



**УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРУЮЩЕЕ
РП4-М1**

Руководство по эксплуатации
ЯЛБИ.421212.001 РЭ

Содержание	Лист
Введение.	4
1 Описание и работа устройств.	4
1.1 Назначение.	4
1.2 Технические характеристики.	4
1.3 Состав устройств.	9
1.4 Устройство и работа	9
1.4.1 Конструкция	9
1.4.2 Органы настройки и контроля	10
1.4.3 Принцип действия	10
1.4.4 Принципиальные схемы	12
1.5 Маркировка и пломбирование.	22
1.6 Упаковка.	22
2 Использование по назначению.	23
2.1 Эксплуатационные ограничения.	23
2.2 Подготовка к использованию.	23
2.3 Внешние соединения устройств.	24
2.4 Проверка общей работоспособности.	25
2.5 Настройка устройства	26
3 Техническое обслуживание.	29
3.1 Общие указания по техническому обслуживанию.	29
3.2 Проверка технического состояния и измерение параметров.	29
3.3 Возможные неисправности и способы их устранения	34
4 Транспортирование и хранение.	35
5 Утилизация.	35
Приложения:	
А Исполнения устройств РП4-М1	42
Б Габаритные и установочные размеры устройства РП4-М1	46
В Печатные платы устройства РП4-М1	вкладыш
Г Платы подстройки коэффициента передачи α_n и постоянной времени интегрирования τ_n	вкладыш
Д Платы с колодкой ХЗ	47
Е Коробка холодных спаев КХС4.	48
Ж Расположение органов установки параметров и подстройки в устройствах РП4-М1	49
И Схема электрическая принципиальная устройства РП4-У-М1.	вкладыш
К Схема электрическая принципиальная устройства РП4-Т-М1	вкладыш
Л Схема электрическая принципиальная устройства РП4-П-М1	вкладыш
М Схема электрическая принципиальная коробки холодных спаев КХС4.	50
Н Схемы внешних соединений устройства РП4-Т-М1	51
П Схемы внешних соединений устройства РП4-П-М1.	53
Р Схемы внешних соединений устройства Рп4-У-М1	58
С Устройство защитное ЗУ-4.	59
Т Назначение переключателей на колодке ХЗ	60
У Схема проверки устройств РП4-М1.	61

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для изучения возможностей и требований при эксплуатации устройств регулирующих РП4-М1 (РП4-У-М1, РП4-Т-М1, РП4-П-М1) с импульсным выходным сигналом (далее – устройства) Государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП) и рассчитано на пользователей – проектантов автоматизированных систем управления технологическими процессами АСУ ТП и персонал, занимающийся эксплуатацией.

РЭ содержит технические характеристики, описание состава, устройства и функциональных возможностей РП4-М1, а также сведения по эксплуатации, транспортированию и хранению РП4-М1.

К эксплуатации устройств допускается персонал, изучивший настоящее РЭ и имеющий необходимую подготовку по технике безопасности, монтажу и наладке.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА УСТРОЙСТВА

1.1 Назначение

1.1.1 Каждое устройство предназначено для формирования динамических свойств П, ПИ, а с внешним дифференциатором - ПИД-законов регулирования автоматических регуляторов, содержащих электрические исполнительные механизмы постоянной скорости.

1.1.2 Устройства относятся к изделиям ГСП и применяются в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП) в энергетической, металлургической, химической и других отраслях промышленности.

1.1.3 По устойчивости к воздействию климатических факторов окружающей среды устройства имеют исполнения УХЛ категории размещения 4.2 и О категории размещения 4.1 по ГОСТ 15150-69.

Устройства предназначены для эксплуатации в следующих условиях:

- температура от плюс 5 до плюс 50 °С;
- относительная влажность, до 80 % при температуре плюс 35 °С;
- вибрация частотой до 25 Hz амплитудой до 0,1 mm;
- магнитные поля: постоянные или переменные 50 Hz напряженностью до 400 А/ м.

1.1.4 По устойчивости к механическим воздействиям устройства выполнены в виброустойчивом исполнении L3, по защищенности от воздействия окружающей среды устройства выполнены в обыкновенном исполнении по ГОСТ 12997-84.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Устройства в зависимости от функциональных возможностей имеют исполнения согласно приложению А.

