

СОДЕРЖАНИЕ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	4
1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4
1.1 Назначение	4
1.2 Технические характеристики	5
1.3 Состав изделия	7
1.4 Устройство и работа	7
1.5 Маркировка	14
1.6 Упаковка	14
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	15
2.1 Эксплуатационные ограничения	15
2.2 Подготовка к использованию	15
2.3 Использование	18
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	29
3.1 Общие указания	29
3.2 Измерение параметров	29
3.3 Калибровка измерительных каналов	30
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	33
5 ХРАНЕНИЕ	33
6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	33
ПАСПОРТ	34
1 Свидетельство о приемке	34
2 Гарантии изготовителя	34
3 Комплект поставки	34
4 Маркировка	35
5 Упаковка	35
ПРИЛОЖЕНИЕ	36

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с устройством, принципом работы, техническими характеристиками регулятора напряжения микропроцессорного РНМ-1, а также является руководством для персонала по обеспечению правильной эксплуатации устройства.

К эксплуатации регулятора допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

Сокращения, используемые в тексте, структурных и принципиальных схемах:

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;

ПМ – привод механический;

РПН – устройство регулирования под нагрузкой;

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение

1.1.1 Регулятор напряжения микропроцессорный РНМ-1 (далее – регулятор) предназначен для управления электроприводами РПН при автоматическом регулировании коэффициента трансформации силовых трансформаторов.

1.1.2 Регулятор предназначен для применения на подстанциях с плавно или резко изменяющейся нагрузкой.

1.1.3 Регулятор обеспечивает:

- автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах;
- коррекцию уровня регулируемого напряжения по току нагрузки;
- формирование импульсных или непрерывных команд управления электроприводами РПН;
- контроль исправности электроприводов РПН в импульсном режиме работы;
- одновременный контроль двух систем шин;
- оперативное переключение регулирования с одной системы шин на другую;
- блокировку работы и сигнализацию при обнаружении неисправности электропривода РПН;
- блокировку регулирования внешними релейными сигналами;
- блокировку регулирования и сигнализацию при обнаружении перегрузки, превышении $3U_0$ (или U_2) или при пониженном измеряемом напряжении;
- оперативное изменение уставки по напряжению поддержания с одного, заранее выбранного значения, на другое;

1.1.4 В части воздействия климатических факторов регулятор соответствует исполнению УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89 с расширенным диапазоном рабочих температур от -20 до $+55^{\circ}\text{C}$.

1.1.5 В части воздействия механических факторов регулятор соответствует группе М1 по ГОСТ 17516.1-90.

1.1.6 Регулятор имеет несколько вариантов исполнения, различающихся напряжением оперативного питания (220 В или 110 В), номинальным входным переменным током (5 А или 1 А) и типом последовательного интерфейса связи (RS485 – RS или токовая петля – ТП). При заказе после наименования изделия следует указать напряжение оперативного питания, номинальный входной ток, тип последовательного интерфейса.

Пример записи при заказе исполнения регулятора с напряжением питания 220 В, входным током 5 А и интерфейсом токовая петля:

«Регулятор напряжения микропроцессорный РНМ-1-220-5-ТП ТУ 3433-023-17326295-02»

Пример записи при заказе исполнения регулятора с напряжением питания 110 В, входным током 1 А и интерфейсом RS485:

«Регулятор напряжения микропроцессорный РНМ-1-110-1-RS ТУ 3433-023-17326295-02»

1.1.7 Габаритные размеры и масса регулятора:

- | | |
|-----------------------|-----|
| – высота, мм | 280 |
| – ширина, мм | 260 |
| – глубина, мм | 162 |
| – масса, кг, не более | 8 |

1.2 Технические характеристики

1.2.1 В зависимости от исполнения электрическое питание регулятора осуществляется от источника постоянного, переменного (частотой от 45 Гц до 55 Гц) или выпрямленного тока напряжением от 178 В до 242 В, или от источника постоянного тока напряжением от 88 В до 132 В.

1.2.2 Потребляемая мощность, ВА, не более 20

1.2.3 Входные аналоговые сигналы:

– число входов по току	4
– число входов по напряжению	4
– номинальный входной переменный ток $(I_{вх})_н$, А	5 (1)
– номинальное входное переменное напряжение $(U_{вх})_н$, В	100
– рабочий диапазон токов, А	$(0,1...2,1) \times (I_{вх})_н$
– рабочий диапазон напряжений, В	$(0,05...1,5) \times (U_{вх})_н$
– рабочий диапазон частот, Гц	48...52

1.2.3.1 Верхние границы диапазонов измерения входных величин:

– переменное напряжение, В	150,0
– переменный ток, А, при $(I_{вх})_н = 5$ А	18,00
– переменный ток, А, при $(I_{вх})_н = 1$ А	3,6

1.2.3.2 Диапазоны / дискретность задания уставок:

– напряжения поддержания $(U_п)$, % от $U_н$ ($U_н$ – номинальное первичное напряжение измерительного трансформатора)	85...145 / 1
– напряжения зоны нечувствительности (ΔU) , % от $U_п$	1,0...20,0 / 0,2
– минимального напряжения $(U_{мин})$, % от $U_н$	50...95 / 1
– максимального напряжения (U_{max}) , % от $U_н$	105...130 / 1
– напряжения $3U_0$, % от $3U_{0max}$	5...60 / 1
– напряжения U_2 , % от $U_н$	5...60 / 1
– максимального тока (I_{max}) , % от $I_н$ ($I_н$ – номинальный первичный ток измерительного трансформатора тока)	10...210 / 5
– токовой компенсации $(U_к)$, % от $U_п$	0...20 / 1
– задержки времени выдачи первичной команды на управление приводом (T_1) , с	1...200 / 1
– задержки времени выдачи повторной команды на управление приводом в том же направлении (T_2) , с	0,1...200,0 / 0,1
– задержки времени выдачи очередной команды на управление приводом при отработке перенапряжения (T_3) , с	0,1...10,0 / 0,1

1.2.3.3 Основная приведенная погрешность измерения в рабочем диапазоне при частоте входного сигнала $50 \pm 0,1$ Гц:

– по току, %	$\pm 1,5$
– по напряжению, %	$\pm 0,5$

1.2.3.4 Дополнительная погрешность измерения при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне на каждые 10°C :

– по току, %	$\pm 0,5$
– по напряжению, %	$\pm 0,5$

1.2.3.5 Дополнительная погрешность измерения при изменении частоты входного сигнала в рабочем диапазоне на каждый 1 Гц:

– по току, %	± 1
– по напряжению, %	$\pm 0,2$

1.2.3.6 Продолжительность допустимой перегрузки в цепях измерения тока:	
– при двадцатикратном превышении ($I_{ВХ})_H$, с	2
– при двукратном превышении ($I_{ВХ})_H$	длительно
1.2.4 Входные дискретные сигналы:	
– число входов	15
– напряжение срабатывания:	
– 1) при питании постоянным током, В	150 – 264 (80 – 140)
– 2) при питании переменным током, В	110 – 264
– напряжение несрабатывания:	
– 1) при питании постоянным током, В	0 – 130 (0 – 70)
– 2) при питании переменным током, В	0 – 90
– длительность входного сигнала (постоянного тока), мс, не менее	50
1.2.5 Выходные дискретные сигналы:	
– число выходов	7
– максимальное коммутируемое напряжение постоянного или переменного тока, В	264
– ток замыкания/размыкания при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени L/R 50 мс, не более	8/0,15
1.2.6 Нарботка на отказ, час, не менее	25000
1.2.7 Средний срок службы, лет, не менее	20
1.2.8 Электрическое сопротивление изоляции между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом не менее 100 МОм при нормальных условиях по ГОСТ 15150-69.	
1.2.9 Электрическая изоляция между цепью питания и корпусом выдерживает в течение 1 минуты испытательное напряжение 2000 В переменного тока частотой 50 Гц. Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями входных и выходных дискретных сигналов и между этими цепями и корпусом выдерживает в течение 1 минуты испытательное напряжение 2000 В.	
1.2.10 Регулятор подключается к измерительным трансформаторам тока с номинальным вторичным током 5 А или 1 А (в зависимости от исполнения) и номинальными первичными токами (I_H): 50, 75, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000 А.	
1.2.11 Регулятор подключается к измерительным трансформаторам напряжения с номинальным вторичным напряжением 100 В и номинальными первичными напряжениями (U_H): 6, 10, 20, 35, 110 кВ.	
1.2.12 Регулятор управляет приводами как в импульсном, так и в непрерывном режимах. В импульсном режиме сигналы управления сбрасываются через время t_3 после поступления от привода сигнала о начале переключения. Задержка t_3 задается в диапазоне от 0 до 2 секунд с дискретностью 0,1 секунды. В непрерывном режиме сигналы управления удерживаются до возврата напряжения в зону нечувствительности.	
1.2.13 В импульсном режиме регулятор обеспечивает контроль работы приводов, имеющих задержку начала переключения (t_1) от 0,1 до 6 секунд и временем переключения (t_2) от 1 до 60 секунд.	
1.2.14 Регулятор формирует сигнал «Сигнализация» длительностью (t_c): 1, 2, 3, 5, 10, 20 секунд или непрерывно.	

1.2.15 При управлении трехобмоточными трансформаторами регулятор обеспечивает регулирование напряжения на выходе одной обмотки с одновременным контролем параметров второй обмотки.

1.2.16 Регулятор управляет приводами, имеющими до 40 ступеней переключения.

1.2.17 Регулятор обеспечивает возможность оперативного изменения уставки напряжения поддержания на одно из трех значений, задаваемых в диапазоне от 0,9 до 1,1 значения U_n .

1.2.18 Регулятор обеспечивает накопление, хранение, просмотр на индикаторе или передачу по линии связи информации о 400 зафиксированных событиях.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Регулятор поставляется в комплекте согласно табл. 1

Таблица 1. Комплект поставки.

Наименование	Количество, шт.
Регулятор напряжения микропроцессорный РНМ-1	1
Плавкие предохранители ВП1-1-2А	2
«Регулятор напряжения микропроцессорный РНМ-1». Руководство по эксплуатации, паспорт	1

1.3.2 В состав регулятора входят следующие модули:

- модуль центрального процессора (ПРЦ);
- модуль ввода-вывода (ВВ);
- модуль трансформаторов секции 1 (ТР);
- модуль трансформаторов секции 2 (ТР);
- модуль питания;
- модуль клавиатуры и индикации (КИ).

1.3.3 Конструктивно регулятор представляет собой металлический каркас со съемными боковыми крышками, в котором размещаются модули (кроме модуля КИ). Модуль КИ размещается на передней панели регулятора. Внешний вид регулятора показан на рис. 1 и рис. 2 приложения.

1.3.4 Электрическое соединение модулей между собой осуществляется с помощью ленточных кабелей.

1.3.5 Внешние цепи подключаются к регулятору через клеммники, установленные на торцевых поверхностях модулей.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Описание структурной схемы.

1.4.1.1 Структурная схема регулятора приведена на рис. 4 приложения.

1.4.1.2 Сигналы со вторичных обмоток измерительных трансформаторов токов и напряжений поступают на согласующие трансформаторы модулей ТР.

1.4.1.3 С модулей ТР аналоговые сигналы поступают на модуль ПРЦ, где фильтруются и с помощью АЦП преобразуются в цифровую форму. Микропроцессор TN80C196KC20 обрабатывает поступающие сигналы и выполняет действия в соответствии с алгоритмом, записанным в ПЗУ. Значения уставок, номер регулируемой

секции, номер ступени переключения и значение счетчика ресурса хранятся в энергонезависимой перепрограммируемой памяти и сохраняются при отключении питания.

1.4.1.4 Текущие значения измеряемых величин, и информация о состоянии привода отображается на двухстрочном жидкокристаллическом индикаторе и светодиодах модуля КИ. С помощью клавиатуры модуля КИ выбираются режимы работы РНМ и вводятся значения уставок.

1.4.1.5 Внешние управляющие сигналы подаются на дискретные входы клеммника X1 модуля ВВ. Все дискретные входы имеют гальваническую развязку.

Функциональное назначение дискретных входов.

«Переключение» – сигнал, поступающий от привода переключателя. Наличие сигнала свидетельствует о том, что идет процесс переключения.

«Запрет прибавить» (SQn) – сигнал, поступающий от верхнего концевика переключателя. Наличие сигнала свидетельствует о том, что переключатель находится в верхнем положении, регулирование в сторону увеличения напряжения невозможно.

«Запрет убавить» (SQ1) – сигнал, поступающий от нижнего концевика переключателя. Наличие сигнала свидетельствует о том, что переключатель находится в нижнем положении, регулирование в сторону уменьшения напряжения невозможно.

«Ручное / Автоматическое». При отсутствии сигнала управление приводом осуществляется от внешних кнопок; при наличии – регулирование автоматическое, кнопки внешней регулировки игнорируются.

«Прибавить» – сигнал, определяющий состояние внешней кнопки «Прибавить». На нажатие кнопки регулятор реагирует только в режиме «Внешнее регулирование».

«Убавить» – сигнал, определяющий состояние внешней кнопки «Убавить». На нажатие кнопки регулятор реагирует только в режиме «Внешнее регулирование».

«Секция 1», «Секция 2» – сигналы, определяющие, какая секция выбирается в качестве регулируемой.

«Вн. блокировка», «Ток. блокировка», «Блокировка по t° » – сигналы внешней блокировки. Наличие сигнала на любом из входов запрещает регулирование. Сигнал «Блокировка по t° » подается от датчика температуры масла привода.

«Контроль двух секций» – сигнал, определяющий количество контролируемых секций. При наличии данного сигнала контролируются обе секции. Одна из секций определяется как регулируемая, вторая – как контролируемая.

«Уподд.1», «Уподд.2», «Уподд.3» – сигналы, при наличии которых регулятор переходит на новое значение напряжения поддержания, задаваемое с помощью уставок ($U_{п1}$, $U_{п2}$, $U_{п3}$ соответственно). Сигнал «Уподд.3» имеет наивысший приоритет, т.е. при одновременном наличии сигналов «Уподд.1», «Уподд.2», «Уподд.3» регулятор переходит на значение напряжения поддержания $U_{п3}$, при снятии сигнала «Уподд.3» – на значение напряжения поддержания $U_{п2}$, при снятии сигнала «Уподд.2» – на значение напряжения поддержания $U_{п1}$, при снятии сигнала «Уподд.1» – на значение напряжения поддержания $U_{п}$.

1.4.1.6 На клеммник X2 модуля ВВ выведены контакты семи реле, позволяющие коммутировать цепи управления ПМ и внешней сигнализации.

Функциональное назначение дискретных выходов.

«Прибавить» – управляющий сигнал, включающий привод для переключения переключателя в сторону увеличения напряжения. Выставляется при выходе напряжения поддержания из зоны нечувствительности. Снимается через задержку t_3 с момента прихода от ПМ сигнала «Переключение» (для непрерывного режима – пока напряжение не вернется в зону нечувствительности).

«Убавить» – управляющий сигнал, включающий привод для переключения переключателя в сторону уменьшения напряжения. Выставляется при выходе напряжения поддержания из зоны нечувствительности. Снимается через задержку t_3 с момента прихода от ПМ сигнала «Переключение» (для непрерывного режима – пока напряжение не вернется в зону нечувствительности).

«Сигнализация» – сообщение о запрете или ограничении регулирования. Подключается к цепям сигнализации.

«Перегрузка» – сообщение о превышении максимально допустимого тока. Выставляется через 10 секунд после обнаружения перегрузки (если она сохраняется). Сигнал снимается при токе меньше $0,95 \times I_{\max}$.

«Отказ ПМ» – сообщение о неисправности привода, обнаруженной в процессе регулирования.

«Отказ РНМ» – сообщение о неисправности РНМ, обнаруженной в процессе тестирования, или при отсутствии питания РНМ. Используются нормально замкнутые контакты реле, которые размыкаются при исправной работе регулятора.

«Питание ПМ» – отключение защитного автомата питания ПМ. Выставляется и удерживается в течение одной секунды или непрерывно (задается уставкой) в случае обнаружения переключения переключателя при отсутствии сигналов управления («Прибавить», «Убавить»). Выставляется после снятия внешнего релейного сигнала «Переключение», т.е. после завершения процесса переключения.

1.4.2 Режимы работы

1.4.2.1 Регулятор имеет пять режимов работы:

- «Работа»;
- «Контроль»;
- «Регулирование»;
- «Архив событий»;
- «Ввод уставок».

1.4.2.2 Режим «Работа» предназначен для автоматического поддержания выходного напряжения трансформатора в заданных пределах.

1.4.2.3 Режим «Контроль» предназначен для контроля измеряемых величин (токов и напряжений) и состояния дискретных входов. Напряжение трансформатора автоматически поддерживается в заданных пределах аналогично режиму «Работа».

1.4.2.4 Режим «Регулирование» позволяет оператору управлять приводом с клавиатуры регулятора. Контролируются предельные значения измеряемых величин. Автоматическое регулирование запрещено.

1.4.2.5 Режим «Архив событий» позволяет оператору просматривать информацию о времени и характере отклонений от нормальной работы регулятора. Напряжение трансформатора автоматически поддерживается в заданных пределах аналогично режиму «Работа».

1.4.2.6 Режим «Ввод уставок» предназначен для ввода и просмотра уставок. Контроль входных токов и напряжений и управление приводом не производится.

1.4.3 Принцип действия.

1.4.3.1 При включении питания происходит тестирование работоспособности регулятора. При успешном прохождении тестов включается реле «Отказ РНМ», нормально замкнутые контакты размыкаются, сигнал «Отказ РНМ» снимается.

1.4.3.2 Циклически считываются данные с АЦП, вычисляются действующие значения токов и напряжений.

1.4.3.3 Проверяется состояние дискретных входов.

Наличие любого сигнала внешней блокировки («Вн. блокировка», «Ток. блокировка», «Блокировка по t° ») запрещает формирование команд «Прибавить» и «Убавить», включается светодиод «Блокировка». При снятии сигналов внешней блокировки гаснет светодиод «Блокировка», разрешается регулирование.

