

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими данными, устройством, указаниями мер безопасности, условиями хранения универсального блока защиты электродвигателей OptiDin Y63–301–10–100–УХЛ3.1 (далее по тексту – блок).

1.2 Блок предназначен для постоянного контроля параметров сетевого напряжения и действующих значений фазных/линейных токов трехфазного электрооборудования 380 В/50 Гц, в первую очередь асинхронных электродвигателей (ЭД) мощностью от 5 до 50 кВт, в том числе и в сетях с изолированной нейтралью.

1.3 Блок осуществляет полную и эффективную защиту электрооборудования отключения от сети и блокированием его пуска в следующих случаях:

- некачественном сетевом напряжении (недопустимые скачки напряжения, обрыв фаз, нарушение чередования и слипания фаз, перекос фазных/линейных напряжений);
- механических перегрузках (симметричный перегруз по фазным/линейным токам) – защита от перегруза с зависимой выдержкой времени;
- несимметричных перегрузках по фазным/линейным токам, связанных с повреждениями внутри двигателя – защита от перекосов фазных токов с последующим запретом автоматического повторного включения (АПВ);
- несимметрии фазных токов без перегруза, связанных с нарушением изоляции внутри двигателя и/или подводящего кабеля;
- исчезновении момента на валу ЭД («сухой ход» – для насосов) – защита по минимальному пусковому и/или рабочему току;
- при недопустимо низком уровне изоляции на корпус – проверка перед включением с блокировкой пуска при плохой изоляции;
- замыкании на «землю» обмотки статора во время работы – защита по токам утечки на «землю». Блок обеспечивает защиту электрооборудования путем управления катушкой магнитного пускателя (контактора).

1.4 Выполняет следующие функции:

- простую и точную установку номинального тока ЭД, используя стандартную шкалу номинальных токов;
- установку рабочего тока ЭД, отличного от стандартных значений с учетом длительно допустимой перегрузки;
- срабатывание по перегрузу с зависимой выдержкой времени.

1.5 Токо-временная характеристика построена для условно холодного двигателя. В процессе работы решается дифференциальное уравнение теплового баланса ЭД. Такой подход позволяет учитывать предыдущее состояние ЭД и наиболее достоверно принимать решение о наличии тепловой перегрузки. Этот метод позволяет также:

- учесть нагрев ЭД при пусках и ограничить (по желанию заказчика) их число в единицу времени;
- сдвигать токо-временную характеристику как по оси токов (потенциометры № 1, 2), так и по оси времени (потенциометр № 3 – время срабатывания при двукратном перегрузе);
- выставлять пороги срабатывания по минимальному/максимальному напряжению, перекосу линейных напряжений и фазных токов, а также времени автоматического повторного включения по усмотрению заказчика самостоятельно;
- контролировать индикацию вида аварии, наличия сетевого напряжения, токового диапазона, на который настроен блок и включения нагрузки;
- через блок обмена Б0–01 осуществлять обмен и передачу информации по протоколу RS–485 (Б0–01 поставляется под заказ).

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Основные характеристики блока приведены в таблице 1.

Наименование параметра	Значение
Номинальное линейное напряжение, В	380
Частота сети, Гц	45–55
Диапазон номинальных токов, А	10–100
Диапазон выставления рабочего тока, в % от номинального	± 15
Диапазон регулирования времени при двукратной перегрузке, с	10–100

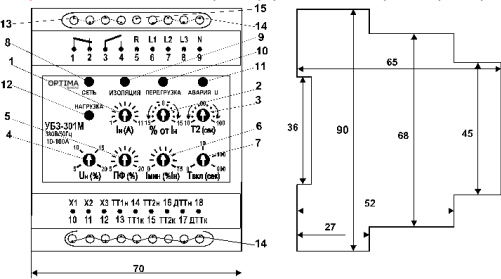
Наименование параметра	Значение
Диапазон регулирования порога по напряжению, в % от номинального	(5–20)
Диапазон регулирования по перекосу фаз, %	5–20
Диапазон регулирования порога срабатывания по минимальному току, в % от номинального	0–75
Диапазон регулирования времени АПВ (Твкл), с	0–600
Время первого включения нагрузки при Твкл= 0, с	2–3
Время срабатывания по токовому перегрузу	По токо-врем. х–ке
Время срабатывания при авариях по напряжению, с	1,5
Время срабатывания при авариях по току, кроме перегруза, с	1,5
Фиксированная уставка срабатывания по току утечки, А	1,0
Порог контроля сопротивления изоляции, кОм	500±5
Гистерезис по напряжению, В	5–6
Гистерезис по теплу, % от накопленного при отключении	30
Точность определения порога срабатывания по току, не менее, в % от номинального	2–3
Точность определения порога по напряжению, не менее, В	3
Точность определения перекоса фаз, не более, %	1,5
Напряжение, при котором сохраняется работоспособность, % от номинального	30–150
Потребляемая мощность (под нагрузкой), В·А, не более	3,0
Максимальный коммутируемый ток выходных контактов, А	5
Коммутацион. ресурс выходных контактов: – под нагрузкой Б А, циклов, не менее – под нагрузкой 1 А, циклов, не менее	100 тыс. 1 млн.
Степень защиты: – прибора – клеммника	IP40 IP20
Климатическое исполнение	УХЛ3.1
Диапазон рабочих температур, °С	от –35 до +55
Температура хранения, °С	от –45 до +70
Масса, кг, не более	0,200