1.2.2 Функциональная связь между входными сигналами каждого устройства и положением выходного органа исполнительного механизма имеет вид:

$$y - Y = K_n [(x - X) + \frac{1}{\tau_u} \int_0^t (x - X) dt] , \quad (1)$$

$$K_n = \frac{100\alpha_n}{T_M} , \quad (2)$$

$$x = (1 - e^{-\frac{t}{T_{\phi}}}) \cdot \sum \alpha_i \cdot x_i, \quad (3)$$

где y – текущее значение выходного сигнала;
 Y – начальное значение выходного сигнала;
 x_i – текущее значение сигнала информации о фактическом значении регулируемой величины;
 X – задание;
 α_i – коэффициент масштабирования по входу;
 K_p – коэффициент пропорциональности регулятора;
 α_n – коэффициент передачи регулирующего устройства;
 T_M – время 100 % хода исполнительного механизма;
 T_{ϕ} – постоянная времени демпфирования;
 τ_i – постоянная времени интегрирования.

Входные и выходные сигналы в формуле выражены в процентах от диапазонов их изменений. Связь между x и x_i дана для скачкообразного изменения x_i .

1.2.3 Виды входных сигналов, диапазоны их изменения, входные сопротивления, количество входов, номера входных контактов устройств приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение входных контактов	Вид сигнала	Диапазон изменений	Входное сопротивление	Количество входов	Примечание	
РП4-У-М1	12, 14	Аналоговый, постоянный ток	(0-5) мА	$\leq 250 \Omega$	1	Немасштабируемый	
	16, 18 20, 22 24, 26		(0-5) мА или (0-20), (4-20) мА	$\leq 100 \Omega$	3	Масштабируемые	
	5, 4 6, 4	Аналоговый, напряжение постоянного тока	(0-10) В	$\geq 10 \text{ к}\Omega$	2	Входы преобразователя напряжения в ток	
	11, 13 15, 13	Дискретный, замыкание внешних контактов	Логический "0", логическая "1"			2	Входы дискретной подстройки
		Аналоговый, напряжение постоянного тока	(0-10) В	$\geq 10 \text{ к}\Omega$	2	Входы аналоговой подстройки	
17, 19, 21	Аналоговый сигнал внешнего реостатного датчика	$\pm 5 \%$			1	Сопротивление 10 кΩ	

Продолжение таблицы 1

Наименование	Обозначение входных контактов	Вид сигнала	Диапазон изменений	Входное сопротивление	Количество входов	Примечание	
РП4-Т-М1	25, 27, 29 26, 28, 30	Аналоговый, изменение сопротивления преобразователей сопротивления	(0-20) Ω		2	Сигналы преобразователей сопротивления ТСМ.ТСР	
	24, 26	Аналоговый, э.д.с. преобразователей термоэлектрических (термопар)	(0-50) mV	-	1	Подключаются к коробке холодных спаев КХС4	
	11, 13 13, 15	Дискретный, замыкание внешних контактов	Логический "0", логическая "1". Коммутационная способность контактов 50 V, 30 mA		-	2	Входы дискретной подстройки
		Аналоговый, напряжение постоянного тока	(0-10) V	$\geq 10 \text{ k}\Omega$	2	Входы аналоговой подстройки τ_u и α_n	
	12, 14	Аналоговый, постоянный ток	(0-5) mA	$\leq 250 \Omega$	1	Вход масштабируемый	
	17, 19, 21	Аналоговый, сигнал внешнего реостатного датчика	$\pm 5\%$		1	Сопротивление 10 k Ω	
РП4-П-М1	11, 13 13, 15	Дискретный, замыкание внешних контактов	Логический "0", логическая "1". Коммутационная способность контактов 50 V, 30 mA	-	2	Входы дискретной подстройки τ_u и α_n	
		Аналоговый, напряжение постоянного тока	(0-10) V	$\geq 10 \text{ k}\Omega$	2	Входы аналоговой подстройки	

Окончание таблицы 1

Наименование	Обозначение входных контактов	Вид сигнала	Диапазон изменений	Входное сопротивление	Количество входов	Примечание
РП4-П-М1	17, 19, 21	Аналоговый, сигнал внешнего реостатного датчика	$\pm 5\%$	-	1	Сопротивление $10\ \Omega$
	15, 6	Аналоговый, напряжение постоянного тока	$(0-10)\ V$	$\geq 10\ k\Omega$	1	Для исполнения ЯЛБИ.421 212.002-12

