная времени охлаждения не приведена в документации двигателя и не может быть определена экспериментально, рекомендуется принимать значение, равное 200 %.