2.2 Габаритные размеры (четыре модуля типа S) приведены на рисунке 1.

2.3 Монтаж – на стандартную DIN–рейку 35 мм. Положение в пространстве – произвольное.

3. УСТРОЙСТВО И РАБОТА БЛОКА

Рисунок 1 – Лицевая панель, органы управления и габаритные размеры



- 1 – ручка потенциометра выставления номинального тока;
- 2 – ручка потенциометра выставления рабочего тока (±% от I_н);
- 3 – ручка потенциометра выставления времени Т2 (время отключения при двукратном перегрузе);
- 4 – ручка потенциометра совмещенной регулировки срабатывания по U_{min}/U_{max};
- 5 – ручка потенциометра регулировки перекоса фаз;
- 6 – ручка потенциометра выставления срабатывания по минимальному току;
- 7 – ручка потенциометра выставления времени автоматического повторного включения;
- 8 – зеленый светодиод наличия напряжения в сети/указатель установленного номинального тока;
- 9, 10, 11 – красные светодиоды индикации аварий;
- 12 – зеленый светодиод отключения нагрузки;
- 13 – выходные клеммы;
- 14 – входные клеммы (10,11,12 – связь с блоком обмена Б0–01);
- 15 – клемма контроля изоляции.

3.1 Блок является микропроцессорным цифровым устройством с высокой степенью надежности и точности. Оперативного питания не требуется – контролируемое напряжение является одновременно напряжением питания. Одновременный раздельный независимый контроль по сетевому напряжению и фазным токам позволяет различать вид возникшей аварии: при авариях сетевого напряжения блок осуществляет АПВ нагрузки после восстановления параметров напряжения; если авария возникла из-за повреждения внутри двигателя (перекос фазных токов при симметричном сетевом напряжении, наличие токов утечки и т.д.) происходит блокировка повторного пуска.

3.2 Блок комплектуется тремя тороидальными датчиками тока, два из которых – датчики фазного/линейного тока (ТТ 1, ТТ2), через которые протекают силовые фазные провода. Третий датчик отличается увеличенным диаметром – дифференциальный датчик тока (ДТТ), через который протекают три силовых провода. Клеммами 6,7,8,9 блок включает параллельно контролируемой сети. На выходе – замыкающий и размыкающий контакты (клеммы 1,2,3,4). Выходные клеммы 3–4 включаются в разрыв цепи питания катушки пускателя (в схему управления). Клемма 5 предназначена для контроля уровня изоляции. Схема включения блока показана на рисунке 3. При срабатывании блока отключение нагрузки производится путем разрыва цепи питания катушки магнитного пускателя через размыкающие контакты 3–4.

3.3 Основные характеристики выходных контактов 1–2–3–4 приведены в таблице 2.

Таблица 2	Макс. ток при U=250 В	Макс. мощность	Макс. длит. доп. ~U	Макс. ток при Uпост=30 В
Сos φ = 0,4 Сos φ = 1,0	3 А 5 А	2000 В·А	460 В	3 А

3.4 Выставление номинальных параметров и порогов срабатывания осуществляется с помощью потенциометров, шлицы которых выведены на лицевую панель прибора.

3.5 Выставление номинального тока производится потенциометром № 1. Потенциометр имеет одиннадцать положений. Каждое положение соответствует конкретному стандартному значению шкалы номинальных токов (см. таблицу номинальных токов). Каждое положение характеризуется конкретным количеством миганий зеленого светодиода «СЕТЬ». Для выставления номинального тока необходимо установить ручку потенциометра в соответствующее положение, количество миганий светодиода «СЕТЬ» после подачи напряжения на блок должно соответствовать таблице. Необходимо учитывать, что между положениями имеются «мертвые» зоны, в которых светодиод «СЕТЬ» горит без миганий, а номинальный ток считается неопределенным

Рекомендация. Если требуется установить рабочий ток, отличный от номинального, указанного в таблице 3 номинальных токов, потенциометр № 1 установить в положение, соответствующее ближайшему значению из шкалы номинальных токов, а потенциометр № 2 – добавить или уменьшить в процентах от выставленного на необходимую величину.