1.2.4 Вид выходных сигналов, пределы их изменения, коммутируемый сигнал, нагрузка, номера выходных контактов устройств приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номера выходных контактов	Вид сигнала	Пределы изменения	Максимальная нагрузка, коммутируемый сигнал	Примечание
7, 8, 9	Логический, двухполупериодное выпрямленное напряжение	$0, 24\ V$	$0,3\ A$	
7, 10, 9	Логическое состояние бесконтактных ключей	Логический "0", логическая "1"	Постоянный выпрямленный ток. Среднее значение $30\ V$, $0,3A$, амплитуда напряжения $\leq 50\ V$	Транзисторные ключи: "0" – разомкнутое состояние, "1" – замкнутое состояние
27, 29	Аналоговый, постоянный ток	$(0-5)\ mA$	$500\ \Omega$	Выход токового датчика и преобразователя напряжение-ток в РП4-У-М1
24, 25	Постоянное напряжение	$(0-50)\ mV$		Сигнал задания в РП4-Т-М1
12, 14 16, 18 20, 24 26, 30	Напряжение переменного тока	$12\ V$	$0,125\ A$	Питание датчиков в РП4-П-М1
18, 30	Напряжение постоянного тока	$(0-10)\ V$	$> 20\ k\Omega$	Сигнал рассогласования РП4-У-М1
4, 5				Сигнал рассогласования РП4-Т-М1
5, 6				Сигнал рассогласования РП4-П-М1

1.2.5 Номинальный диапазон плавной установки зоны нечувствительности от 0,2 до 2 % диапазона изменения входного сигнала.

1.2.6 Номинальный диапазон плавной установки коэффициента передачи от 0,5 до 5 s/%.

1.2.7 Номинальные диапазоны плавной установки постоянной времени интегрирования в зависимости от исполнения:

- от 5 до 500 s;

- от 20 до 2000 s.

1.2.8 Номинальный диапазон плавной установки постоянной времени демпфирования от 0 до 10 s.

1.2.9 Номинальный диапазон плавной установки минимальной длительности импульса от 0,1 до 1 s.

1.2.10 В устройствах обеспечивается дискретная трехступенчатая дистанционная подстройка коэффициента передачи в диапазоне согласно требованию 1.2.6 и постоянной времени интегрирования в диапазоне согласно требованию 1.2.7 или аналоговая дистанционная подстройка коэффициента передачи и постоянной времени интегрирования с кратностью 10 от установленного значения в сторону увеличения.

1.2.11 В устройстве РП4-Т-М1 предусмотрена возможность компенсации э.д.с. холодных спаев преобразователя термоэлектрического в комплекте с коробкой холодных спаев КХС4 в диапазоне температур от 5 до 60 °С.

1.2.12 В устройстве РП4-Т-М1 предусмотрена возможность установки внутреннего задания в диапазоне (0-50) mV.

1.2.13 В устройстве РП4-У-М1 предусмотрен внутренний задатчик с диапазоном установки задания (0-5) mA.

1.2.14 Диапазон действия внешнего реостатного задатчика ± 5 %.

1.2.15 Диапазон действия корректора ± 5 %.

1.2.16 Номинальный диапазон плавной установки коэффициентов масштабирования устройств от 0 до 1.

1.2.17 Параметры питания – однофазная сеть переменного тока напряжением 220 или 240 V при отклонении от минус 15 до плюс 10 % и частотой 50 или 60 Hz при отклонении от минус 1 до плюс 1 Hz.

1.2.18 Потребляемая мощность не более:

- 15 V·A – для устройств РП4-У-М1, РП4-Т-М1;

- 25 V·A – для устройства РП4-П-М1.

1.2.19 Устройства не имеют гальванической связи между входными и выходными цепями, а устройство РП4-У-М1 также между входными цепями.

1.2.20 Электрическое сопротивление изоляции между отдельными электрическими цепями и между этими цепями и корпусом должно быть не менее 20 MΩ.

1.2.21 Устройства являются восстанавливаемыми одноканальными изделиями.

1.2.22 Средний срок службы не менее 10 лет.

1.2.23 Габаритные и установочные размеры устройства соответствуют значениям, приведенным в приложении Б.

1.2.24 Масса каждого устройства не более:

- 4,0 kg – РП4-У-М1, РП4-Т-М1;

- 4,6 kg – РП4-П-М1.