Если обнаружен сигнал от нижнего концевого выключателя (на входе «Запрет убавить»), то запрещается выдача команды «Убавить», включается светодиод «Блокировка». При снятии сигнала от концевого выключателя гаснет светодиод «Блокировка».

Если обнаружен сигнал от верхнего концевого выключателя (на входе «Запрет прибавить»), то запрещается выдача команды «Прибавить», включается светодиод «Блокировка». При снятии сигнала от концевого выключателя гаснет светодиод «Блокировка».

При одновременном наличии сигналов на дискретных входах «Запрет прибавить» и «Запрет убавить» регулировка напряжения полностью запрещается, горит светодиод «Блокировка» и светодиод «Отказ ПМ», включаются реле «Отказ ПМ» и «Сигнализация», на индикатор в нижней строке поочередно выводится сообщение: «Запрет убавить» и «Запрет прибавить». Регулятор деблокируется, когда будут сняты оба сигнала.

При отсутствии сигнала на входе «Ручн./Автомат.» регулятор переходит в режим внешнего регулирования, включается светодиод «Блокировка».

1.4.3.4 При отсутствии внешних сигналов блокировки проверяется сколько секций контролируется и какая из секций является регулируемой.

1.4.3.5 Текущие значения токов и напряжений сравниваются с уставками граничных условий.

Если в регулируемой секции вводной ток $I_{вв} > (I_{вв})_{\max}$, то запрещается выдача команды «Прибавить», включается светодиод «Блокировка», через 10 секунд включается реле «Перегрузка», на время t_c (время сигнализации, задаваемое уставкой) включается реле «Сигнализация». Светодиод «Блокировка» и реле «Перегрузка» остаются включенными до тех пор, пока токи превышают граничные условия.

Если в регулируемой секции напряжение $3U_0$ превышает уставку, то запрещается выдача команды «Прибавить», включается светодиод «Блокировка». При снижении напряжения ниже порогового гаснет светодиод «Блокировка», разрешается регулирование.

Если в регулируемой секции напряжение U_2 превышает уставку, то регулирование запрещается, включается светодиод «Блокировка». При снижении напряжения ниже порогового гаснет светодиод «Блокировка», разрешается регулирование.

Если в регулируемой секции действующее значение напряжения меньше $U_{\min}$, то запускается задержка на 10 с. Если спустя это время напряжение меньше уставки, то запрещается регулирование, включается светодиод «Блокировка», на время t_c включается реле «Сигнализация». При повышении напряжения выше $U_{\min}$ гаснет светодиод «Блокировка», разрешается регулирование.

Если в регулируемой секции действующее значение напряжения больше $U_{\max}$, то запускается подсчет времени T_3 (задержка выдачи команды «Убавить» при перенапряжении). Если спустя это время напряжение больше уставки, то запрещается

выдача команды «Прибавить», включается светодиод «Блокировка», на время t_c включается реле «Сигнализация». Запускается программа на отработку перенапряжения, т.е. команда «Убавить» будет выдаваться через T_3 после завершения очередного цикла переключения, пока напряжение не опустится до напряжения поддержания. Светодиод «Блокировка» гаснет при напряжении меньше U_{max} .

Если контролируются обе секции (установлен сигнал «Две секции») и обнаружено превышение граничных условий в контролируемой секции («Перегрузка», «Перенапряжение», «Низкое U»), то включается светодиод «Блокировка», на время t_c включается реле «Сигнализация». Блокируется выдача соответствующей команды управления (если уставкой разрешена блокировка), реле «Перегрузка» не включаются. Если блокировка от контролируемой секции запрещена, то светодиод «Блокировка» не включается.

1.4.3.6 Если при анализе токов и напряжений граничные условия не нарушены, то проверяется условие:

$$U_{пр} - \Delta U/2 < U_{тек} < U_{пр} + \Delta U/2, \quad (1)$$

где: $U_{пр}$ – расчетное значение напряжения поддержания;
 $U_{тек}$ – текущее значение напряжения в регулируемой секции.
 ΔU – уставка по напряжению зоны нечувствительности

Условие (1) определяет, находится ли напряжение в зоне нечувствительности.

Значение напряжения поддержания определяется следующим выражением:

$$U_{пр} = U_{п}' + U_{к1}, \quad (2)$$

где: $U_{п}'$ – уставка по напряжению поддержания (одно из значений: $U_{п}$, $U_{п1}$, $U_{п2}$, $U_{п3}$);
 $U_{к1}$ – расчетное значение напряжения компенсации.

Значение $U_{п}'$ определяется наличием сигналов на дискретных входах «Уподд.1», «Уподд.2», «Уподд.3».

Значение $U_{к1}$ вычисляется только для регулируемой секции, если разрешена компенсация:

$$U_{к1} = U_{к} \times (I_{вв} - I_{ск})/I_{ввн},$$

где: $U_{к}$ – значение уставки токовой компенсации;
 $I_{вв}$ – действующее значение вводного тока;
 $I_{ск}$ – действующее значение секционного тока;
 $I_{ввн}$ – значение уставки номинального вводного тока.

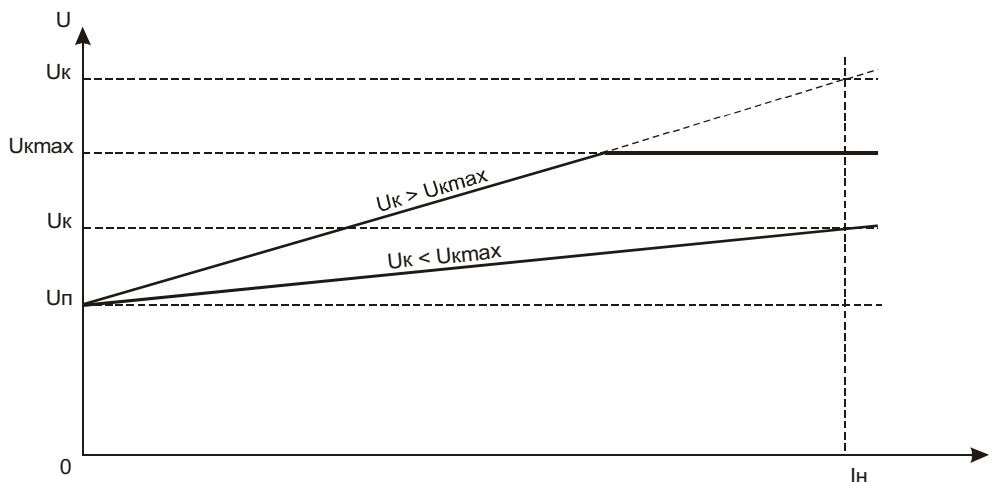


Рис. 1. Зависимость напряжения компенсации ($U_{к1}$) от тока нагрузки.

Переменная $U_{к1}$ – есть функция от $I_{вв}$ и $I_{ск}$ (см. рис. 1). Она вычисляется постоянно при расчете $U_{пр}$. Если значение $U_{к1}$ превышает значение уставки $(U_{к})_{max}$, то принимается $U_{к1} = (U_{к})_{max}$.

1.4.3.7 Если выполняется условие (1), т.е. напряжение находится в зоне нечувствительности, то на индикаторе в первой строке выводится действующее значение напряжения основной секции и номер ступени переключения.

1.4.3.8 Если

$$U_{тек} < U_{пр} - \Delta U/2, \quad (3)$$

то включается светодиод «Ниже» и запускается подсчет времени T_1 (задержка формирования первичной команды на управление приводом). В течение этого времени контролируется выполнение условия (3).

Если условие (3) не выполняется, то сбрасывается подсчет T_1 и выключается светодиод «Ниже».

Если условие (3) выполняется, то спустя время T_1 включается реле «Прибавить». Запускается подсчет t_1 (время проверки реакции привода на команду управления). Проверяется сигнал «Переключение». Если за время t_1 от привода не пришел сигнал о начале переключения, то включается светодиод «Блокировка» и светодиод «Отказ ПМ», включается реле «Сигнализация» и реле «Отказ ПМ», отключаются реле «Прибавить» и «Убавить», на индикатор выводится сообщение «ПМ не пошел». Если в течение t_1 приходит сигнал от привода о начале переключения, то включается светодиод «Переключение», через задержку t_3 выключается реле «Прибавить» (если задан непрерывный режим работы, то реле выключается, когда напряжение достигнет зоны нечувствительности), запускается подсчет выдержки времени t_2 (время отработки команды управления). Если за это время от привода не пришел сигнал об окончании переключения, то включается светодиод «Блокировка» и светодиод «Отказ ПМ», включается реле «Сигнализация» и реле «Отказ ПМ», отключаются реле «Прибавить» и «Убавить», на индикатор выводится сообщение «ПМ застрял». Если в течение t_2 сигнал от привода сбросился, то выключается светодиод «Переключение», увеличивается значение счетчика положения переключателя и счетчика выработанного ресурса. На индикатор выводится новое значение счетчика положения переключателя.

1.4.3.9 Проверяется условие (1). Если оно выполняется, то сбрасываются признаки регулировки напряжения (увеличения и уменьшения). Если условие не выполняется, то проверяются условия (3) и (4):

$$U_{тек} < U_{2пр} - \Delta U/2, \quad (3)$$

$$U_{тек} > U_{пр} + \Delta U/2, \quad (4)$$

Если выполняется условие (3), т.е. за предыдущий шаг регулирования напряжение не достигло зоны нечувствительности, то включается (подтверждается включение) светодиод «Ниже» и запускается подсчет выдержки времени T_2 (задержка формирования повторной команды на управление приводом). Запускается программа увеличения напряжения, описанная выше.

1.4.3.10 При выполнении условия (4) запускается программа снижения напряжения. Выполняются действия, что и в программе увеличения напряжения с той лишь разницей, что включается светодиод «Выше» и реле «Убавить».

1.4.3.11 Если обнаружено перенапряжение ($U_{тек} > U_{max}$), то включается (или подтверждается включение) светодиод «Выше» и светодиод «Блокировка», на индикатор

выводится сообщение: «Перенапряжение», запускается подсчет выдержки времени T_3 (задержка формирования очередной команды на управление приводом при отработке перенапряжения). Если спустя это время перенапряжение сохраняется, то запрещается выдача команды «Прибавить», включается реле «Сигнализация», устанавливается признак перенапряжения, запускается программа снижения напряжения. Переключения будут продолжаться до тех пор, пока выполняется условие (4), т. е. пока напряжение не вернется в зону нечувствительности. При $U_{\text{тек}} < U_{\text{max}}$ гаснет светодиод «Блокировка», с экрана убирается сообщение: «Перенапряжение». Перед каждым переключением дается задержка T_3 . При снижении напряжения до значения $U_{\text{тек}} < U_{\text{пр}} + \Delta U/2$ выключается светодиод «Выше», снимается запрет на выдачу команды «Прибавить», сбрасывается признак перенапряжения.

1.4.3.12 Если при отсутствии команд управления «Прибавить» или «Убавить» обнаружен сигнала «Переключение», то запрещается регулирование напряжения. Включается светодиод «Отказ ПМ», светодиод «Блокировка» и светодиод «Переключение», включается реле «Сигнализация» и реле «Отказ ПМ», отключаются реле «Прибавить» и «Убавить» (подтверждается их отключение), включается реле «Питание ПМ», отключающее питание привода. На индикатор выводится сообщение «ПМ не управляем».

Примечание. Реле «Питание ПМ» включается после завершения сигнала «Переключение».

1.4.4 Канал связи.

1.4.4.1 Регулятор имеет последовательный канал связи, выведенный на два разъема. Разъем «RS232C» расположен на передней панели блока и имеет интерфейс линии связи RS232C. Второй разъем расположен на задней панели модуля ПРЦ и в зависимости от исполнения устройства (см. п. 1.1.5) имеет интерфейс «Токовая петля» или RS485.

Разъем «RS232C» на передней панели предназначен, в основном, для проведения пуско-наладочных работ и позволяет соединяться с компьютером по принципу «точка – точка». Схема соединительного кабеля приведена на рис. 15 приложения. Гальванической развязки от внутренней схемы устройства данный интерфейс не имеет.

Разъем модуля ПРЦ предназначен для подключения регулятора к локальной сети для решения задач АСУ. Интерфейс данного канала позволяет реализовать многоточечное подключение, то есть к одному компьютеру можно параллельно подключать несколько устройств с аналогичным интерфейсом. Этот интерфейс имеет полную гальваническую развязку от внутренней схемы устройства.

1.4.4.2 Так как сигналы с двух разъемов аппаратно сведены на один последовательный канал, то невозможна одновременная работа по двум линиям связи, подключенным к разъемам «RS232C» и разъему модуля ПРЦ.

1.4.4.3 Регулятор поставляется в двух вариантах исполнения интерфейса разъема модуля ПРЦ – «Токовая петля» либо RS485. Вариант исполнения указывается при заказе устройства.

Варианты подключения регулятора к локальной сети в зависимости от используемого интерфейса приведены на рис. 16 и рис. 17 приложения.

1.4.4.4 При варианте исполнения «Токовая петля» блок можно подключать к компьютеру через специальное устройство сопряжения (УС), выпускаемое фирмой «Радиус Автоматика».

1.4.4.5 При варианте исполнения RS485 блок можно подключать к компьютеру через стандартные преобразователи или непосредственно к портам компьютера с аналогичным интерфейсом.

1.4.4.6 Оба интерфейса со стороны регулятора программно полностью идентичны и имеют возможность настройки с помощью уставок на два вида программных протоколов.

1.4.4.7 Регулятор поддерживает два вида протоколов связи – «Старт» и Modbus. Протокол «Старт» является специфическим и поддерживается программным обеспечением «Старт», поставляемым фирмой «Радиус Автоматика». Протокол Modbus является стандартным и поддерживается многими разработчиками и поставщиками программного обеспечения.

1.4.4.8 При использовании протокола Modbus необходимо дополнительно задать параметры протокола. Этими параметрами являются: адрес устройства в локальной сети, скорость передачи данных, наличие и вид проверки данных на четность, а также количество стоповых бит. В РНМ-1 при использовании протокола Modbus задается только адрес устройства и скорость передачи данных (см. п. 2.3.2.7.1). Остальные параметры жестко определены, а именно, **контроль по четности запрещен, количество стоповых бит – один.**

1.4.4.9 При выборе протокола «Старт» достаточно задать только скорость передачи данных.

1.5 Маркировка

1.5.1 На корпусе регулятора имеется маркировка, содержащая следующую информацию:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение изделия («РНМ-1»);
- заводской номер изделия.
- дату изготовления (месяц, год).

1.5.2 Вблизи органов управления и клемм имеются надписи или символы, указывающие их назначение.

1.6 Упаковка

1.6.1 Регулятор поставляется в комплектности согласно п.1.3.1 упакованным в соответствующую транспортную тару, имеющую маркировку по ГОСТ 14192-77 и содержащую манипуляционные знаки.

1.6.2 Поставка на малые расстояния или поставка небольших партий регуляторов по согласованию с потребителем допускается без транспортной тары.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

Технические характеристики, несоблюдение которых может привести к выходу регулятора из строя, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Эксплуатационные ограничения

Наименование параметра	Предельное значение
Максимальное напряжение питания (постоянный ток) (переменный ток) (постоянный ток)	370 В (вариант 220 В) 264 В (вариант 220 В) 143 В (вариант 110 В)
Минимальное напряжение питания (постоянный ток) (переменный ток) (постоянный ток)	130 В (вариант 220 В) 105 В (вариант 220 В) 80 В (вариант 110 В)
Максимальное входное напряжение (длительно)	120 В
Максимальный входной ток (длительно) (не более 5 секунд)	$2 \times I_n$ $20 \times I_n$
Максимальный ток коммутации контактов выходных реле: – при замыкании цепей переменного тока – при замыкании цепей постоянного тока – при размыкании цепей переменного тока – при размыкании цепей постоянного тока	8 А при 250 В 8 А при 250 В 8 А при 250 В 0,15 А при 250 В
Максимальное постоянное или переменное напряжение дискретных входов	264 В
Минимальная температура окружающего воздуха	-20°C
Максимальная температура окружающего воздуха	+55°C

2.2 Подготовка к использованию

2.2.1 Меры безопасности

2.2.1.1 При работе с регулятором необходимо соблюдать все требования безопасности, распространяющиеся на устройства релейной защиты и автоматики энергосистем.

2.2.1.2 К эксплуатации регулятора допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие проверку знаний техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

2.2.1.3 Перед подключением регулятора к сети он должен быть подсоединен к контуру заземления медным проводом сечением не менее 2 мм².

2.2.1.4 Запрещается отсоединять (присоединять) к клеммам клеммников X1 и X2 модуля ВВ и клеммника «Питание» модуля БП провода, находящиеся под напряжением.

2.2.2 Подготовка к работе.

2.2.2.1 При вводе регулятора в эксплуатацию необходимо произвести: внешний осмотр, измерение электрического сопротивления изоляции, проверку работоспособности.

2.2.2.2 При проведении внешнего осмотра произвести контроль на отсутствие вмятин на корпусе, трещин и сколов на экране дисплея, целостности клеммников.

2.2.2.3 Измерение электрического сопротивления изоляции проводить между закороченными цепями входных токов и напряжений (клеммники X1 и X2 модулей ТР),

выходных контактов реле и входов оптронов (клеммники X1 и X2 модуля ВВ), питания регулятора (клеммник «Питание» модуля БП), а также между этими цепями и корпусом. Измерения проводить мегомметром на напряжение 1000 В. Значение сопротивления изоляции должно быть не менее 100 МОм.

2.2.2.4 Для проверки работоспособности подать питание и включить регулятор с помощью выключателя S1. Регулятор находится в режиме «Внешнего регулирования», т.к. на дискретный вход «Ручн./Автомат.» не подан сигнал (см. п. 1.4.1.5). Перейти в состояние «Уставки» (см. п. 2.3.1) и ввести значения уставок согласно п. 2.3.2.

Перейти в состояние «Контроль». Подавая на входные клеммы X1.1: 1, X1.1: 2 и X1.1: 3, X1.1: 4 модуля ТР (секция 1) переменный ток до 5 А или 1 А, в зависимости от варианта исполнения, а на входные клеммы X1.2: 1, X1.2: 2 и X1.2: 3, X1.2: 4 модуля ТР (секция 1) переменное напряжение до 100 В проверить, что регулятор измеряет входные электрические величины. С помощью кнопки «Выбор» поменять номер секции и провести аналогичную проверку модуля ТР (секция 2).