Деления потенциометра № 1	Ном. ток, А	Мигание зеленого светодиода «СЕТЬ»
1	10	1миг.- пауза
2	12,5	2миг.- пауза
3	16	3миг.- пауза
4	20	4миг.- пауза
5	25	5миг.- пауза
6	32	6миг.- пауза
7	40	7миг.- пауза
8	50	8миг.- пауза
9	63	9миг.- пауза
10	80	10миг.- пауза
11	100	10миг.- пауза

Примечания:

1. Постоянное свечение зеленого светодиода «СЕТЬ» говорит о том, что потенциометр установлен в «мертвой» зоне. Необходимо устанавливать потенциометр так, чтобы этот светодиод мигал, количество миганий соответствовало выставленному номинальному току.
2. Выставление номинальных токов необходимо производить с учетом схемы соединения нагрузки (звезда/треугольник). Это связано с тем, что измерение токов производится тороидальными датчиками тока, надетыми на провода питания нагрузки. При соединении нагрузки в «звезду» эти токи соответствуют фазным токам нагрузки. При соединении в «треугольник» фазные токи нагрузки будут в 1,73 раза меньше протекаемых в проводах питания.

3.6 Регулировки. Блок имеет семь независимых регулировок. Для удобства пользования шлицы регулировочных потенциометров выведены на лицевую панель блока как показано на рисунке 1:

- 1 – I_н(А) – установка номинального тока, одиннадцать положений, каждое из которых соответствует конкретному току из таблицы 3 номинальных токов, имеет «мертвую» зону между положениями, в которой зеленый светодиод «СЕТЬ» горит постоянным свечением;
- 2 – в процентах от I_н – рабочий ток, в процентах от номинального, десять делений + 15%, в среднем положении потенциометра – 0%, т.е. рабочий ток равен номинальному;
- 3 – Т2(с) – время срабатывания по перегрузу при двукратной перегрузке от выставленного рабочего тока; в среднем положении соответствует 58–60 с, вращением против часовой стрелки – уменьшается, по часовой – увеличивается. Минимальное время – 10 с, максимальное – 100 с. Сдвигает токо-временную характеристику вдоль оси времени;
- 4 – U_н(%) – совмещенная регулировка порога по максимальному/минимальному напряжению в процентах от номинального. В соответствии с этой уставкой перед включением нагрузки блок проверяет уровень сетевого напряжения и, в зависимости от его значения, разрешает либо нет включение нагрузки. После включения нагрузки контроль по напряжению сохраняется, но решение на отключение принимается по токам;
- 5 – ПФ(%) – регулировка порога срабатывания по току обратной последовательности, десять делений. Параметр рассчитывается как отношение тока обратной последовательности к току прямой. Если отношение последовательностей токов в два раза превышает отношение обратной и прямой последовательности напряжений, считается, что перекос вызван повреждениями внутри двигателя, а не перекосом в сети. При такой аварии запрещается АПВ, блок блокируется;
- 6 – I_{мин}(%I_н) – регулировка порога срабатывания по минимальному рабочему току, в процентах от установленного рабочего (номинального). Десять делений от 0 до 75%. В положении «0» – выведена;
- 7 – Твкл(с) – время автоматического повторного включения в секундах от 0 до 600, (логарифмическая шкала).

3.7 Индикация:

- зеленый светодиод «СЕТЬ» сигнализирует о наличии напряжения в сети. В мигающем режиме горения количество миганий между паузами соответствует конкретному номинальному току из таблицы 3, «мертвая» зона – постоянное свечение. При выставлении номинального тока нужно добиться мигающего режима;
- зеленый светодиод «НАГРУЗКА» сигнализирует о включении нагрузки (замыкании клемм 3–4);
- красный светодиод «ИЗОЛЯЦИЯ» загорается постоянным свечением перед пуском в случае недопустимо низкого уровня изоляции обмотки статора и/или подводящего кабеля (менее 500 кОм), а также во время работы при срабатывании по дифференциальному току. Блок блокируется;
- красный светодиод U – авария по сетевому напряжению. Мигающий режим при: недопустимом понижении/повышении напряжения, перекосе фаз по сетевому напряжению, неполнофазном режиме;
- при неправильном чередовании или слипании фаз – мигают поочередно все три красные светодиода;
- красный светодиод «ПЕРЕГРУЗКА» – мигающий режим – при превышении среднего фазного тока над номинальным. После срабатывания по перегрузу – постоянное свечение в течение 0,9 от времени АПВ.