1.3 Состав устройств

1.3.1 Состав устройства соответствует таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Кол.	Примечание
Устройство регулирующее РП4-М1	1 шт.	Исполнение согласно приложению А
Комплект монтажных частей: - рамка; - швеллер; - винт М6; - шайба; - шайба пружинная	1 шт. 2 шт. 2 шт. 2 шт. 2 шт.	
Комплект запасных частей согласно ведомости ЗИП*	1 компл.	
*ЯЛБИ.421212.001 ЗИ – для РП4-У-М1, ЯЛБИ.421212.002 ЗИ – для РП4-П-М1, ЯЛБИ.421212.003 ЗИ – для РП4-Т-М1.		

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Конструкция

1.4.1.1 Устройство регулирующее РП4-М1 конструктивно состоит из шасси и кожуха, рассчитанного на щитовой утопленный монтаж на вертикальной плоскости (приложение Б).

Крепление кожуха к щиту осуществляется двумя специальными швеллерами с рамкой и двумя винтами, с помощью которых передняя рамка кожуха устройства притягивается к наружной поверхности щита. Шасси фиксируется в кожухе при помощи специального замка, ручка которого расположена в нижней части шасси со стороны передней панели. На задней стенке кожуха расположена клеммная колодка для внешних электрических соединений. Органы установки параметров расположены на панели управления в передней части шасси. Для доступа к органам установки параметров шасси выдвигается из кожуха путем оттягивания на себя ручки замка. Шасси выдвигается без разрыва электрических цепей, что обеспечивается наличием гибкого плоского жгута, соединяющего шасси с клеммной колодкой. Для выдвигения шасси из кожуха необходимо одной рукой придержать переднюю панель, другой рукой полностью вытянуть на себя ручку замка, после чего выдвинуть шасси из кожуха.

Основная часть элементов расположена на общих печатных платах (приложение В).

Для исключения доступа к элементам и печатным проводникам плат, они защищены с двух сторон крышками из изоляционного материала.

Рядом с панелью управления расположена плата, на которой собрана схема дискретной или аналоговой дистанционной подстройки α_n и τ_n (приложение Г).

Со стороны противоположной панели управления расположена плата с колодкой перемычек ХЗ и подгоночными элементами (приложение Д), доступ к которым необходим при наладке.

На передней панели расположены световые индикаторы Б и М.

Соединение панели управления и элементов на передней панели с платами осуществляется с помощью монтажных проводов. Конструкция коробки холодных спаев КХС4 приведена в приложении Е.

1.4.2 Органы настройки и контроля

1.4.2.1 На панелях управления установлены следующие органы:

а) общие для всех устройств:

- " Δ " – для установки требуемого значения зоны нечувствительности;
- " α_n " – для установки коэффициента передачи;
- " τ_n " – для установки постоянной времени интегрирования;
- " t_n " – для установки длительности интегральных импульсов;
- " T_ϕ " – для установки постоянной времени демпфирования;
- " Y_1 " – гнездо для контроля работы входной схемы;
- " Y_2 " – гнездо для контроля работы усилителя регулирующей схемы;
- " Y_3 " – гнездо для контроля работы интегратора обратной связи;
- "0" – гнездо общее;
- "М", "Б" – индикаторы для контроля работы устройств по направлениям;
- ХЗ – колодка с перемычками для установки требуемых диапазонов постоянной времени интегрирования, включения и отключения цепи функциональной отрицательной обратной связи.

б) дополнительные для конкретного устройства:

1) дополнительные органы РП4-У-М1:

- " α_1 ", " α_2 ", " α_3 " – для масштабирования входных сигналов;
- "ЗАДАНИЕ" – для плавной установки сигнала внутреннего задатчика;

2) дополнительные органы РП4-П-М1:

- " α_1 ", " α_2 ", " α_3 ", " α_4 " – для масштабирования входных сигналов;
- "КОРРЕКТОР" – для балансировки устройства;

3) дополнительные органы РП4-Т-М1:

- " α " – для масштабирования входного сигнала;
- "КОРРЕКТОР" – для балансировки устройства.

в) дополнительные органы для устройств с дискретной дистанционной подстройкой:

- " α_n II ступ.", " α_n III ступ." – для установки значений коэффициента передачи II и III ступеней подстройки соответственно
- " τ_n II ступ.", " τ_n III ступ." – для установки значений постоянной времени интегрирования II и III ступеней подстройки соответственно.