Перейти в состояние контроля «Дискретных входов». Поочередно подавая на дискретные входы клеммника X1 модуля ВВ переменное или постоянное напряжение 220 (110) В убедиться, что изменяется состояние соответствующей позиции индикатора (п. 2.3.4.4). Дискретный вход «Ручн./Автомат.» (X1: А4, В4) проверять в последнюю очередь, т.к. при подаче на данный вход сигнала регулятор переходит в автоматическое регулирование в режим «Работа».

В режиме «Работа» при напряжении на входе регулируемой секции, равном напряжению поддержания, светодиоды «U>» и «U<» не должны гореть. Подать напряжение больше верхней границы зоны нечувствительности. Должен загореться светодиод «U>». Через время T_1 (задержка формирования первичного сигнала управления приводом) должно сработать реле «Убавить», замыкающее между собой клеммы А3, В3 и А4, В4 клеммника X2 модуля ВВ. После этого через время t_1 (время проверки реакции привода на команды управления), если не подан сигнал «Переключение», должны загореться светодиоды «Блокировка» и «Отказ ПМ», отключиться реле «Убавить», сработать реле «Сигнализация», замыкающее между собой клеммы А5, В5 и А6, В6 клеммника X2 модуля ВВ на время t_c (длительность сигнализации), сработать реле «Отказ ПМ», замыкающее между собой клеммы А8, В8 клеммника X2 модуля ВВ.

Понизить напряжение до значения зоны нечувствительности. Перезапустить режим «Работа» (см. п. 2.3.1). Понизить напряжение ниже зоны нечувствительности и проверить загорание светодиода «U<» и срабатывания реле «Прибавить», замыкающее между собой клеммы А1, В1 и А2, В2 клеммника X2 модуля ВВ.

Повысить напряжение до значения зоны нечувствительности и перезапустить режим «Работа». Подать на вход регулируемой секции ток больше значения $I_{\max}$ (максимальный ток ввода). Проверить, что через 10 секунд после загорания светодиода «Блокировка» сработает реле «Перегрузка», замыкающее между собой клеммы А7, В7 клеммника X2 модуля ВВ.

Снять входной ток. Должен погаснуть светодиод «Блокировка» и отключиться реле «Перегрузка». Кратковременно подать на дискретный вход «Переключение» (клеммы А1, В1 клеммника X1 модуля ВВ) напряжение 220 (110) В. Должен загореться светодиод «Переключение» и после снятия дискретного сигнала сработать реле «Питание ПМ», замыкающее между собой клеммы А11, В11 и размыкающее клеммы А12, В12 клеммника X2 модуля ВВ.

Проверить, что при включении питания регулятора клеммы «Отказ РНМ» (А9, В9 и А10, В10 клеммника X2 модуля ВВ) размыкаются, а при выключении питания – замыкаются.

2.2.3 Порядок установки и подключения

2.2.3.1 Подготовить место для установки регулятора в соответствии с разметкой крепления, приведенной на рис. 3 приложения. Регулятор закрепляется четырьмя винтами.

2.2.3.2 Соединить винт заземления регулятора с контуром заземления подстанции медным проводом сечением не менее 2 мм^2 .

2.2.3.3 Функциональное назначение контактов клемников и разъемов регулятора приведено на рис. 5 приложения.

2.2.3.4 Измерительные цепи напряжения и тока регулятора подключить к вторичным обмоткам измерительных трансформаторов. При контроле напряжения нулевой последовательности (задается уставкой) измерительные цепи подключить согласно рис. 6 приложения.

При контроле напряжения обратной последовательности (задается уставкой) измерительные цепи подключить согласно рис. 2.

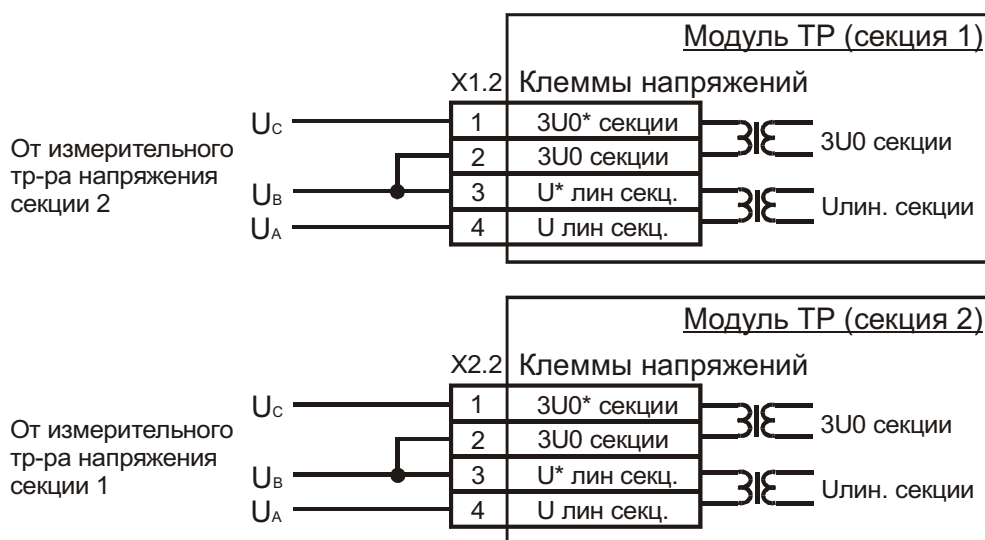


Рис. 2. Схема подключения измерительных цепей напряжения при контроле U_2 .

При контроле двух секций измерительные трансформаторы тока и напряжения первой секции подключить к модулю ТР (секция 1), а измерительные трансформаторы тока и напряжения второй секции — к модулю ТР (секция 2). Измерительные трансформаторы тока подключаются в том случае, если необходимо вводить токовую компенсацию.

2.2.3.5 Контакты выходного релейного сигнала «Сигнализация», замыкающиеся при полной или частичной блокировке регулирования, подключить к цепям центральной сигнализации подстанции. Контакты выходных релейных сигналов «Отказ РНМ», «Отказ ПМ», «Перегрузка» подключить к цепям сигнализации при необходимости (см. рис. 8 приложения).

2.2.3.6 Контакты выходных релейных сигналов «Прибавить», «Убавить» подключить к цепям управления ПМ.

2.2.3.7 Питание регулятора подается на контакты «Питание» модуля БП. Питание осуществляется от сети переменного или постоянного тока напряжением 220 В (110 В).

Питание цепей дискретных входов и выходов осуществляется от сети переменного или постоянного тока напряжением 220 В (110 В). Полярность подключения — произвольная.

2.2.3.8 Для решения задач АСУ синхронизатор может подключаться к локальной сети связи через разъем модуля ПРЦ.

2.2.3.9 В зависимости от исполнения (см. п. 1.1.5) в регуляторе реализован интерфейс линии связи либо «Токовая петля», либо RS485. Вариант исполнения указывается при заказе устройства.

Варианты подключения к локальной сети для различных интерфейсов приведены на рис. 16 и рис. 17 приложения.

2.2.3.10 При варианте исполнения «Токовая петля» регулятор можно подключать к компьютеру через специальное устройство сопряжения (УС), выпускаемое фирмой «Радиус Автоматика».

2.2.3.11 Линию связи с интерфейсом RS485 рекомендуется согласовывать, подключая встроенные согласующие резисторы на крайних устройствах. Подключение осуществляется с помощью замыкания контактов 3 и 4 разъема модуля ПРЦ.

2.2.3.12 Монтаж линии связи с интерфейсом RS485 рекомендуется производить с помощью витой экранированной пары, соблюдая полярность подключения проводов.

2.2.3.13 Монтаж линии связи с интерфейсом «Токовая петля» рекомендуется производить с помощью двух витых пар. Контакты 2 и 4 разъема модуля ПРЦ должны быть замкнуты между собой. Экранировка при этом желательна, но не обязательна.

2.3 Использование

2.3.1 Выбор режима работы

Управление приводом может осуществляться как от регулятора, так и от кнопок внешнего ручного управления. Для управления приводом от регулятора необходимо подать сигнал на дискретный вход «Ручн./Автомат.» (клеммы А4/В4 клеммника Х1 модуля ВВ).

При управлении от регулятора возможны пять режимов работы:

- ввод уставок;
- работа (автоматическое регулирование);
- контроль;
- регулирование;
- архив событий.

При включении питания регулятор переходит в режим «Работа». Выход из любого режима в состояние выбора режима осуществляется по кнопке «Выход». Выбор режима осуществляется кнопками «←», «→» (см. рис. 9 приложения). На индикаторе отображается название выбираемого режима. Запуск выбранного режима – по нажатию кнопки «Ввод».

Внимание! Если регулятор находился в состоянии выбора режима и в течение 10 секунд ни один из режимов не был выбран (не была нажата кнопка «Ввод»), то РНМ автоматически переходит в режим «Работа».

2.3.2 Режим «Уставки».

Внимание! 1. В режиме «Уставки» контроль входных электрических величин и автоматическое регулирование напряжение трансформатора не производится.

2. Если регулятор «забыли» в процессе ввода уставок, то через 5 минут после последнего нажатия любой кнопки он автоматически перейдет в режим «Работа». В этом случае вновь введенные значения уставок теряются. Замена старых значений уставок на вновь введенные происходит при завершении режима «Уставки», т.е. после двух нажатий на кнопку «Выход», и сопровождается надписью на индикаторе: «Сохранение уставок в памяти».

2.3.2.1 При запуске режима «Уставки» нажатием кнопки «Ввод» на индикатор выводится сообщение «Общие уставки» (см. рис. 10 приложения). Уставки разделены на три группы: общие уставки, определяющие параметры работы регулятора; уставки секции 1 и уставки секции 2, определяющие параметры контролируемых электрических величин для каждой секции.

2.3.2.2 С помощью кнопок «←», «→» выбирается требуемая группа. Выбор подтверждается нажатием кнопки «Ввод». На индикатор выводятся значения уставок, хранящихся в энергонезависимой памяти регулятора. Поиск требуемой уставки осуществляется кнопками «←», «→».

2.3.2.3 Для ввода или изменения значений уставок необходимо перейти в состояние «Ввод уставок» и ввести пароль. Паролем является заводской номер, указанный в паспорте на регулятор. Ввод пароля осуществляется следующим образом. После подтверждения выбора состояния «Ввод уставок» нажатием кнопки «Ввод» начинает мигать первое знакоместо пароля. Кнопками «←», «→» ввести требуемую цифру и нажать кнопку «Ввод». Аналогично ввести остальные цифры пароля. Если пароль введен верно, то разрешено изменение уставок.

2.3.2.4 С помощью кнопок «←» и «→» находится требуемая уставка. Кнопкой «Ввод» подтверждается, что данная уставка будет корректироваться. Мигает все значение уставки либо одно знакоместо. Кнопками «←» и «→» задается новое значение в мигающей позиции и фиксируется кнопкой «Ввод».

2.3.2.5 При вводе индивидуальных для каждой секции уставок на индикаторе в начале первой строки указывается номер секции, для которой вводится уставка.

2.3.2.6 Выход из режима «Уставки» по нажатию кнопки «Выход». При выходе из режима снимается разрешение на ввод уставок.

2.3.2.7 Перечень и описание задаваемых уставок.

2.3.2.7.1 «Общие уставки»

– «Уставка: регулир.» – задание способа регулирования: непрерывный или импульсный. При непрерывном регулировании сигналы управления «Прибавить» и «Убавить», формируемые регулятором, удерживаются до тех пор, пока напряжение трансформатора не войдет в зону нечувствительности. Сигнал «Переключение» от привода не контролируется. При импульсном регулировании сигналы «Прибавить» и «Убавить» сбрасываются при приходе сигнала «Переключение».

– «Уставка: Тсигнал» – время включенного состояния реле «Сигнализация». Задаваемые значения: 0 секунд, 1 секунда, 2 секунды, 3 секунды, 5 секунд, 10 секунд, 20 секунд, непрерывно. При задании Тсигнал = 0 сигнализация запрещена.

– «Уставка: Т1» – задержка формирования первичного сигнала управления приводом при выходе напряжения трансформатора из зоны нечувствительности. Задается в диапазоне от 1 до 200 секунд с дискретностью 1 секунда.

– «Уставка: Т2» – задержка формирования повторного сигнала управления приводом в том же направлении, если за предыдущее переключение напряжение трансформатора не вернулось в зону нечувствительности. Задается в диапазоне от 0,1 до 200 секунд с дискретностью 0,1 секунды.

– «Уставка: Т3» – задержка формирования очередного сигнала управления приводом при отработке перенапряжения. Задается в диапазоне от 0,1 до 10 секунд с дискретностью 0,1 секунды.

– «Уставка: t1» – время проверки реакции привода на команды управления. Задается в диапазоне от 0,1 до 6 секунд с дискретностью 0,1 секунды. Если за время t_1 от

привода не приходит сигнал «Переключение», то считается, что привод «Не пошел». Данная уставка относится только к импульсному регулированию.

ВНИМАНИЕ! Не рекомендуется задавать уставку t_1 более 2 секунд.

– «Уставка: t_2 » – время проверки завершения переключения. Задается в диапазоне от 1 до 60 секунд с дискретностью 1 секунда. Если за время t_2 не сбросится сигнал «Переключение», то считается, что привод «Застрял». Данная уставка относится только к импульсному регулированию.

– «Уставка: t_3 » – задержка снятия сигналов управления после прихода от РПН сигнала «Переключение». Задается в диапазоне от 0 до 2 секунд с дискретностью 0,1 секунда.

– «Откл. питания ПМ:» – время включенного состояния реле «Питание ПМ». Задается либо 1 секунда, либо непрерывно.

– «Блокировка от контр. секции:» – Данная уставка используется только при контроле двух секций. Если разрешена блокировка, то при обнаружении в контролируемой секции «Перегрузки», «Перенапряжения» и «Низкое U» запрещается регулировка в соответствующую сторону. Если блокировка запрещена, то регулирование не запрещается, а только включается реле «Сигнализация» и на индикатор выводится информация о превышении граничных значений в контролируемой секции.

– «Начальная ступень переключения:» – номер ступени переключения начиная с которого запрещено регулирование в сторону снижения напряжения. Задается в диапазоне от 1 до значения уставки «Конечная ступень переключения».

– «Конечная ступень переключения:» – номер ступени переключения начиная с которого запрещено регулирование в сторону повышения напряжения. Задается в диапазоне от значения уставки «Начальная ступень переключения» до 40.

– «Текущая ступень переключения:» – реальное значение положения переключателя. Задается в диапазоне от 1 до заданного уставкой значения количества ступеней переключения (см. выше). Новое значение заносится в память при вводе регулятора в эксплуатацию или при расхождении показаний регулятора и реального положения переключателя. При каждом переключении значение изменяется на единицу (с учетом направления) и соответствует текущей ступени переключения.

– «Выработанный ресурс:» – количество переключений, произведенных переключателем. Задается в диапазоне от 0 до 65535. Новое значение заносится в память при вводе регулятора в эксплуатацию или при замене переключателя. В процессе работы при каждом переключении значение увеличивается на единицу. При превышении максимального значения подсчет переключений начинается с 0.

– «Направл. счета ступеней:» – задается прямой или обратный счет ступеней переключения. При прямом счете по отработке каждой команды «Прибавить» счетчик переключений увеличивается на единицу, а по команде «Убавить» – уменьшается на единицу. При обратном счете по команде «Прибавить» счетчик переключений уменьшается на единицу, а по команде «Убавить» – увеличивается на единицу.

– «Контроль Uавар.:» – разрешается или запрещается контроль напряжения аварийного питания (напряжения батареи, запрашиваемой микросхемы оперативной памяти и часов реального времени). Если контроль разрешен, то при снижении напряжения батареи ниже порогового значения, на индикатор выводится сообщение «Разряд батареи». Работа регулятора не блокируется. Разряд батареи приведет к тому, что при отключении питания регулятора не будет сохраняться информация о текущем времени и зафиксированных отклонениях от нормального состояния сети и работы

привода. Значения уставок в данной ситуации будут сохраняться, так как они записываются в энергонезависимую память.

- «Дежурная подсветка» – разрешается или запрещается подсветка индикатора. Если дежурная подсветка разрешена, то она горит постоянно. Если дежурная подсветка запрещена, то при нормальной работе регулятора она выключена. Подсветка включается либо при блокировке работы регулятора, либо после нажатия любой из кнопок клавиатуры (на 30 секунд).

- «Скорость обмена по ЛС» – задание скорости передачи данных по каналу связи. Значение выбирается из ряда: (300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200) бит/с.

- «Протокол обмена по ЛС» – выбор протокола обмена по линии связи: «Старт» или Modbus.

- «№ устройства для MODBUS» – задается индивидуальный номер, являющийся адресом устройства в сети. Устройству может быть присвоен номер от 1 до 247.

- «Дата» – последовательно вводятся значения дня, месяца, две последние цифры года, часы и минуты.

«Контрастность». С помощью кнопок «←», «→» регулируется контрастность изображения на индикаторе.

«Ввод уставок. Пароль» – четырехзначное число, разрешающее ввод или изменение значений уставок. Паролем является заводской номер, указанный в паспорте на регулятор. Пароль, введенный для любой из групп уставок, действителен и для других групп, т. е. введя пароль можно изменять любые уставки. Регулировка контрастности и ввод даты не требует ввода пароля.

2.3.2.7.2 «Уставки секции 1» и «Уставки секции 2» задаются для каждой секции индивидуально.

- «Уставка: U_n » – номинальное первичное напряжение измерительного трансформатора. Задаваемые значения: 6 кВ, 10 кВ, 20 кВ, 35 кВ, 110 кВ.

- «Уставка: U_n » – напряжение поддержания. Задается в процентах от U_n в диапазоне от 85 до 145 % с дискретностью 1 %. Одновременно на индикаторе отображается значение в киловольтах.