3.8 После подачи напряжения на блок перед включением выходного реле проверяется:

- уровень изоляции обмотки статора на корпус. При сопротивлении изоляции ниже 500 + 20 кОм нагрузка не включается, загорается постоянным свечением красный светодиод «ИЗОЛЯЦИЯ»;
- качество сетевого напряжения: полнофазность, симметричность, величина действующего линейного напряжения – при наличии любого из запрещающих факторов нагрузка не включается, красный светодиод «АВАРИЯ U» мигает;
- правильное чередование фаз, отсутствие их слипания – при наличии любого из запрещающих факторов нагрузка не включается, все красные светодиоды поочередно мигают.

Если все параметры в норме, то через время Твкл. включается выходное реле блока (контакты 3–4 замыкаются, 1–2 размыкаются) – загорается зеленый светодиод «НАГРУЗКА». Если при этом токи нагрузки не появились (меньше 2% номинала), считается, что нагрузка не включена, контроль и принятие решения по качеству напряжения и уровню изоляции сохраняется. В случае, если в бестоковую паузу появились запрещающие факторы, – выходное реле блока отключается.

3.9 После включения нагрузки (появления токов больше 2% номинала) блок осуществляет контроль по следующему факторам:

- превышение действующего значения тока над номинальным (рабочим, потенциометр № 1, 2, 3); если перегруз возник по току, но теплового перегруза нет – красный светодиод «ПЕРЕГРУЗКА» мигает, нагрузка не отключается; если токовый перегруз привел к тепловому – нагрузка отключается, горит светодиод «ПЕРЕГРУЗКА» загорается постоянным свечением, горит в течение 0,9 от времени Твкл, АПВ разрешается;
 - относительное значение обратной последовательности токов в два раза превышает относительное значение обратной последовательности напряжений (потенциометр № 5) – нагрузка отключается, все красные светодиоды загораются постоянным свечением, блок блокируется, АПВ запрещается. Для разблокирования необходимо снять напряжение с блока. Предполагается, что такой вид аварии связан с повреждением внутри двигателя;
 - относительная обратная последовательность токов (потенциометр № 5), превышающая обратную последовательность напряжений менее, чем в два раза – нагрузка отключается, загорается постоянным свечением красный светодиод «АВАРИЯ U», АПВ разрешено;
 - относительное значение обратной последовательности токов (потенциометр № 5) меньше двойного относительного значения обратной последовательности напряжений – нагрузка отключается, мигает красный светодиод «АВАРИЯ U», АПВ разрешено;
 - среднее значение тока меньше I_{мин} (потенциометр № 6) – нагрузка отключается, все красные светодиоды одновременно мигают, блок блокируется, АПВ запрещено. Для разблокирования – снять напряжение с блока.
- 3.10 Защита двигателя от теплового перегрузки.
- В процессе работы решается уравнение теплового баланса двигателя. Предполагается, что:
- до включения двигателя был холодным;
 - при работе двигателя выделяется тепло, пропорциональное квадрату тока;
 - после отключения двигателя идет его остывание по экспоненте.
- Токо-временная характеристика (рисунок 2) приводится при разных значениях Т2 (потенциометр № 3), где:
- I/I_н – кратность тока относительно номинального;
 - Т/Т2 – фактическое время срабатывания относительно Т2 (потенциометр № 3).
- Для стандартного рекомендуемого значения Т2 (среднее положение потенциометра 3–60 с при двукратной перегрузке) токо-временная характеристика приведена в таблице 4

Таблица 4	I/Iном	1,1	1,2	1,4	1,7	2	2,7	3	4	5	6	7	8	10	15
Тс	365	247	148	88,6	60	36,4	24,6	13,5	8,5	5,9	4,3	3,3	2,1	0,9	

После отключения нагрузки по тепловому перегрузу она будет автоматически снова включена:

- если время Твкл = 0, то по тепловому гистерезису, т.е., двигатель должен остыть на 33% от накопленного тепла;
 - если Твкл не равно 0 – со временем Твкл (уставка потенциометр № 7).
- Подбирая разные Твкл с учетом теплового гистерезиса, можно добиться ограничения количества пусков в единицу времени, т.к. при повторнократковременном режиме работы блок запоминает количество тепла, выделяемого при пуске двигателя.

Рисунок 2 – Токо-временная характеристика