Расположение органов приведено в приложении Ж.

1.4.3 Принцип действия

1.4.3.1 Устройства выполнены по единообразной функциональной схеме. На рисунке 1 приведена функциональная схема устройства РП4-У-М1. Схема содержит:

- 1 – входной сумматор;
- 2 – демпфер;
- 3 – операционный усилитель-сумматор;
- 4 – трехпозиционный нуль-орган;
- 5 – инерционное звено отрицательной обратной связи;
- 6 – источник питания;
- 7 – задатчик.

Схема работает следующим образом.

Сигналы регулируемого параметра и задания поступают на входы сумматора 1, в котором происходит их алгебраическое суммирование и формируется сигнал рассогласования ϵ .

1.4.3.2 Сигнал рассогласования поступает на демпфер 2, представляющий собой инерционное RC-звено с регулируемой постоянной времени T_{ϕ} .

С выхода демпфера 2 сигнал рассогласования поступает на вход операционного усилителя-сумматора 3, с выхода которого поступает на вход трехпозиционного нуля-органа 4, имеющего регулируемую зону нечувствительности " Δ ".

При сигнале рассогласования, превышающем порог срабатывания устройства регулирующего, нуль-орган срабатывает и скачком подает сигнал в цепь отрицательной обратной связи, представляющей активное инерционное RC-звено 5, и на выходные ключи, коммутирующие цепи внешней нагрузки. При срабатывании положительной или отрицательной полярности сигнала рассогласования на выходе соответствующего ключа появляется напряжение.

1.4.3.3 При отключенной цепи отрицательной обратной связи устройство представляет собой трехпозиционный нуль-орган с гистерезисом (рисунок 2).

При включенной цепи отрицательной обратной связи и сработавшем состоянии нуля-органа 4 сигнал отрицательной обратной связи на выходе инерционного звена 5 начинает плавно увеличиваться и компенсировать сигнал рассогласования на входе операционного усилителя-сумматора 3. Сигнал на входе нуля-органа 4 плавно уменьшается до порога отпускания, после чего нуль-орган отключается, сигналы на выходе устройства и на входе отрицательной обратной связи скачком уменьшаются до нуля. Сигнал отрицательной обратной связи на выходе инерционного звена 5 начинает плавно уменьшаться, а сигнал на входе нуля-органа 4 возрастает до порога срабатывания $\sigma_{ср}$, после чего нуль-орган срабатывает, включает выходные ключи и подает сигнал в цепь отрицательной обратной связи. При сохранении сигнала рассогласования цикл повторяется.

Таким образом, устройство регулирующее РП4-М1 формирует на своем выходе импульсы, чередующиеся паузами. Интегрирование этих импульсов при помощи исполнительного механизма постоянной скорости позволяет получить пропорционально-интегральный ПИ-закон регулирования.

1.4.3.4 Работа регулирующего устройства при включенной отрицательной обратной связи и при скачкообразном сигнале рассогласования U_1 показана на рисунке 3.

Длительность первого импульса t_1 (пропорциональная часть) зависит от величины сигнала рассогласования и коэффициента передачи " α_n " инерционного звена 5.

Коэффициент пропорциональности регулятора K , образованного регулирующим устройством РП4-М1 и исполнительным механизмом постоянной скорости, определяется выражением:

$$K = \frac{100\% \cdot \alpha_n}{T_m}, \quad (4)$$

где α_n – коэффициент передачи устройства в секундах на процент входного сигнала, (s/%)

T_m – время 100 % хода исполнительного механизма, (s).

Интегрирование последующих импульсов $t_{и}$ дает интегральную часть регулятора, которая характеризуется величиной постоянной времени интегрирования " $\tau_{и}$ " инерционного звена 5.

Коэффициент передачи " $\alpha_{п}$ " и постоянная времени интегрирования " $\tau_{и}$ " регулируются при помощи переменных резисторов в цепях заряда и разряда активного инерционного RC - звена 5.

Длительность интегральных импульсов " $t_{и}$ " на выходе устройства регулируется при помощи сигнала дополнительной положительной обратной связи, поступающего с звена 5 на вход операционного усилителя 3 и расширяющего зону возврата " $\Delta_{в}$ " нуля-органа 4 при срабатывании. Во время паузы этот сигнал отсутствует.