- «Уставка: ΔU » – ширина зоны нечувствительности. Задается в процентах от U_n в диапазоне от 1 до 20 % с дискретностью 0,2 %. Рекомендуется задавать значение уставки из соотношения $(1,4 \dots 2,0) \times U_c / U_n \times 100 \%$, где U_c – напряжение ступени регулирования.

Верхняя граница зоны нечувствительности – $U_n + \Delta U/2$.

Нижняя граница зоны нечувствительности – $U_n - \Delta U/2$.

- «Уставка: U_{min} » – значение напряжения, ниже которого запрещается регулирование. Задается в процентах от U_n в диапазоне от 50 до 95 % с дискретностью 1 %.

- «Уставка: U_{max} » – значение напряжения (перенапряжение), при превышении которого осуществляется ускоренный возврат в зону нечувствительности. Задается в процентах от U_n в диапазоне от 105 до 130 % с дискретностью 1 %.

- «Блокировка по:» – определяется какой параметр контролируется: $3U_0$ или U_2 .

- «Уставка: $3U_0$ » – значение напряжения нулевой последовательности, при превышении которого запрещается увеличение напряжения трансформатора. Задается в процентах от $3U_{0max}$ в диапазоне от 5 до 60 % с дискретностью 1 %. В зависимости от

подключаемого измерительного трансформатора необходимо ввести уставку, определяющую максимальное значение $3U_0$: $3U_{0\max} = \sqrt{3} \times U_n$ или $3U_{0\max} = U_n$.

– «Уставка: U_2 » – значение напряжения обратной последовательности, при превышении которого запрещается регулирование. Задается в процентах от U_n в диапазоне от 5 до 60 % с дискретностью 1 %.

– «Уставка: $I_{\text{ввн}}$ » – номинальный первичный ток измерительного трансформатора, установленного на вводе. Задается в соответствии со стандартным рядом: 50 А, 75 А, 80 А, 100 А, 150 А, 200 А, 300 А, 400 А, 500 А, 600 А, 750 А, 800 А, 1000 А, 1200 А, 1500 А, 2000 А, 3000 А, 4000 А, 5000 А.

– «Уставка: $I_{\text{ввmax}}$ » – значение тока ввода, при котором запрещается увеличение напряжения трансформатора (перегрузка). Задается в процентах от $I_{\text{ввн}}$ в диапазоне от 10 до 210 % с дискретностью 5 %.

– «Уставка: $I_{\text{скн}}$ » – номинальный первичный ток секционного измерительного трансформатора. Задается в соответствии со стандартным рядом: 50 А, 75 А, 80 А, 100 А, 150 А, 200 А, 300 А, 400 А, 500 А, 600 А, 750 А, 800 А, 1000 А, 1200 А, 1500 А, 2000 А, 3000 А, 4000 А, 5000 А.

– «Уставка: $U_{п1}$ », «Уставка: $U_{п2}$ », «Уставка: $U_{п3}$ », – значения напряжений поддержания, переход на которые осуществляется при наличии внешних релейных сигналов « $U_{\text{подд.1}}$ », « $U_{\text{подд.2}}$ » и « $U_{\text{подд.3}}$ » соответственно (см. п. 1.4.1.5). Используются для организации многоступенчатого графика регулирования (суточного, недельного и т.д.). Задаются в процентах от U_n в диапазоне от 90 до 110 % с дискретностью 1 %.

– «Уставка: $U_{\text{кmax}}$ » – ограничение токовой компенсации. Задаются в процентах от U_n в диапазоне от 0 до 20 % с дискретностью 1 %. Для запрета токовой компенсации ввести значение $U_{\text{кmax}} = 0$.

– «Уставка: $U_{\text{к}}$ » – падение напряжения в линии до нагрузки при номинальном токе измерительного трансформатора тока. Задаются в процентах от U_n в диапазоне от 0 до 20 % с дискретностью 1 %.

Перечень уставок и диапазоны их задания сведены в табл. 3.

Таблица 3. Уставки.

Наименование уставки	Условное обозначение	Единица измерен.	Диапазон / дискретность
Общие уставки			
Способ регулирования	регул.	–	имп., непрер.
Длительность сигнализации	$T_{\text{сигнал}}$	с	0, 1, 2, 3, 5, 10, 20, непрерывно
Задержка первичного сигнала управления	T_1	с	1...200 /1
Задержка повторного сигнала управления	T_2	с	0,1...200 /0,1
Задержка сигнала при перенапряжении	T_3	с	0,1...10 /0,1
Время ожидания появления сигнала «Переключение»	t_1	с	0,1...6 /0,1
Время ожидания снятия сигнала «Переключение»	t_2	с	1...60 /1
Задержка снятия сигналов управления	t_3	с	0...2 /0,1
Длительность сигнала «Питание ПМ»	Откл. питания ПМ	с	1, непрерывно
Разрешение блокировки от контролируемой секции	Блокировка от контр. секции	–	да, нет

Таблица 3 (продолжение). Уставки.

Наименование уставки	Условное обозначение	Единица измерен.	Диапазон / дискретность
Задание номера начальной ступени переключения	Начальн. ступень переключения		от 1 до последней
Задание номера конечной ступени переключения	Конечная ступень переключения		от начальной до 40
Ввод значение ступени положения переключателя	текущая ступень		1...40 /1
Количество переключений, произведенных переключателем	Выработан. ресурс	шт.	0...65535 /1
Задание способа подсчета ступеней переключения	Направление счета	—	прямое, обратн.
Разрешение контроля напряжения батареи аварийного питания	Uавар.	—	да, нет
Разрешение дежурной подсветки	Дежурная подсветка	—	да, нет
Задание скорости передачи данных по ЛС	Скорость обмена по ЛС	бод	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200
Выбор протокола обмена по ЛС	Протокол обмена по ЛС	—	«Старт», Modbus
Присвоение номера, т.е. адреса устройства в сети	№ устройства для MODBUS		1...247 /1
Ввод даты и времени	Дата Время	число месяц год час мин	1...31 1...12 0...99 0...23 0...59
Регулировка контрастности индикатора	Контраст		
Ввод пароля	Пароль		0...9999
Уставки секции			
Номинальное первичное напряжение измерительного трансформатора	U _н	кВ	6, 10, 20, 35,110
Напряжение поддержания	U _п	% от U _н	85...145 /1
Ширина зоны нечувствительности	ΔU	% от U _п	1...20 /0,2
Минимальное рабочее напряжение	U _{min}	% от U _н	50...95 /1
Значение перенапряжения	U _{max}	% от U _н	105...130 /1
Выбор типа блокировки	Блокировка по:	—	3U0, U2
Напряжение нулевой последовательности: – указание измерительного тр-ра – максимально допустимое значение	3U0 _{max} 3U0	% от 3U0 _{max}	√3×U _н , U _н 5...60 /1
Напряжение обратной последовательности	U2	% от U _н	5...60/1
Номинальный первичный ток измерительного трансформатора, установленного на вводе	I _{ввн}	А	50, 75, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000

Таблица 3 (продолжение). Уставки.

Наименование уставки	Условное обозначение	Единица измерен.	Диапазон / дискретность
Максимально допустимое значение тока ввода	I _{ввтах}	% от I _{ввн}	10...210 /5
Номинальный первичный ток измерительного трансформатора, установленного на вводе	I _{скн}	А	50, 75, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000
Напряжение поддержания	U _{п1} , U _{п2} , U _{п3}	% от U _н	90...110 /1
Ограничение токовой компенсации Запрет токовой компенсации	U _{кмах}	% от U _п	1...20 /1 0
Напряжение компенсации	U _к	% от U _п	1...20 /1
Ввод пароля	Пароль	—	0...9999

2.3.3 Режим «Работа»

2.3.3.1 В данном режиме осуществляется автоматическое регулирование, т.е. при изменении нагрузки напряжение поддерживается в заданных пределах за счет изменения коэффициента трансформации силового трансформатора.

В процессе работы измеряются токи и напряжения, контролируется состояние дискретных входов (клеммник X1 модуля ВВ).

2.3.3.2 На индикаторе в верхней строке отображается текущее значение напряжения в регулируемой секции и номер ступени переключения. После каждого переключения изменяется номер ступени переключения и увеличивается значение счетчика выработанного ресурса В нижней строке отображается расчетное значение напряжения поддержания U_{пр.}, рассчитываемое по формуле (2), или значение частоты сети. Выбор информации, отображаемой в нижней строке, осуществляется с помощью кнопок «←» и «→» (см. рис. 11 приложения).

Светодиоды «U >» и «U <» отображают уровень напряжения:

- горит светодиод «U >» – напряжение выше зоны нечувствительности;
- горит светодиод «U <» – напряжение ниже зоны нечувствительности;
- оба светодиода не горят – напряжение находится внутри зоны нечувствительности.

Светодиод «Переключение» горит при приходе сигнала от ПМ на дискретный вход «Переключение».

Горящий светодиод «Секция 1» или «Секция 2» определяет, какая из секций является регулируемой. Для выбора регулируемой секции необходимо подать сигнал на соответствующий дискретный вход, т.е. при подаче сигнала на дискретный вход «Секция 1» регулирование ведется по первой секции, при подаче сигнала на вход «Секция 2» – по второй секции. При одновременном присутствии или отсутствии сигналов на входах «Секция 1» и «Секция 2» выбор осуществляется кнопкой «Выбор». В этом случае номер регулируемой секции хранится в энергонезависимой памяти и сохраняется при отключении питания регулятора.

2.3.3.3 Блокировка работы регулятора.

О полной или частичной блокировке работы регулятора сообщает горящий светодиод «Блокировка» и включенная подсветка индикатора, в нижней строке которого выводится сообщение о причине блокировки.

К блокировкам от внешних дискретных сигналов, подаваемых на клеммник Х1 модуля ВВ, относятся:

- «Вн. блокировка» – наличие сигнала на клеммах А9/В9;
- «Ток. блокировка» – наличие сигнала на клеммах А10/А10. На данный дискретный вход подается сигнал с токовой защиты входной цепи силового трансформатора (см. рис. 6 и рис. 7 приложения);
- «Блокировка по t° » – наличие сигнала на клеммах А11/А11. На данный дискретный вход подается сигнал от датчика температуры масла ПМ.

Автоматическое регулирование полностью блокируется. Регулятор реагирует только на кнопку «Выход» и кнопку «Выбор». При снятии всех сигналов внешней блокировки автоматическое регулирование возобновляется, гаснет светодиод «Блокировка», гаснет подсветка индикатора.

К блокировкам от привода относятся:

- «Запрет убавить» – наличие сигнала на клеммах А3/В3 запрещает регулирование в сторону снижения напряжения;
- «Запрет прибавить» – наличие сигнала на клеммах А2/В2 запрещает регулирование в сторону повышения напряжения.

Автоматическое регулирование блокируется только в определенном направлении. Регулятор реагирует только на кнопку «Выход» и кнопку «Выбор». При снятии сигналов блокировки автоматическое регулирование возобновляется, гаснет светодиод «Блокировка», гаснет подсветка индикатора.

При одновременном наличии сигналов на дискретных входах «Запрет прибавить» и «Запрет убавить» регулировка напряжения полностью запрещается, горит светодиод «Блокировка» и светодиод «Отказ ПМ», включаются реле «Отказ ПМ» и «Сигнализация», на индикатор в нижней строке поочередно выводится сообщение: «Запрет убавить» и «Запрет прибавить». Регулятор деблокируется, когда будут сняты оба сигнала.

Примечание. При использовании приводов, у которых отсутствуют концевые выключатели верхнего и нижнего положения переключателя, регулятор работает следующим образом. При значении счетчика ступеней переключения равном уставке «Начальная ступень переключения» и при отсутствии сигнала на дискретном входе «Запрет убавить» регулирование не запрещается. Если при выдаче команды «Убавить» от привода приходит сигнал «Переключение» (такая ситуация возможна, когда произошел сбой счетчика ступеней переключения), то значение счетчика ступеней переключения сохраняется равным уставке «Начальная ступень переключения». Если при выдаче команды «Убавить» от привода не приходит сигнал «Переключение» (переключатель находится в крайнем положении), то регулировка напряжения в сторону уменьшения запрещается, горит светодиод «Блокировка», включается подсветка индикатора, на индикатор в нижней строке выводится сообщение: «Запрет убавить». При переключении переключателя в сторону увеличения напряжения гаснет светодиод «Блокировка», с индикатора убирается сообщение «Запрет убавить», выключается подсветка индикатора.

При отсутствии сигнала на дискретном входе «Запрет прибавить» и равенстве значения счетчика переключений уставке «Последняя ступень переключения», выполняются действия, аналогичные описанным выше для сигнала «Запрет убавить», с той лишь разницей, что на индикатор выводится сообщение «Запрет прибавить».

К блокировкам при обнаружении граничных значений измеряемых величин относятся:

- «Низкое U» – полная блокировка регулирования при снижении напряжения ниже минимального значения (задаваемого уставкой);
- «Перегрузка» – запрет увеличения напряжения при токе ввода больше максимального значения (задаваемого уставкой);

- «Высокое $3U_0$ » – запрет увеличения напряжения при напряжении $3U_0$ больше максимального значения (задаваемого уставкой);
- «Высокое U_2 » – запрет регулирования при напряжении U_2 больше максимального значения (задаваемого уставкой);
- «Перенапряжение» – запрет увеличения напряжения при превышении максимального значения (задаваемого уставкой). Запускается программа ускоренного снижения напряжения до значения зоны нечувствительности.

Если пониженное напряжение («Низкое U ») или завышенный ток («Перегрузка») сохраняется в течение 10 секунд, то включается реле «Сигнализация». При повышенном $3U_0$ и U_2 реле «Сигнализация» не включается. При перенапряжении реле «Сигнализация» включается через T_3 . Регулятор реагирует на кнопки «Выход» и «Сброс». По кнопке «Сброс» отключаются реле «Сигнализация» и управляющие реле «Прибавить», «Убавить», но запрет регулирования не снимается. При снятии причины блокировки автоматическое регулирование возобновляется, гаснет светодиод «Блокировка», но подсветка индикатора и сообщение о причине блокировки сохраняется, пока не будет нажата кнопка «Сброс».

К блокировкам при неисправности привода относятся:

- «Не пошел» – от привода не приходит сигнал «Переключение»;
- «Застрял» – не сбрасывается сигнал «Переключение» от привода;
- «Не управляем» – привод включается при отсутствии команд управления.

Автоматическое регулирование полностью блокируется. Дополнительно включается светодиод «Отказ ПМ», реле «Отказ ПМ» и реле «Питание ПМ», отключающее защитный автомат питания привода (если регулятор «Не управляем»). Регулятор реагирует на кнопки «Выход» и «Сброс». По кнопке «Сброс» отключаются реле «Сигнализация» и управляющие реле «Прибавить», «Убавить», но запрет регулирования не снимается. Для снятия запрета регулирования необходимо перезапустить режим «Работа» или перейти в другой режим, а именно, нажать кнопку «Выход», далее с помощью кнопок «←», «→» выбрать требуемый режим и запустить его кнопкой «Ввод».

2.3.3.4 При контроле двух секций регулировка ведется по «регулируемой» секции, выбираемой внешними дискретными сигналами или кнопкой «Выбор секции» (см. п.2.3.3.2). Другая секция является «контролируемой». При обнаружении выхода контролируемых параметров за допустимые пределы в нижней строке индикатора указывается номер секции, где это обнаружено. Если предельные параметры обнаружены в «контролируемой» секции и разрешена (уставкой) блокировка, то запрещается регулирование, включается светодиод «Блокировка» и реле «Сигнализация». Если блокировка запрещена, то регулирование разрешено, светодиод «Блокировка» не включается. Включается только реле «Сигнализация», которое может быть отключено кнопкой «Сброс».

2.3.4. Режим «Контроль».

2.3.4.1 В режиме «Контроль» автоматическое регулирование сохраняется. На индикаторе отображается контролируемый параметр (U , $3U_0$, U_2 , $I_{вв}$, $I_{ск}$) и номер ступени переключения либо служебная информация (состояние дискретных входов, выработанный ресурс, дата и текущее время). При отображении контролируемого параметра в верхней строке выводится его значение, а в нижней – информация: «Контроль секц.» и номер контролируемой секции.

2.3.4.2 В данном режиме активны все кнопки (см. рис. 12 приложения). С помощью кнопок «→» и «←» выбирается отображаемая информация. Кнопка «Выбор секции» изменяет номер контролируемой секции (если разрешен контроль двух секций, т.е. на клеммы A12/B12 клеммника X1 модуля ВВ подан внешний сигнал). По нажатию кнопки «Выбор секции» изменяется номер секции на индикаторе, состояние светодиодов

«Секция 1» и «Секция 2» не изменяется, т. к. они определяют номер «регулируемой» секции. С помощью кнопки «Ввод» выбирается, какие величины выводятся на индикатор – первичные или вторичные.

2.3.4.3 В режиме «Контроль» контролируется состояние дискретных входов и граничные значения параметров. При обнаружении ситуаций, описанных в п. 2.3.3.3, полностью или частично запрещается регулирование и выполняются действия, аналогичные режиму «Работа», с той лишь разницей, что в нижней строке индикатора поочередно выводится информация: «Контроль секц.» и причина блокировки.

2.3.4.4 При контроле дискретных входов на индикаторе отображается наличие (1) или отсутствие (0) сигнала на контактах клеммника X1 модуля ВВ.

На индикаторе сигналы отображаются в последовательности показанной на рис. 3.

2.3.4.5 Выход из режима «Контроль» – по нажатию кнопки «Выход». Регулятор переходит в состояние выбора режима.



Рис. 3. Расположение на индикаторе информации о состоянии дискретных входов.

2.3.5. Режим «Регулирование».

2.3.5.1 В режиме «Регулирование» автоматическое регулирование отсутствует, поэтому, если регулятор «забыли» в данном режиме, то через 5 минут после последнего нажатия любой кнопки он автоматически перейдет в режим «Работа».

2.3.5.2 Вход в режим осуществляется по паролю. Ввод пароля аналогичен режиму «Уставки» (см. п. 2.3.2.3).

2.3.5.3 После ввода пароля на индикатор в верхней строке выводится действующее значение напряжения и номер ступени переключения, в нижней – сообщение: «Регулирование».

2.3.5.4 Горящий светодиод «Секция 1» или светодиод «Секция 2» указывает, какая секция является регулируемой (напряжение данной секции отображается на индикаторе).

2.3.5.5 Активны все кнопки (см. рис. 13 приложения). Кнопка «Выбор» выбирает регулируемую секцию. Кнопка «Ввод» определяет, какие величины выводятся на индикатор: первичные или вторичные.

По кнопке «→» формируется команда «Прибавить», а по кнопке «←» – команда «Убавить». Данные кнопки будут активны только в том случае, если пароль был введен верно. В противном случае на нажатие этих кнопок регулятор не реагирует. Оработка команд «Прибавить» и «Убавить» происходит аналогично режиму «Работа». Кнопка «Сброс» отключает выходные реле, а также снимает блокировку регулирования,

установленную при обнаружении неисправности привода (в отличие от режима «Работа» см. п. 2.3.3.3).

2.3.5.6 В режиме «Регулирование» контролируются граничные значения параметров и при их превышении включается светодиод «Блокировка», а на индикатор выводится соответствующая информация. Формирование команд управления («Прибавить» и «Убавить») не запрещается, за исключением случаев достижения концевиков и обнаружения неисправности привода. При обнаружении перенапряжения автоматического возврата в зону нечувствительности не происходит.

2.3.5.7 В режиме «Регулирование» реле «Сигнализация» не включается.

2.3.5.8 Выход из режима «Регулирование» – по нажатию кнопки «Выход». Регулятор переходит в состояние выбора режима.

2.3.6 Режим «Архив событий».

2.3.6.1 Для просмотра содержимого архива событий нажать кнопку «Ввод». На индикатор выводится информация о характере события, признак начала (н) или окончания (о) события, дата и время, когда данное событие произошло. «Пролистывание» событий осуществляется кнопками «←» и «→». Символ «*» означает, что в данный момент времени зафиксировано несколько событий. Просмотр данных событий осуществляется кнопкой «Ввод».

2.3.6.2 Выход из режима «Архив событий» – по нажатию кнопки «Выход». Регулятор переходит в состояние выбора режима.

2.3.7 Внешнее ручное регулирование.

2.3.7.1 Для управления приводом от кнопок внешнего ручного управления необходимо снять сигнал с дискретного входа «Ручн./Автомат.» (клеммы А4/В4 клеммника Х1 модуля ВВ).

2.3.7.2 Кнопка «Выход» переводит регулятор в состояние выбора режима (см. рис. 14 приложения). Кнопками «←», «→» выбирается один из режимов: «Уставки» или «Контроль». Запуск режима – кнопкой «Ввод».

Режим «Уставки» аналогичен режиму, описанному в п. 2.3.2.

В режиме «Контроль» контролируются входные токи и напряжения в регулируемой секции и состояние дискретных входов, но команды управления «Прибавить» и «Убавить» не формируются. В верхней строке индикатора отображается текущее значение измеряемой величины и номер ступени переключения. В нижней строке индикатора выводится сообщение: «Внешн. регулир.». Горит светодиод «Блокировка».

Кнопкой «Выбор» выбирается регулируемая секция, о чем сигнализирует горящий светодиод «Секция 1» или «Секция 2» (независимо от состояния дискретных входов «Секция 1» и «Секция 2»).

Кнопками «←», «→» выбирается отображаемая величина: линейное напряжение, напряжение $3U_0$, напряжение U_2 , ток ввода, секционный ток, состояние дискретных входов (аналогично п. 2.3.4.4).

Кнопка «Ввод» определяет в первичных или вторичных значениях отображается измеряемая величина.

Кнопка «Сброс» гасит светодиод «Отказ ПМ» и отключает реле «Отказ ПМ», «Питание ПМ».

2.3.7.3 В процессе контроля при обнаружении ситуаций описанных в п. 2.3.3.3 в нижней строке индикатора поочередно с сообщением «Ручное регулир.» выводится соответствующая (см. п. 2.3.3.3) информация. Реле «Сигнализация» не включается.

При обнаружении ситуации, когда привод не управляем (привод «побежал»), включается реле «Питание ПМ» (после завершения сигнала «Переключение»), отключающее защитный автомат питания привода.

2.3.7.4 Контролируется состояние внешних кнопок управления «Убавить» (клеммы А6/В6), «Прибавить» (клеммы А5/В5) и сигнал «Переключение» (клеммы А1/В1). После каждого переключения изменяется номер ступени переключения, отображаемый в правом верхнем углу индикатора, и увеличивается значение счетчика выработанного ресурса.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

3.1.1 Для регулятора устанавливаются следующие виды технического обслуживания:

- профилактический контроль;
- профилактическое восстановление.

3.1.2 Профилактический контроль должен проводиться не реже одного раза в 18 месяцев в следующем объеме:

- 1) внешний осмотр по п. 2.2.2.2;
- 2) измерение электрического сопротивления изоляции по п. 2.2.2.3;
- 3) проверка работоспособности по п. 2.2.2.4.

3.1.3 Профилактическое восстановление должно выполняться специально обученным персоналом, имеющим разрешение на проведение ремонтно-наладочных работ с устройствами РНМ-1. Профилактическое восстановление должно проводиться не реже одного раза в 3 года в следующем объеме:

- 1) внешний осмотр по п. 2.2.2.2;
- 2) внутренний осмотр по п. 3.1.4;
- 3) измерение электрического сопротивления изоляции по п. 2.2.2.3;
- 4) проверка работоспособности по п. 2.2.2.4;
- 5) измерение параметров по п. 3.2;
- 6) калибровка по п. 3.3 (при необходимости).

3.1.4 При внутреннем осмотре проверяется отсутствие механических повреждений, надежность винтовых соединений, надежность разъемных соединений, проводится очистка от пыли и посторонних предметов.

3.2 Измерение параметров

3.2.1 Измерение параметров регулятора проводить в следующей последовательности:

1) подать напряжение питания 220 (110) В на регулятор. Подать напряжение 220 (110) В на дискретный вход «Ручн./Автомат.». Перевести регулятор в режим «Контроль». Выбрать в качестве контролируемой величины линейное напряжение первой секции. Задать отображение измеряемой величины во вторичных значения;

2) подключить источник переменного напряжения, регулируемый в диапазоне от 0 до 200 В с нестабильностью $\pm 0,2\%$ и мощностью не менее 5 ВА, к клеммам напряжения X1.2: 3 и X1.2: 4 модуля ТР (секции 1). Параллельно подключить эталонный вольтметр переменного тока класса точности 0,1;

3) изменяя подаваемое напряжение во всем рабочем диапазоне (от 5 В до 150 В) регулятора, сравнить показания эталонного вольтметра с показаниями индикатора.

Ошибка измерений не должна превышать $\pm 0,8$ В. При превышении указанного значения произвести калибровку канала измерения напряжения (см. п. 3.3.3);

4) по окончании калибровки повторить п. 3.2.3);

5) подключить источник переменного напряжения и эталонный вольтметр к клеммам напряжения X1.2: 1 и X1.2: 2 модуля ТР (секции 1). Выбрать в качестве контролируемой величины напряжение $3U_0$ первой секции;

6) изменяя подаваемое напряжение во всем рабочем диапазоне (от 5 В до 150 В) регулятора сравнить показания эталонного вольтметра с показаниями индикатора. Ошибка измерений не должна превышать $\pm 0,8$ В. При превышении указанного значения произвести калибровку канала измерения напряжения $3U_0$ (см. п. 3.3.3);

7) аналогичным образом проверить каналы измерения напряжения секции 2, подключая источник переменного напряжения и эталонный вольтметр к соответствующим клеммам модуля ТР (секции 2);

8) выбрать в качестве контролируемой величины ток ввода первой секции;

9) подключить источник переменного тока, регулируемый в диапазоне от 0 до 20 А с нестабильностью $\pm 0,2\%$ и мощностью не менее 5 ВА к клеммам тока X1.1: 3 и X1.1: 4 модуля ТР (секции 1). Последовательно подключить эталонный амперметр переменного тока класса точности 0,5;

10) изменяя подаваемый ток во всем рабочем диапазоне регулятора, сравнить показания эталонного амперметра с показаниями индикатора. Ошибка измерений не должна превышать $\pm 0,27$ А ($\pm 0,05$ А для варианта исполнения с входным током 1 А). При превышении указанного значения произвести калибровку канала измерения тока (см. п. 3.3.4);

11) по окончании калибровки повторить п. 3.3.10);

12) аналогичным образом проверить канал измерения секционного тока секции 1 и каналы измерения вводного и секционного токов секции 2.

3.3 Калибровка измерительных каналов.

3.3.1 Для проведения калибровки необходимо отключить регулятор от питающей сети. Снять переднюю панель блока. На устройстве ввода-вывода модуля ВВ установить перемычку между контактами разъема X2 (см. рис. 18 приложения). Установить переднюю панель. Подключить регулятор к питающей сети и включить его.

На индикаторе отображается запрограммированный вариант исполнения регулятора по номинальному входному току: 1 А или 5 А.

Необходимо проверить соответствие запрограммированного варианта исполнения по номинальному входному току и интерфейсу линии связи варианту исполнения, указанному в паспорте. В случае несоответствия ввести паспортные значения. Для этого кнопками «←» и «→» выбрать параметр, который будет корректироваться («Исполнение, А» или «Исполнение ЛС»). Подтвердить выбор нажатием кнопки «Ввод». Кнопками «←» и «→» выбрать нужное значение и подтвердить выбор нажатием кнопки «Ввод».

Перейти к калибровке измерительных каналов

3.3.2 На индикаторе в верхней строке указывается, какой канал будет калиброваться:

- U_1 – канал измерения линейного напряжения секции 1;
- $3U_{01}$ – канал измерения напряжения $3U_0$ секции 1;
- $I_{ВВ1}$ – канал измерения вводного тока секции 1;
- $I_{СК1}$ – канал измерения секционного тока секции 1;

- U_2 – канал измерения линейного напряжения секции 2;
- $3U_{02}$ – канал измерения напряжения $3U_0$ секции 2;
- $I_{вв2}$ – канал измерения вводного тока секции 2;
- $I_{ск2}$ – канал измерения секционного тока секции 2.

В нижней строке указывается значение величины, подаваемой на калибруемый канал.

Выбор калибруемого канала осуществляется кнопками «←» и «→». Для подтверждения выбора нажать кнопку «Ввод». В нижней строке выводятся два значения измеряемой величины: первое без учета, а второе с учетом калибровочного коэффициента.

Внимание! Калибровку проводить не ранее чем через 10 минут после включения регулятора.

3.3.3 Калибровка каналов измерения напряжения.

3.3.3.1 Для калибровки каналов измерения напряжения подключить источник переменного напряжения, регулируемый в диапазоне от 0 до 200 В с нестабильностью $\pm 0,2\%$ и мощностью не менее 5 ВА, к клеммам напряжения X1.2 и X2.2 модулей ТР в соответствии с рис. 4. Параллельно подключить эталонный вольтметр переменного тока класса точности 0,1.

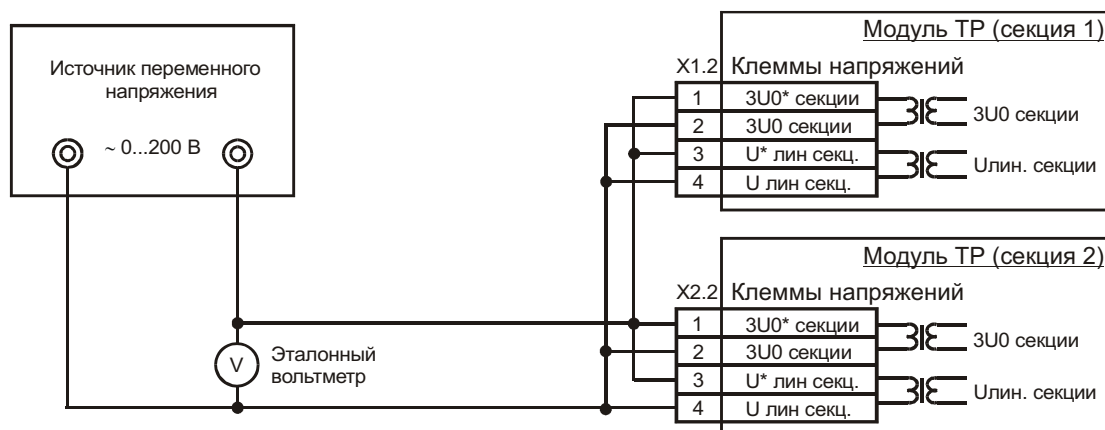


Рис. 4. Схема калибровки каналов измерения напряжения.

3.3.3.2 По эталонному вольтметру выставить напряжение $100 \pm 0,1$ В. Выбрать калибруемый канал (см. п. 3.3.2). Нажать кнопку «Ввод». Второе значение напряжения, отображаемое в нижней строке, должно стать равным 100 В (с учетом допустимой погрешности). В данном состоянии при каждом нажатии кнопки «Ввод» происходит калибровка.

Калибровка канала завершена. Переход к калибровке следующего канала происходит по нажатию кнопки «Выход» и кнопок «←» или «→».

3.3.3.3 Калибровку остальных каналов напряжения проводить аналогично.

3.3.3.4 Калибровка каналов напряжения возможна только в том случае, если при подаче напряжения 100 В первое (без учета калибровочного коэффициента) значение напряжения, отображаемое в нижней строке индикатора, лежит в диапазоне от 80 В до 100 В. В противном случае считается, что канал не исправен и калибровка запрещается.

3.3.4 Калибровка каналов измерения тока.

3.3.4.1 Для калибровки каналов измерения тока подключить источник переменного тока, регулируемый в диапазоне от 0 до 10 А с нестабильностью $\pm 0,2\%$ и мощностью не менее 5 ВА к клеммам тока X1.1 и X2.1 модулей ТР в соответствии с рис. 5. Последовательно подключить эталонный амперметр переменного тока класса точности 0,5.

3.3.4.2 По эталонному амперметру выставить ток $5 \pm 0,01$ А ($1 \pm 0,01$ А для варианта исполнения с входным током 1 А). Нажать кнопку «Ввод». Второе значение тока, отображаемое в нижней строке, должно стать равным 5 А (1 А) с учетом допустимой погрешности. Калибровка канала завершена.

3.3.4.3 Калибровку остальных каналов измерения тока проводить аналогично. Для этого необходимо выбрать требуемый канал (см. п. 3.3.2) и подать калибровочный ток.

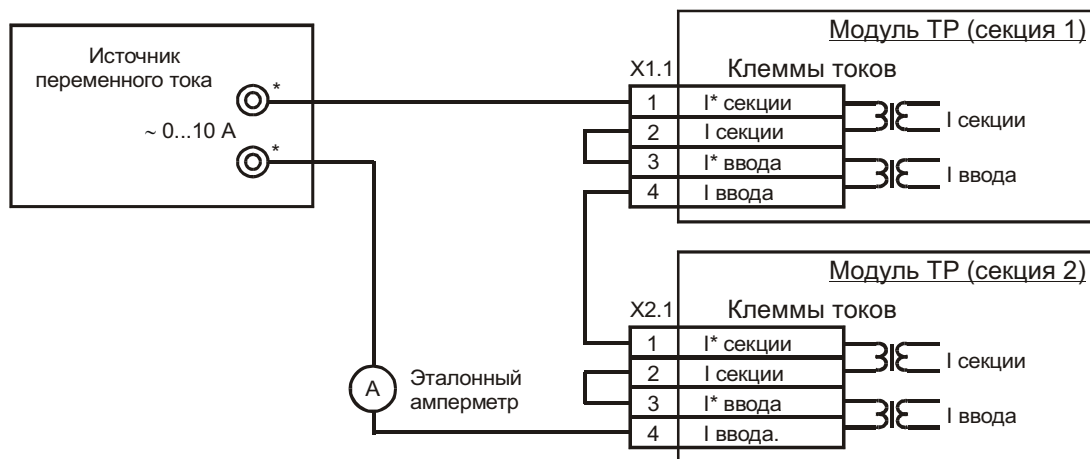


Рис. 5. Схема калибровки каналов измерения тока.

3.3.4.4 Калибровка каналов измерения тока возможна только в том случае, если при подаче тока 5 А (1 А) первое (без учета калибровочного коэффициента) значение тока, отображаемое в нижней строке индикатора, лежит в диапазоне от 4 А до 5 А (от 0,8 А до 1 А). В противном случае считается, что канал не исправен и калибровка запрещается.

3.3.5 Фазировка каналов измерения напряжения.

Внимание! После калибровки измерительных каналов напряжения необходимо в обязательном порядке выполнить фазировку.

3.3.5.1 Для фазировки подключить к измерительным каналам напряжения источник переменного напряжения согласно рис. 4.

3.3.5.2 С помощью кнопок «←» и «→» перейти в состояние «Фазировка U». По нажатию кнопки «Ввод» на индикаторе сообщение: «Снять сигнал». Необходимо снять напряжение со входов каналов измерения напряжения. После нажатия кнопки «Ввод», на индикаторе сообщение: «Ок: 3U01 3U02». Если какое-то из сообщений «3U01» или «3U02» отсутствуют, значит на один из входов подано напряжение.

3.3.5.3 По нажатию кнопки «Ввод» на индикатор выводится сообщение «Подать U>20 В». Подать напряжение 100 В и нажать кнопку «Ввод». На индикаторе сообщение «Снять. Ок: U1 3U01 U2 3U02». Если отсутствует название какого-нибудь из входов, значит на него не подано напряжение.

3.3.5.4 По кнопкам «Выход» и «→» перейти в состояние «Контроль фаз» и нажать кнопку «Ввод». На индикатор в верхней строке выводится значение угла сдвига фаз между напряжениями U1 и 3U01 (на входах U и 3U0 модуля TP1), в нижней строке выводится значение угла сдвига фаз между напряжениями U2 и 3U02 (на входах U и 3U0 модуля TP2). Если значения отличаются от 0 больше чем на 1, то повторить фазировку.

3.3.6 По завершению калибровки и фазировки необходимо отключить регулятор от питающей сети. Снять переднюю панель блока. На устройстве ввода-вывода модуля ВВ снять перемычку между контактами разъема X2. Установить переднюю панель. Подключить регулятор к питающей сети и включить его.