Минимальная длительность импульса формируется при малых сигналах рассогласования. При увеличении сигнала рассогласования длительность импульса увеличивается. Минимальная длительность импульса устанавливается органом " $t_{и}$ ", определяет статическую точность регулирования в системе регулирования.

1.4.3.5 В схеме устройства предусмотрена дистанционная дискретная в три ступени или аналоговая подстройка коэффициента передачи и постоянной времени интегрирования.

Дискретная подстройка осуществляется путем закорачивания входов II и III ступеней внешними контактами с их общим входом. Аналоговая – путем подачи на входы подстроек $X\alpha_{п}$ и $Xt_{и}$ сигнала постоянного тока (0-10) V .

Контроль срабатывания устройств по направлениям работы осуществляется при помощи световых индикаторов "М" и "Б". Для контроля работы устройства служат контрольные гнезда "0" - "УЗ".

Питание схемы осуществляется от источника питания 6. Устройства РП4-У-М1, РП4-Т-М 1, РП4-П-М1 отличаются только схемной реализацией входного устройства 1 и задания 7.

1.4.4 Принципиальные схемы

1.4.4.1 Электрические принципиальные схемы устройств приведены в приложениях И, К, Л. Принципиальные схемы можно разбить на две части: входную и регулирующую.

1.4.4.2 Входная часть устройства РП4-У-М1 (приложение И) представляет собой кондуктивный разделитель, который содержит операционный усилитель А3, включенный по схеме триггера Шмидта (далее – триггер), управляемый дроссель L с сердечником из магнито-мягкого материала с прямоугольной петлей гистерезиса, имеющий обмотку возбуждения (контакты 1-2), обмотки управления (контакты 7-8, 9-10, 11-12, 13-14), обмотку обратной связи (контакты 4-18), резисторы R25, R27, на которых выделяется полезный сигнал, и усилитель А2, включенный по схеме интегратора.

Входная часть устройства работает следующим образом. Триггер (А3) находится в одном из своих устойчивых состояний за счет положительной обратной связи (R37). Через обмотку возбуждения дросселя протекает однополярный ток намагничивания. Падение напряжения, создаваемое током намагничивания на резисторе R27, приложенное к инвертирующему входу операционного усилителя А3, меньше напряжения положительной обратной связи, приложенного к неинвертирующему входу. Благодаря этому триггер удерживается в устойчивом состоянии.