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1 Ремонт регулятора, за исключением замены предохранителей, необходимо производить в специализированных центрах или на предприятии-изготовителе.

4.2 Неисправный регулятор необходимо упаковать, сопроводить подробным описанием обнаруженной неисправности и отправить по адресу, указанному в паспорте.

5 ХРАНЕНИЕ

5.1 Условия хранения регулятора в упаковке предприятия-изготовителя в части воздействия климатических факторов должны соответствовать условиям 2 по ГОСТ 15150-69.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

6.1 Регулятор в транспортной таре предприятия-изготовителя допускается транспортировать любым видом закрытого транспорта (железнодорожных вагонах, контейнерах, закрытых автомашинах, трюмах и т.д.).

При транспортировке на самолетах допускается транспортирование только в отапливаемых герметизированных отсеках.

6.2 Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69, при морских перевозках в трюмах – по условиям хранения 3.

4 Маркировка

4.1 На корпусе регулятора имеется маркировка, содержащая следующую информацию:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение изделия (РНМ-1);
- заводской номер изделия;
- дату изготовления (месяц, год).

4.2 Вблизи органов управления и клемм имеются надписи или символы, указывающие их назначение.

5 Упаковка

5.1 Регулятор поставляется упакованным в соответствующую транспортную тару, имеющую маркировку по ГОСТ 14192-77 и содержащую манипуляционные знаки.

5.2 Поставка на малые расстояния или поставка небольших партий регуляторов по согласованию с потребителем допускается без транспортной тары.

ПРИЛОЖЕНИЕ

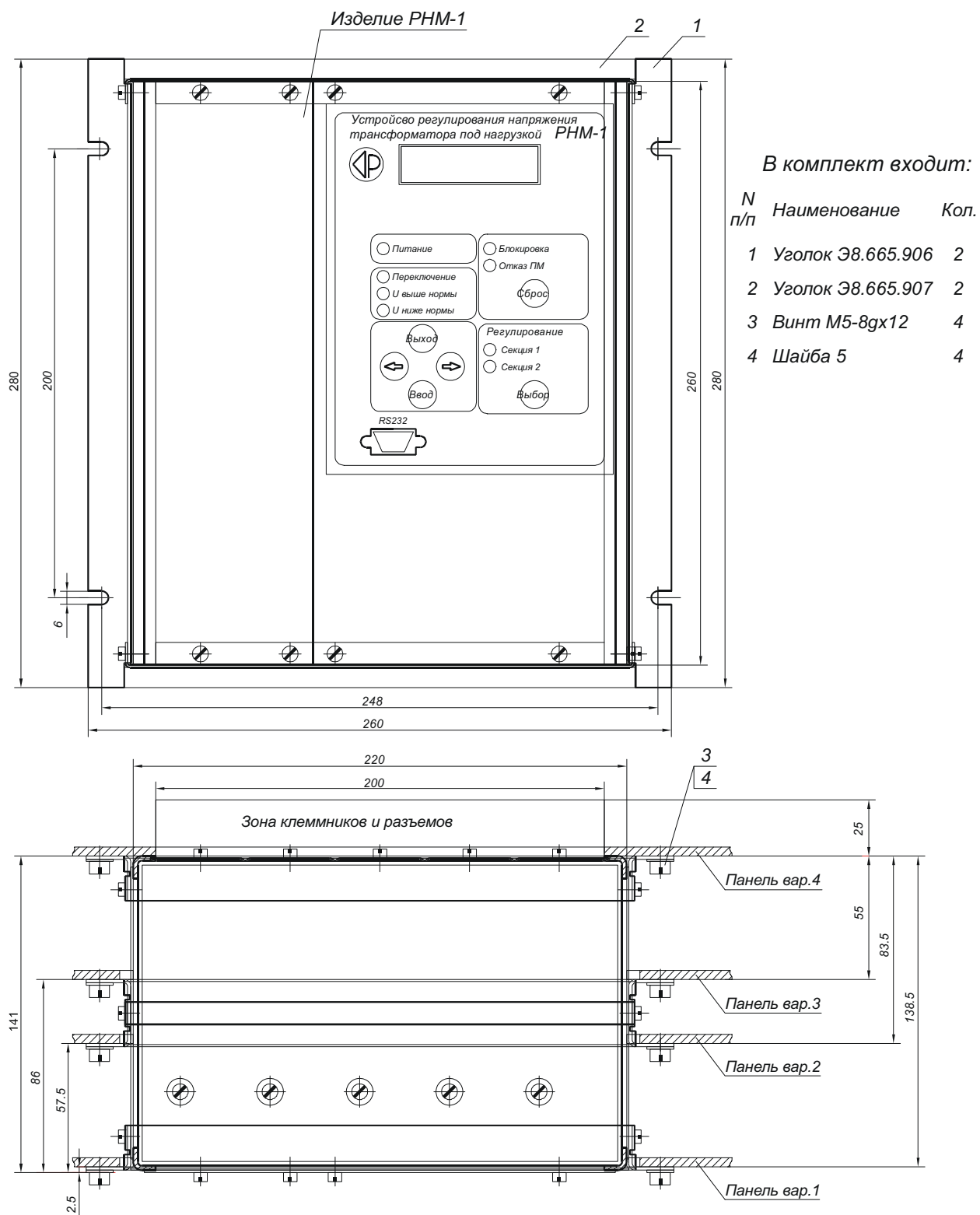


Рис. 1. Внешний вид и варианты установки регулятора.

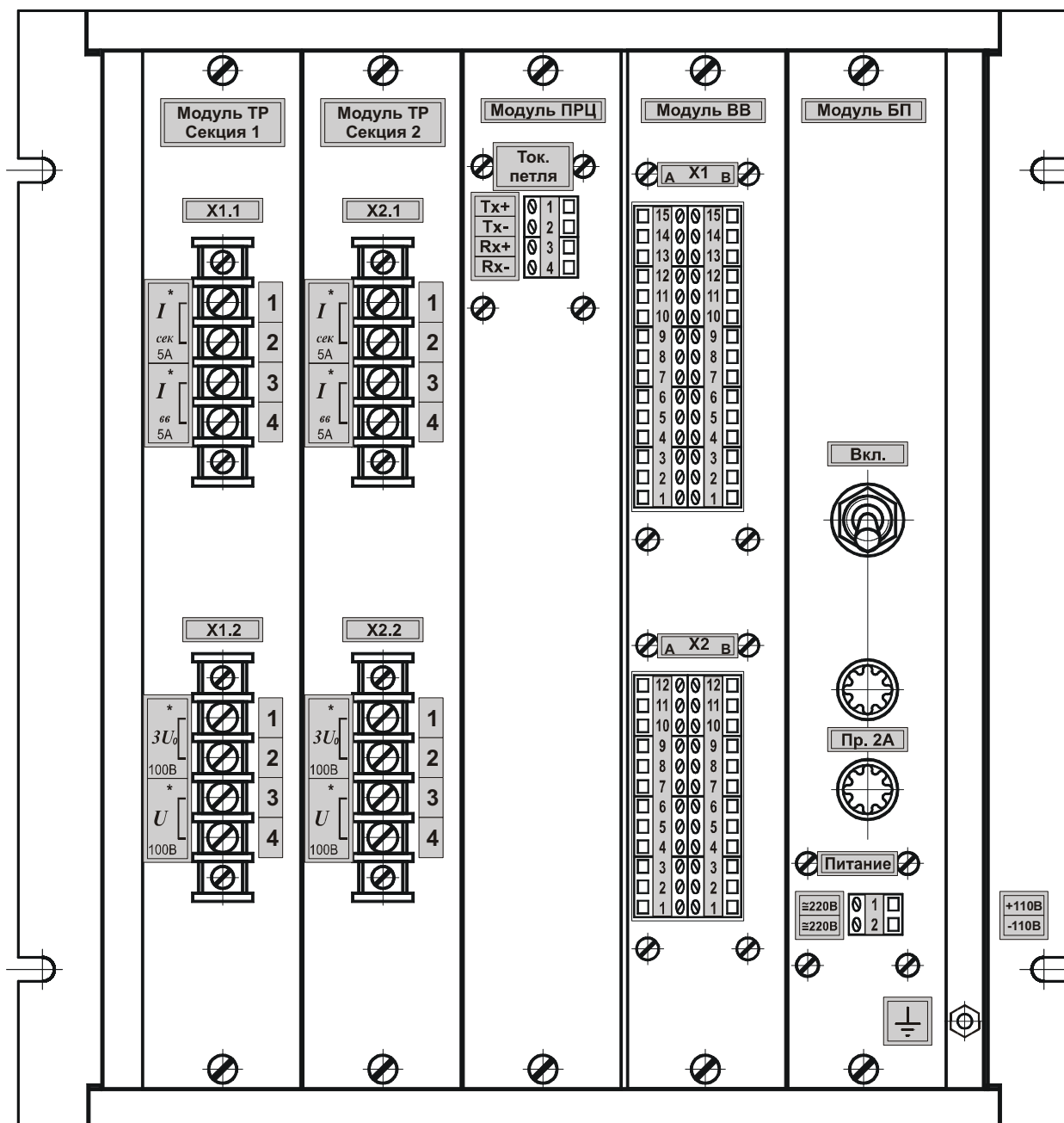
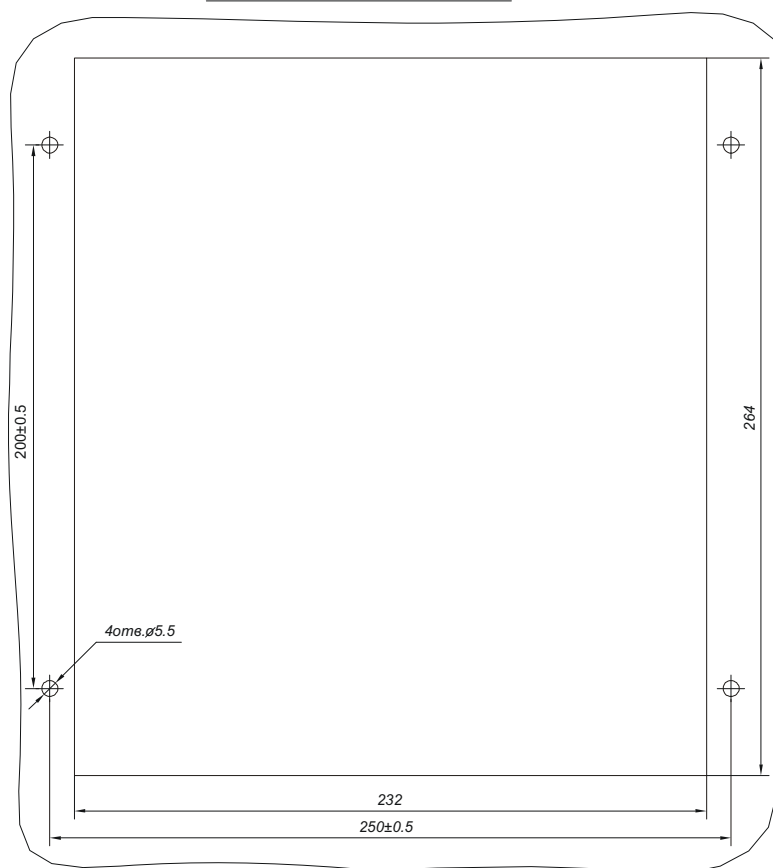


Рис. 2. Внешний вид регулятора (вид сзади).

Установка по вариантам 1-3



Установка по варианту 4

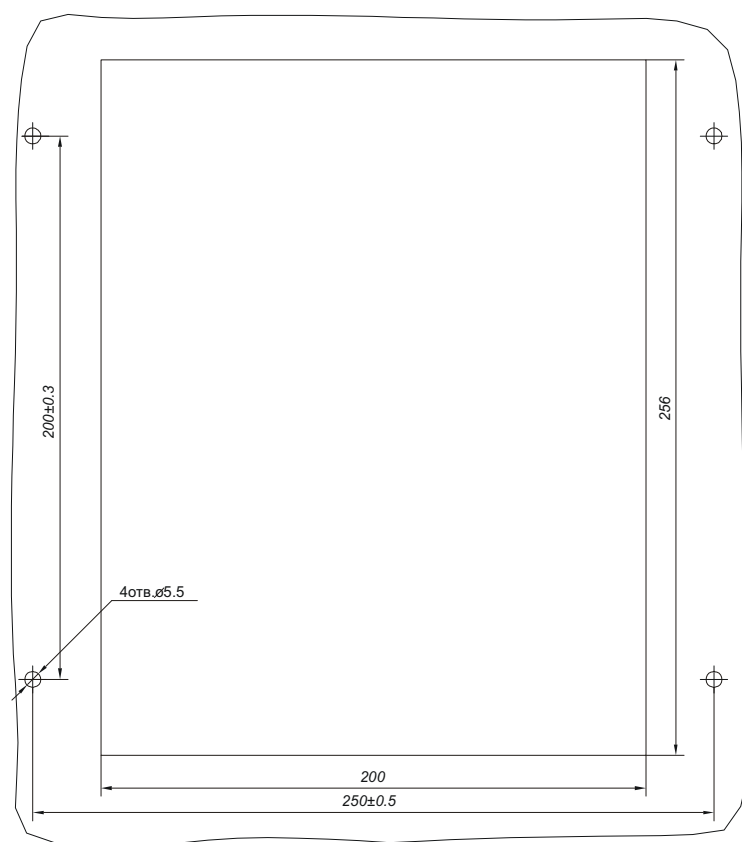


Рис. 3. Разметка окна, вырубаемого в панели, для установки регулятора.

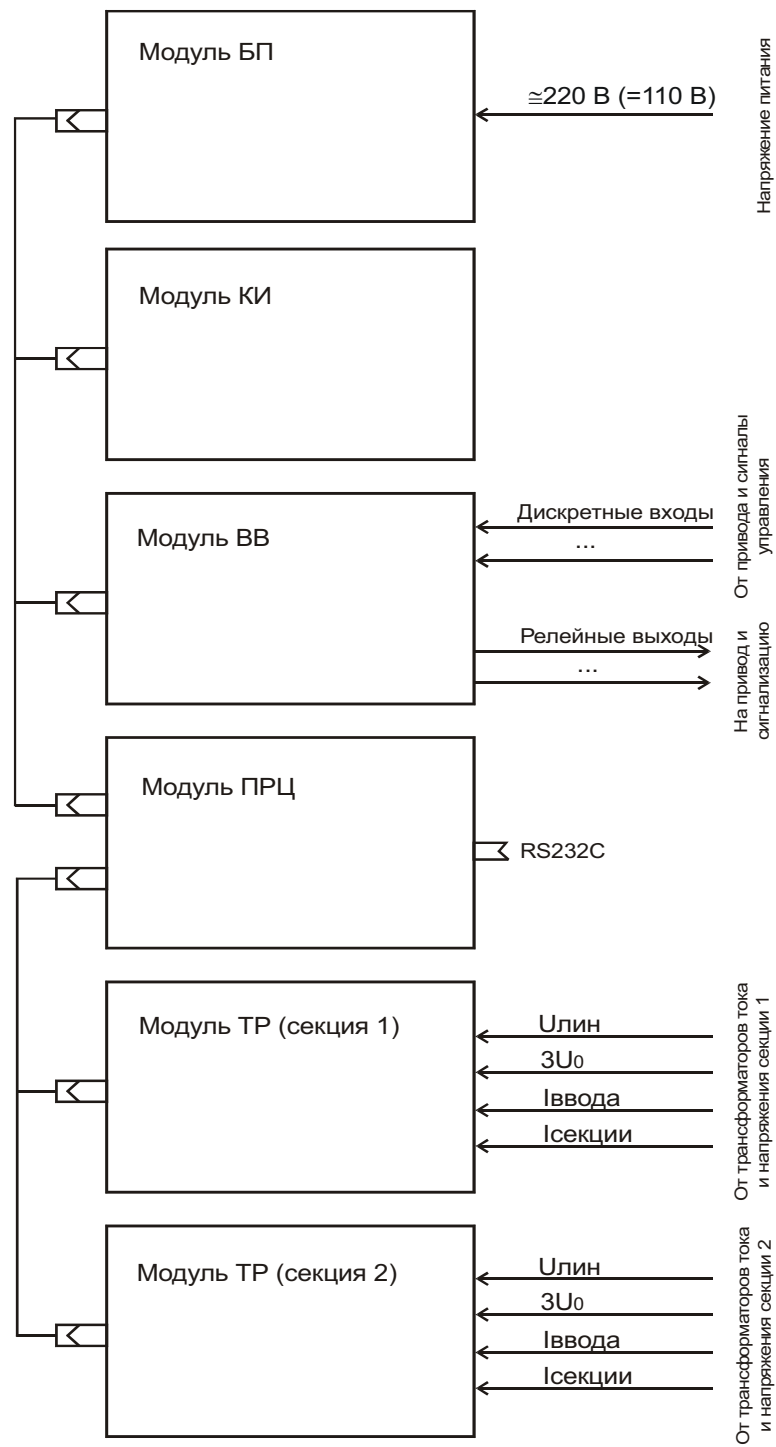


Рис. 4. Структурная схема регулятора.

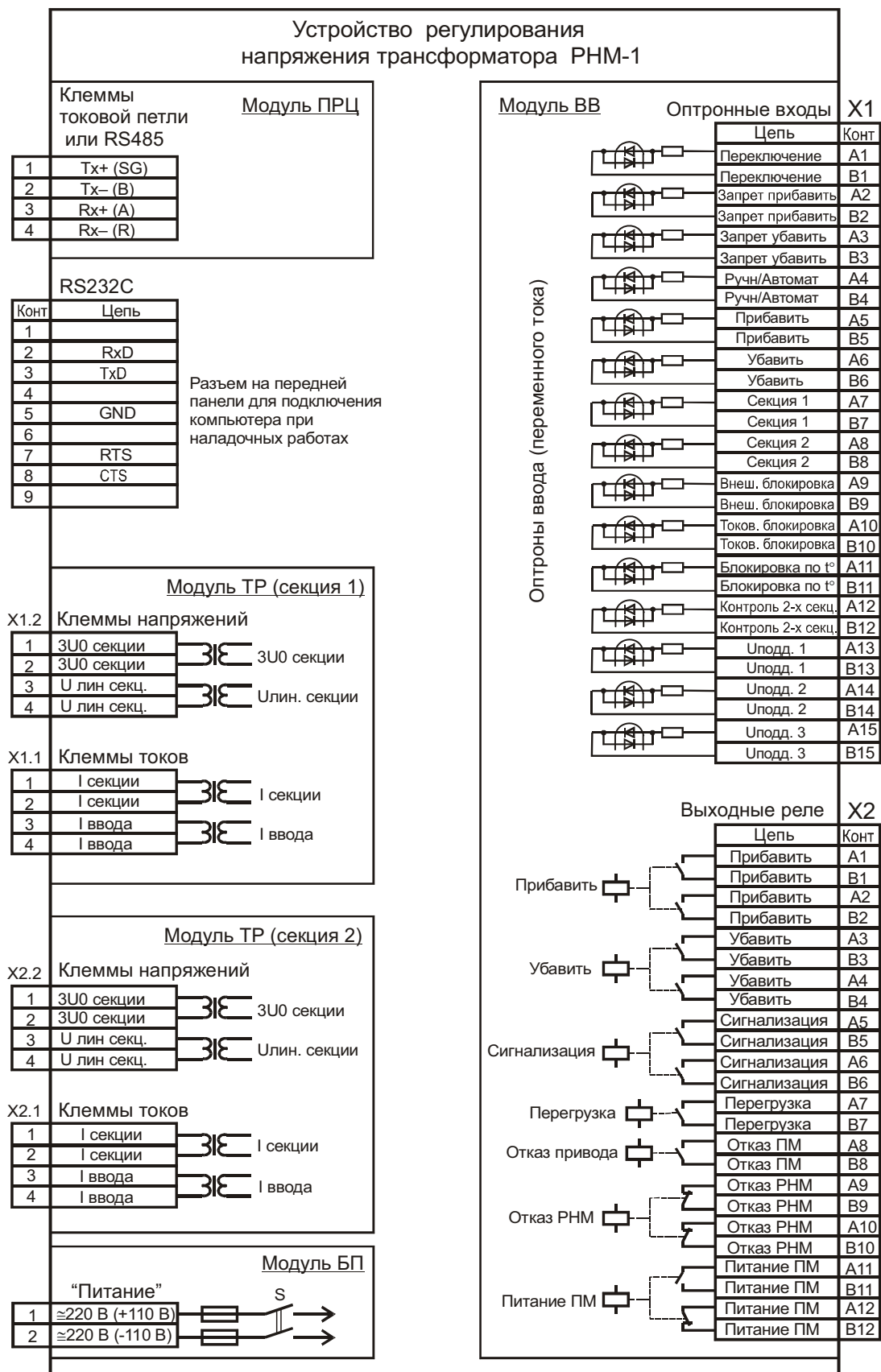
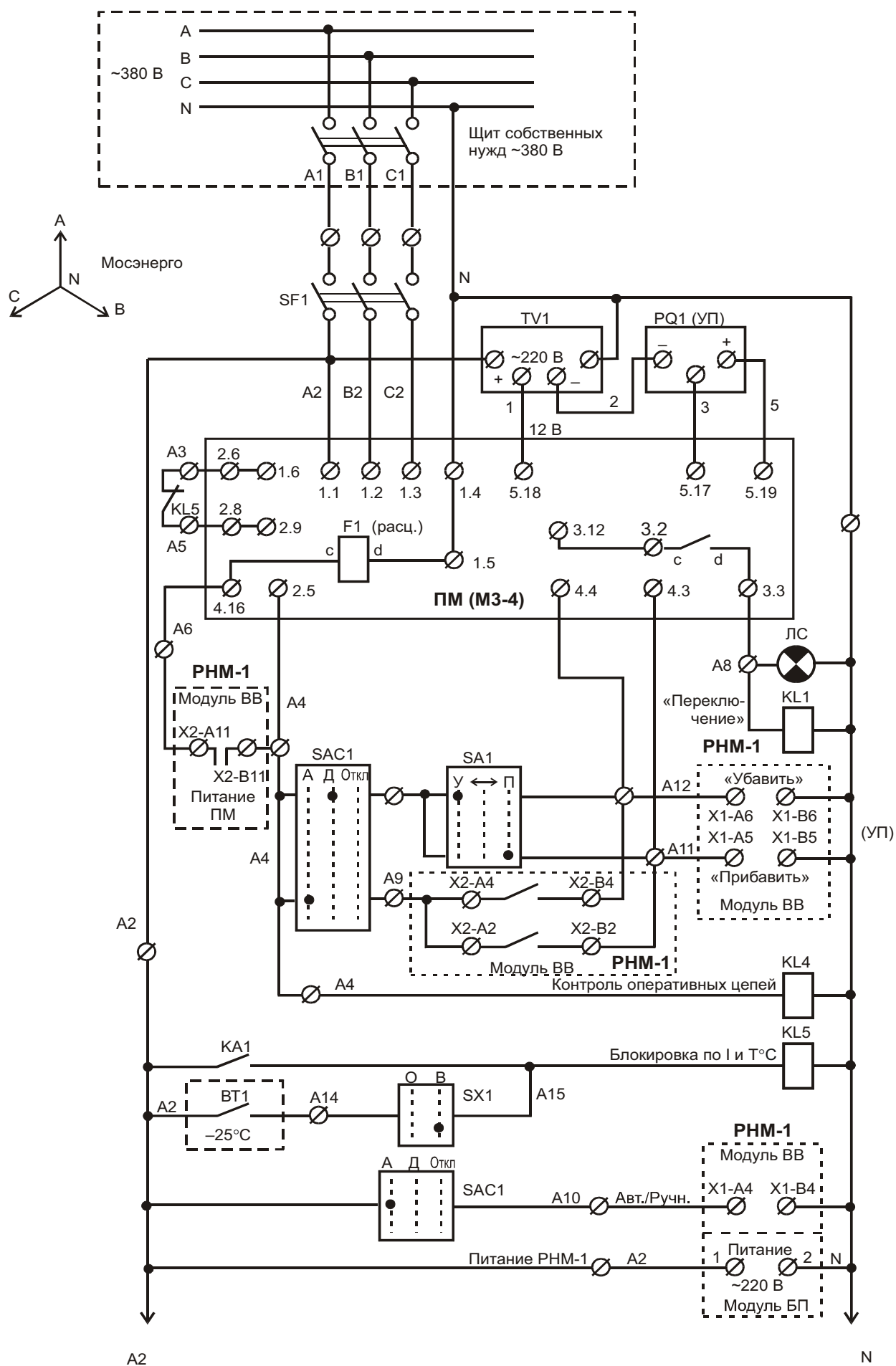


Рис. 5. Функциональное назначение клемм и контактов разъемов регулятора.



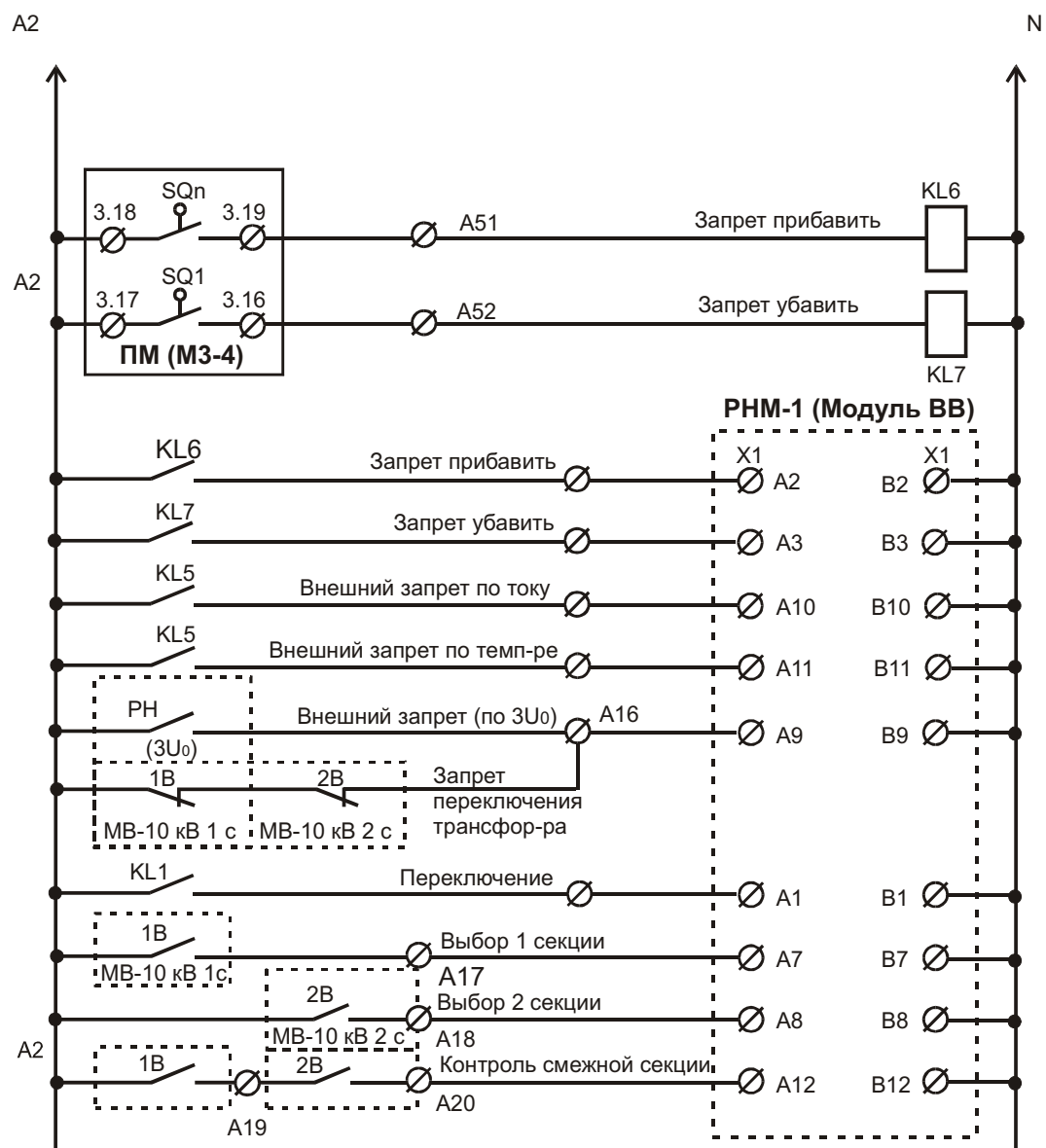


Рис. 7. Вариант схемы регулирования напряжения трансформатора с помощью РНМ-1.

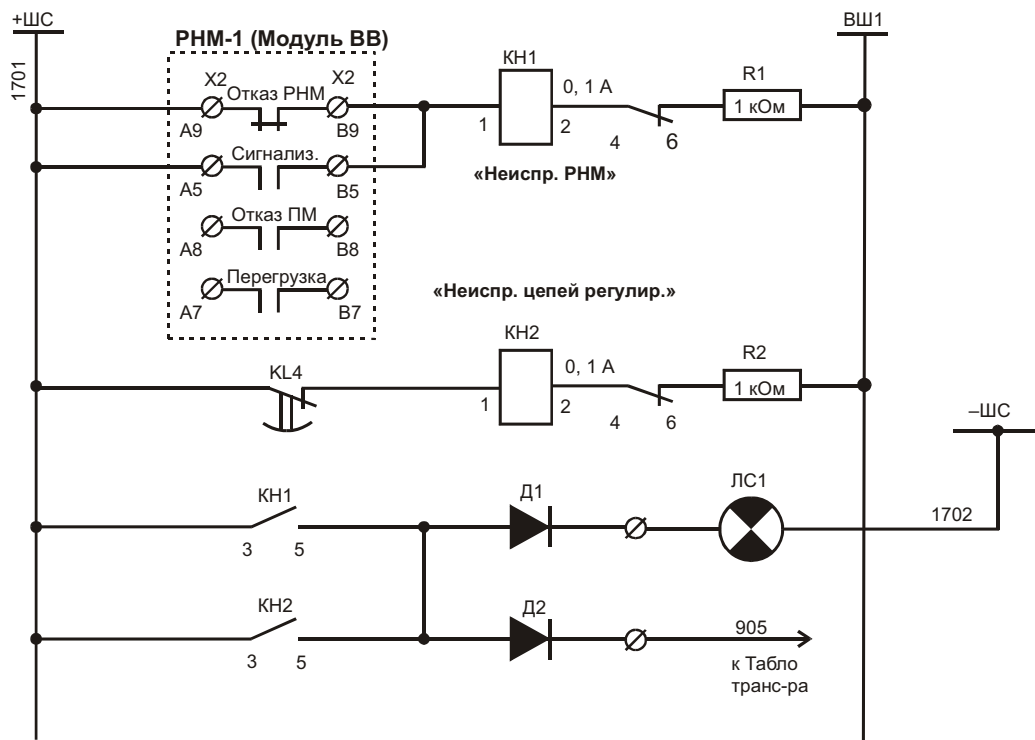


Рис. 8. Схема подключения цепей сигнализации.

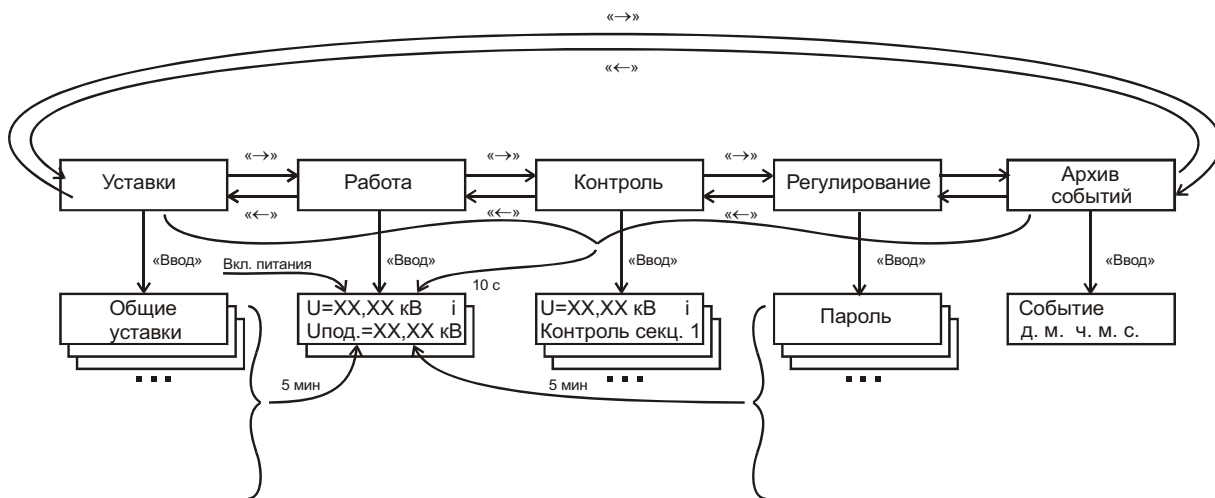


Рис. 9. Структура диалога в состоянии выбора режима работы.

1. Кнопками «←» и «→» осуществляется выбор режима.
2. Кнопкой «Ввод» подтверждается выбор режима (запускается отработка режима).
3. По кнопке «Выход» происходит возврат в состояние выбора режима.
4. Если регулятор находится в состоянии выбора режима работы, то через 10 секунд после последнего нажатия любой кнопки он автоматически переходит в режим «Работа».
5. Если регулятор находится в режиме «Уставки» или «Регулирование», то через 5 минут после последнего нажатия любой кнопки он автоматически переходит в режим «Работа».
6. По включению питания регулятор автоматически переходит в режим «Работа».

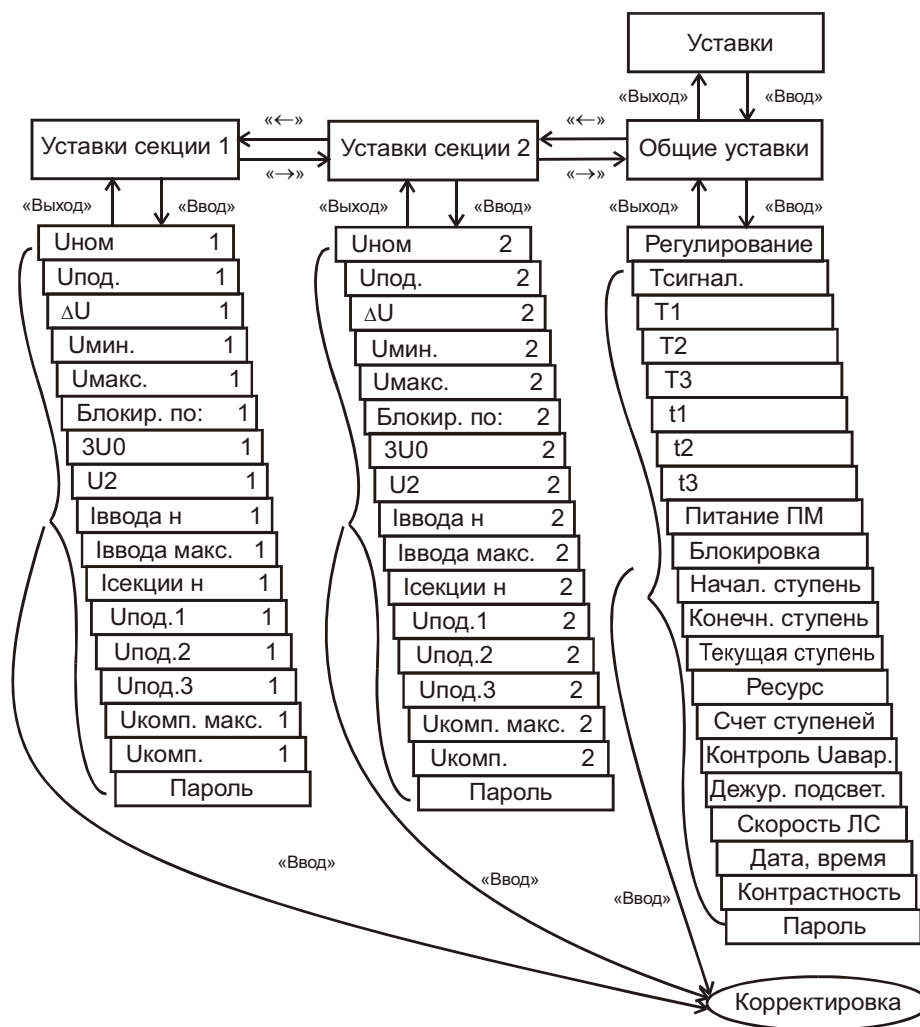


Рис. 10. Структура диалога в режиме «Уставки».