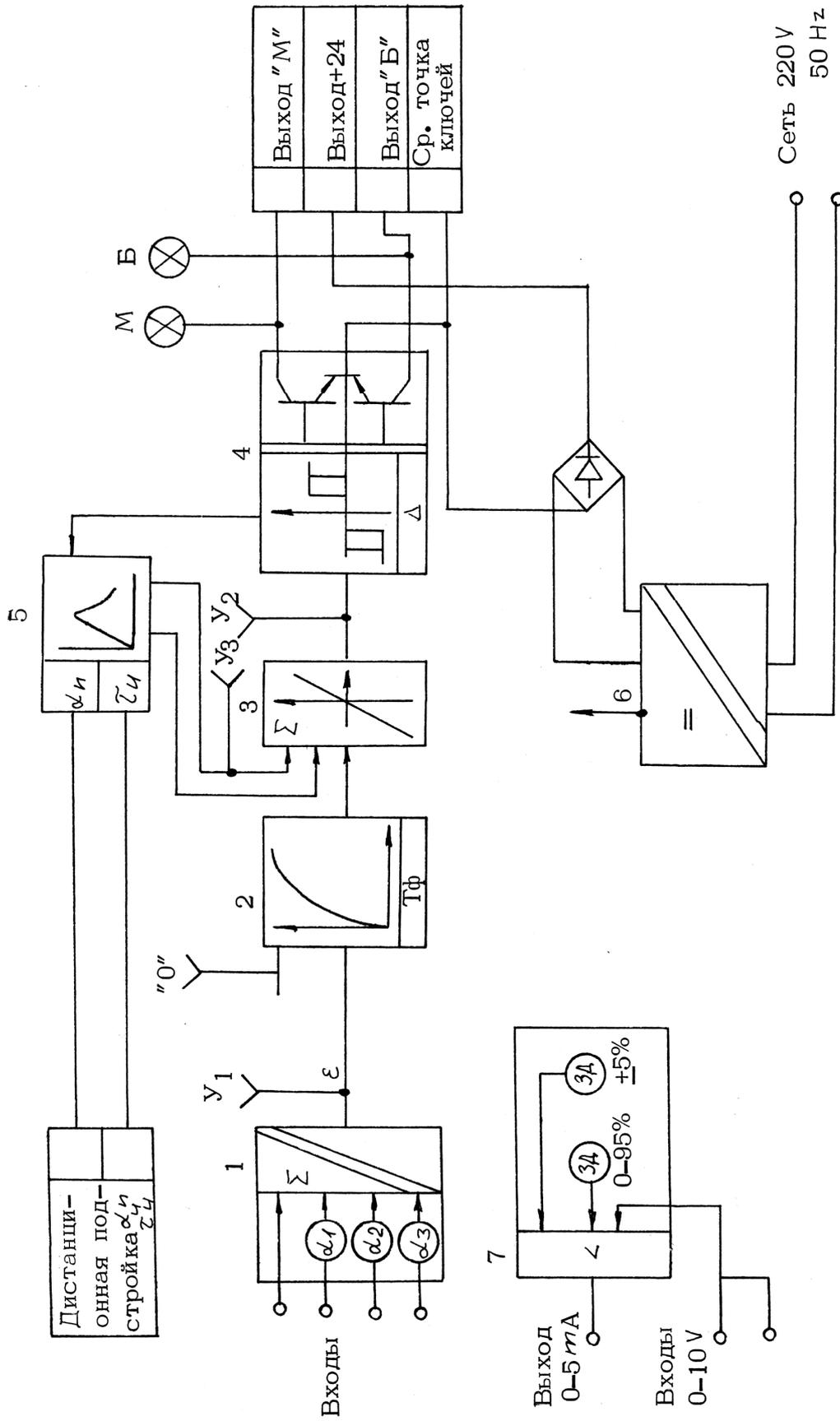
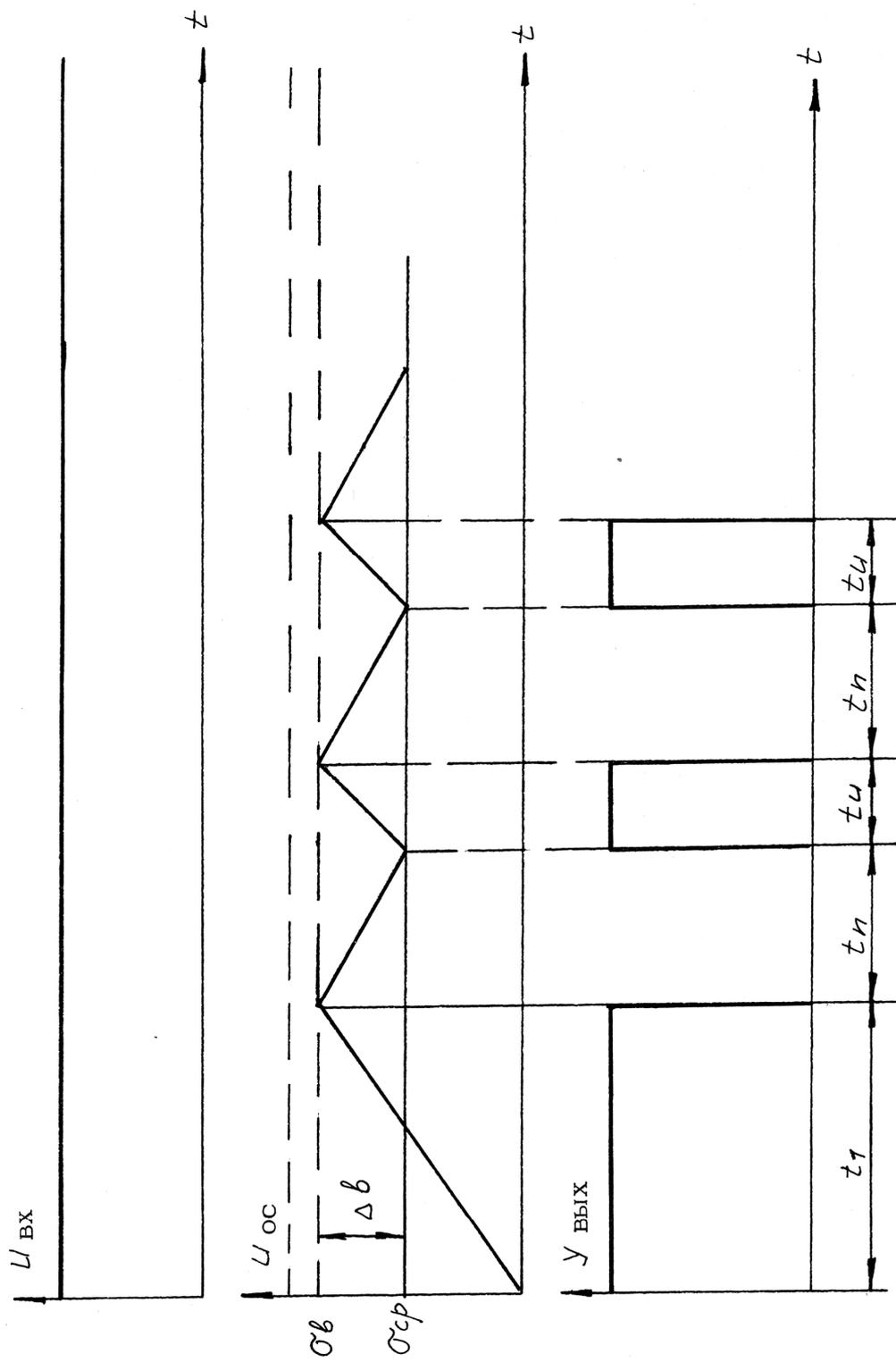