1. По кнопке «Ввод» происходит переход на нижестоящий уровень или подтверждение выбранного действия.
2. Кнопками «←» и «→» осуществляется циклический перебор параметров в пределах одного уровня.
3. По кнопке «Выход» происходит переход на вышестоящий уровень.
4. Корректировка уставок разрешается при вводе пароля.
5. Корректировка контрастности и даты осуществляется без ввода пароля.
6. Пароль, введенный для любой из групп уставок, действителен и для других групп.

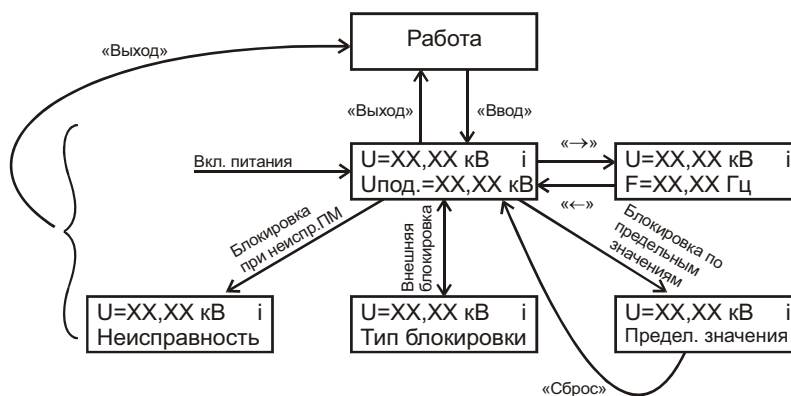
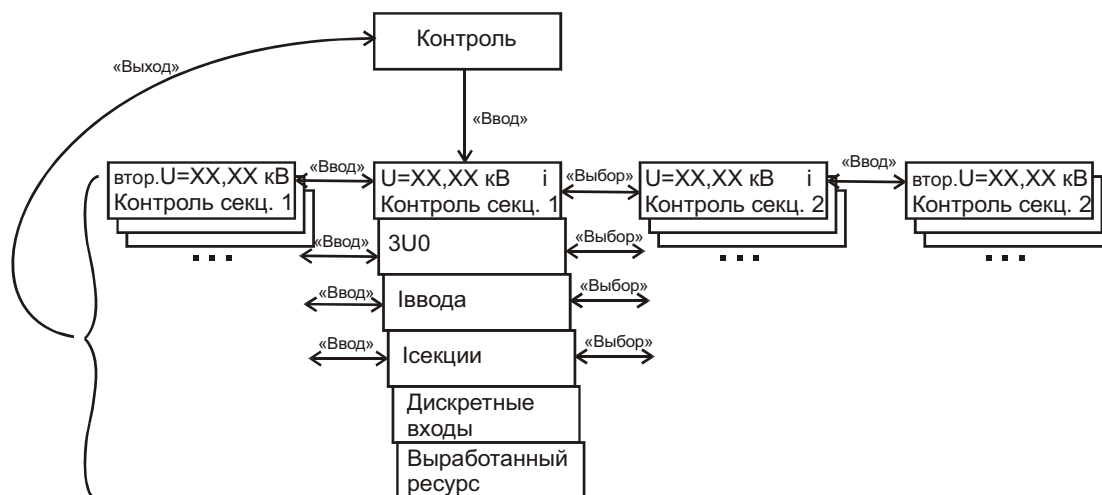
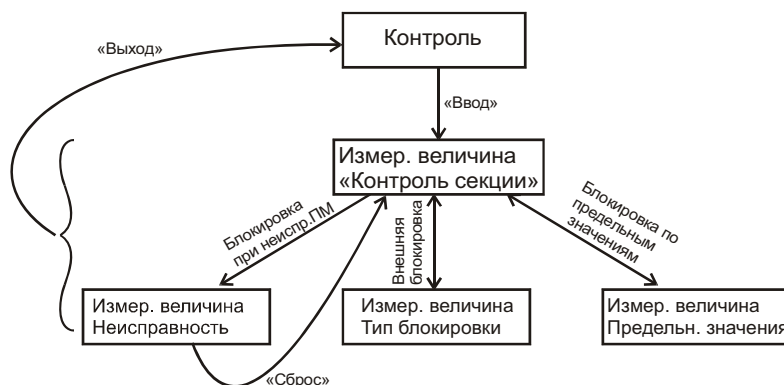


Рис. 11. Структура диалога в режиме «Работа».

1. По кнопке «Ввод» запускается режим автоматического регулирования.
2. Кнопками «←» и «→» выбирается величина, отображаемая во второй строке индикатора – напряжение поддержания или частота.
3. Кнопка «Сброс» отключает управляющие и сигнальные реле, сбрасывает информацию на индикаторе о том, что было превышение предельных значений измеряемых величин.
4. Кнопкой «Выбор» выбирается регулируемая секция (горит соответствующий светодиод), при одновременном отсутствии или одновременном присутствии сигналов на дискретных входах «Секция 1» и «Секция 2».
5. По кнопке «Выход» происходит переход в состояние выбора режима.



а)



б)

Рис. 12. Структура диалога в режиме «Контроль».

1. По кнопке «Ввод» происходит переход на нижестоящий уровень, или подтверждение выбранного действия, или выбор, в каких значениях отображается измеряемая величина – первичных или вторичных.
2. Кнопками «←» и «→» осуществляется циклический перебор параметров в пределах одного уровня.
3. Кнопка «Сброс» сбрасывает информацию на индикаторе о неисправности ПМ.
4. Кнопкой «Выбор» выбирается секция (номер секции отображается на индикаторе), параметры которой отображаются на индикаторе.
5. По кнопке «Выход» происходит переход на вышестоящий уровень.

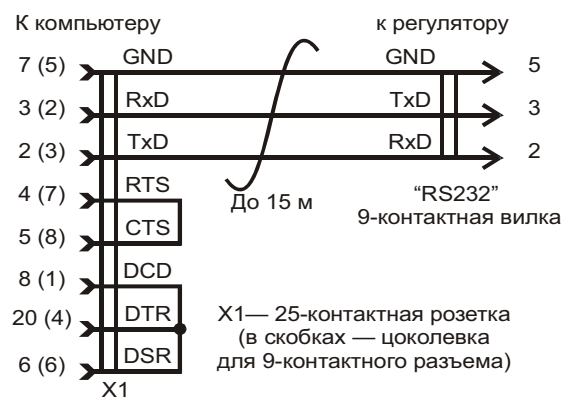


Рис. 15. Схема соединительного кабеля между регулятором и компьютером.

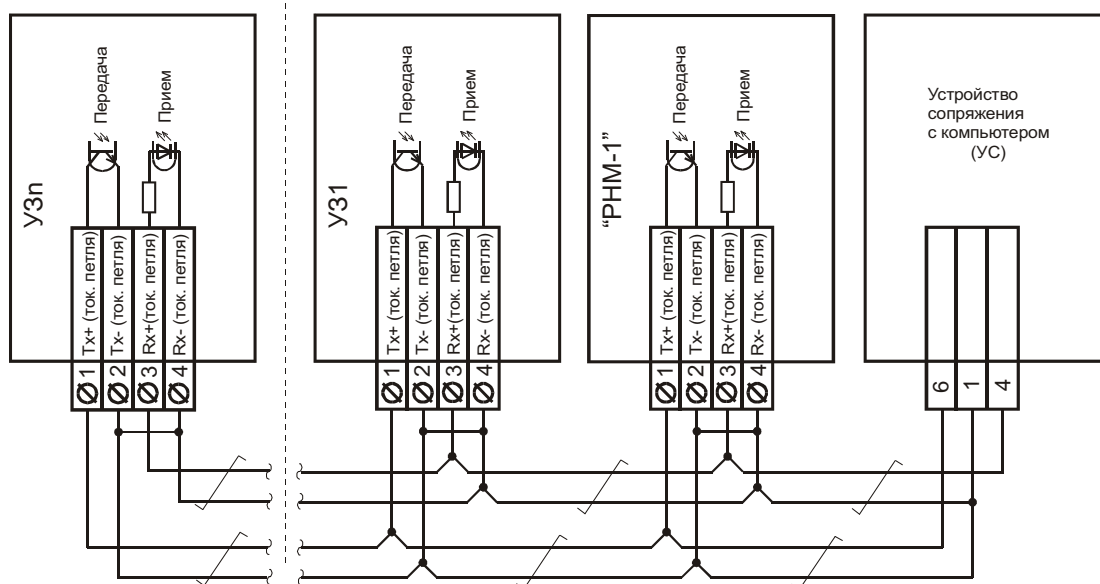


Рис. 16. Схема подключения устройств с интерфейсом «токовая петля» в локальную сеть. К каждому входу устройства сопряжения (всего четыре входа) может быть подключено до двадцати устройств защиты. Суммарная длина кабеля – до 500 м.

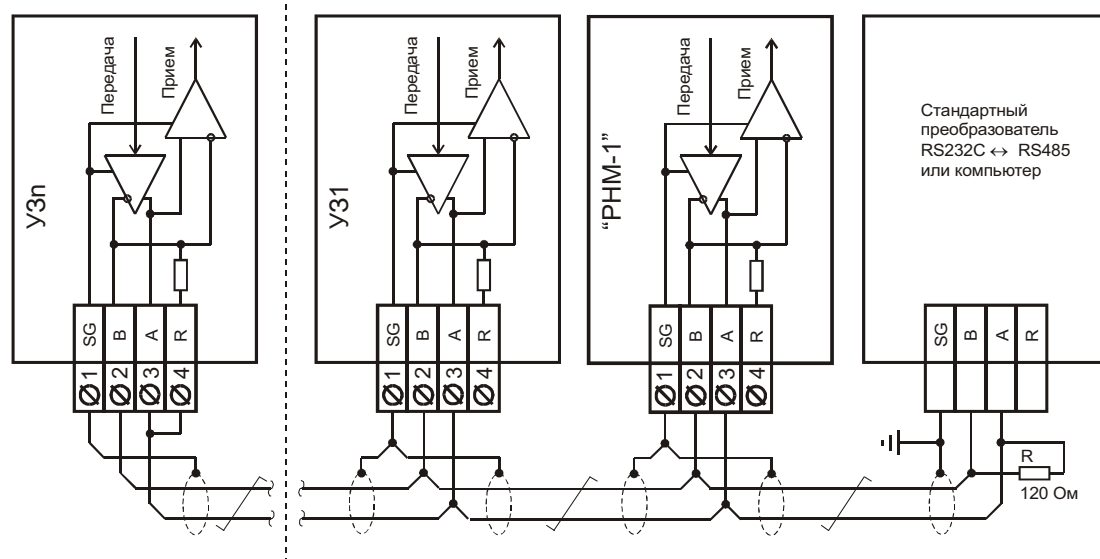


Рис. 17. Схема подключения устройств с интерфейсом RS485 в локальную сеть. Внешний резистор R устанавливается при отсутствии встроенного резистора.

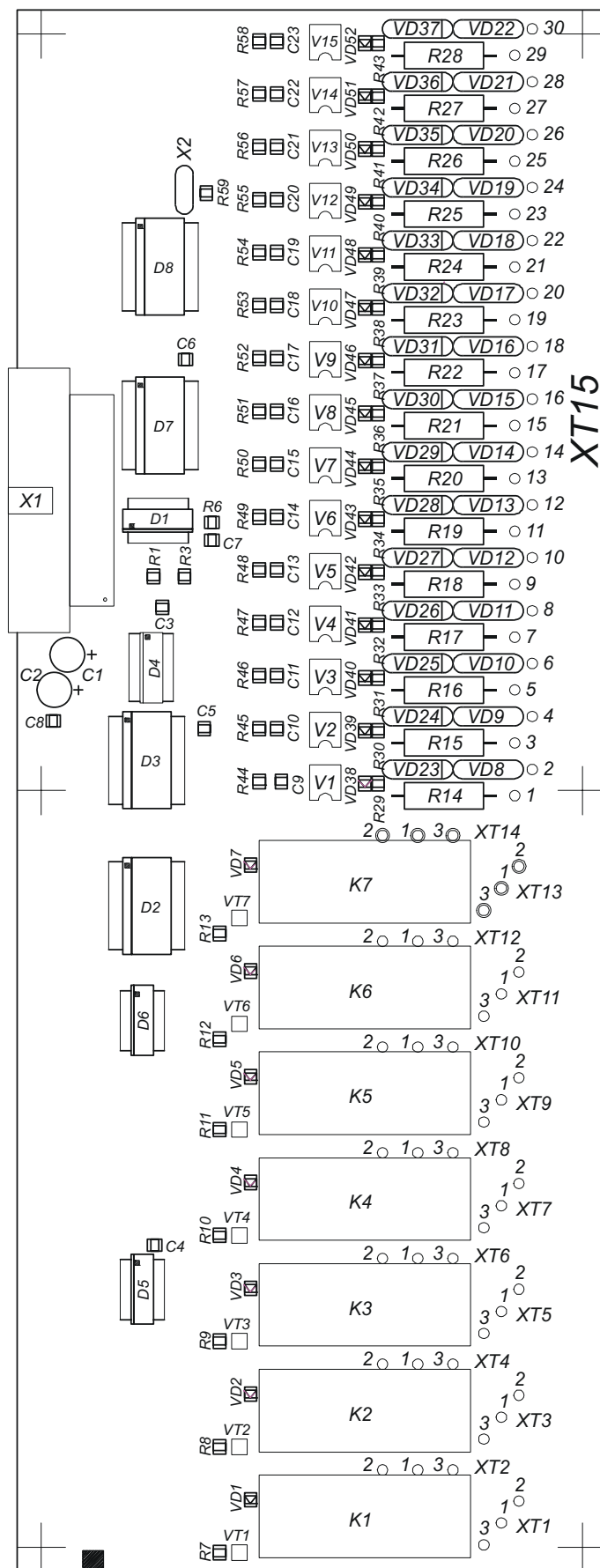


Рис. 18. Устройство ввода-вывода.

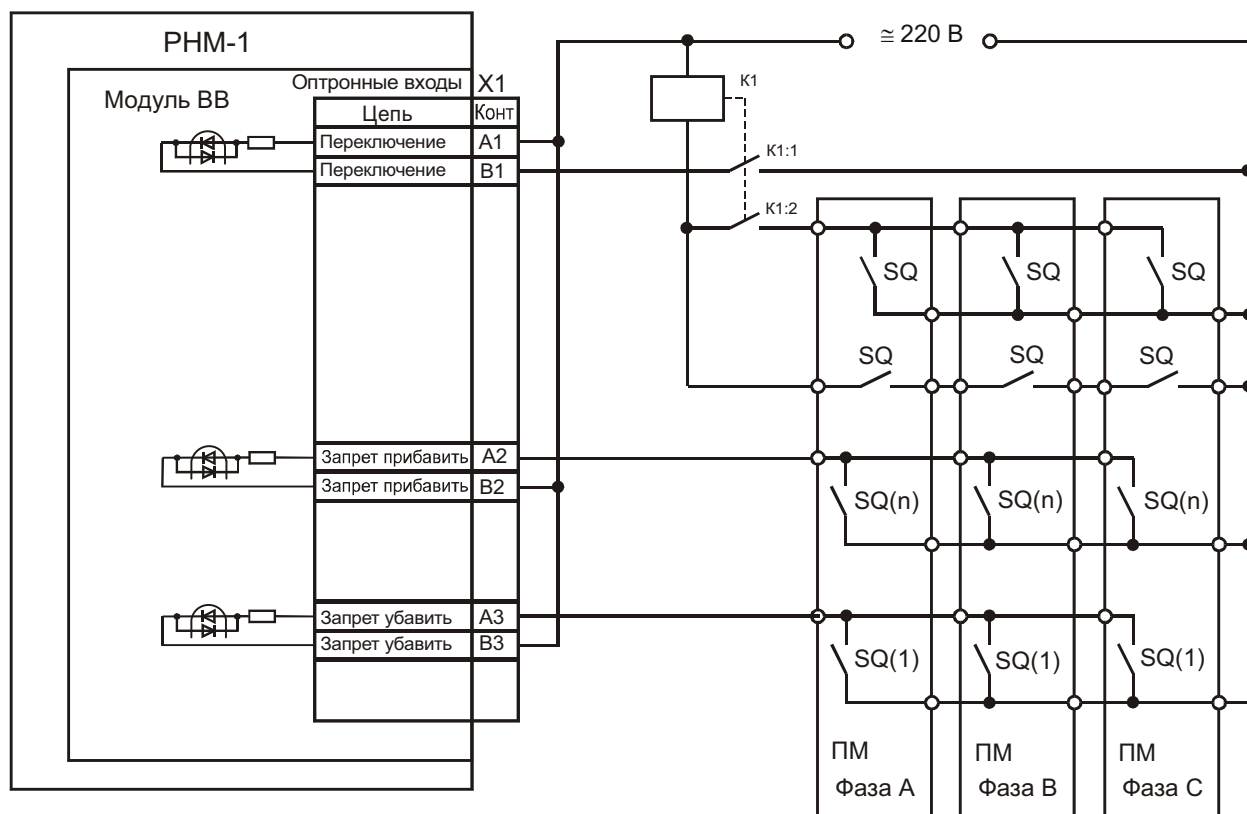


Рис. 19. Управление группой однофазных РПН.

ПМ – привод механический;

РПН-1 – устройство регулирования напряжения трансформатора;

К – реле;

SQ – контакты привода, сигнализирующие о процессе переключения;

SQ(1) – контакты концевого выключателя нижнего положения переключателя;

SQ(n) – контакты концевого выключателя верхнего положения переключателя;