Рисунок 1 – Функциональная схема устройства регулирующего



t_1 – длительность первого импульса (пропорциональная часть), s;
 t_n – длительность паузы, s;
 $t_{\text{и}}$ – длительность интегрального импульса

Рисунок 3 – Работа устройства РП4-М1 с включенной цепью обратной связи

По истечении времени, зависящего от числа витков обмотки возбуждения и параметров магнитного сердечника, сердечник приходит в состояние насыщения (например, соответствующее индукции насыщения $+B_s$), индуктивное сопротивление обмотки возбуждения падает, и ток в ней начинает возрастать. При этом возрастает и напряжение на резисторе R27, приложенное к инвертирующему входу. Когда напряжения на входах операционного усилителя А3 сравняются, происходит переключение триггера в другое устойчивое состояние. На обмотку возбуждения подается напряжение другой полярности и начинается процесс перемагничивания сердечника в состояние, соответствующее другому знаку индукции насыщения $-B_s$. Переключение триггера происходит с частотой 500 Hz. При отсутствии тока в обмотках управления индуктивное сопротивление одинаково для обеих полярностей, поэтому среднее значение напряжения на входе усилителя А2 равно нулю.

При подаче входного тока характеристика дросселя смещается и на резисторах R25, R27 появляется постоянная составляющая напряжения, которая поступает на вход операционного усилителя А2.

Транзисторы V11 и V12 используются для получения достаточного тока для перемагничивания дросселя насыщения.

Второй сердечник дросселя с обмоткой возбуждения на контактах 19-20 служит для компенсации трансформируемого переменного напряжения в обмотках управления и обратной связи.

Для улучшения метрологических характеристик измерительное устройство охвачено отрицательной обратной связью, которая устанавливается с помощью резистора R33.

Внутренний задатчик выполнен на операционном усилителе А1. Задатчик позволяет устанавливать задание в диапазоне (0-100) %, в диапазоне (0-95) % при помощи переменного резистора R23 и точно в пределах $(0 \pm 5)\%$ при помощи переменного резистора R21 путем масштабирования опорных напряжений стабилитронов V2, V3. При использовании внутреннего задатчика его выход (клеммы 27, 29) подключаются к входу 1 (клеммы 12, 14) устройства регулирующего. К клеммам 17, 19, 21 устройства может подключаться внешний реостатный задатчик РЗД-12 с сопротивлением 10 кΩ.

Операционный усилитель А1 позволяет также производить суммирование двух входных сигналов напряжения постоянного тока (0-10) V и преобразовывать их в выходной сигнал (0-5) mA.

1.4.4.3 Входная часть устройства РП4-Т-М1 (приложение К) содержит схему коробки холодных спаев КХС4 (приложение М), входной усилитель постоянного тока А1, и кондуктивный разделитель, аналогичный разделителю РП4-У-М1.

Подключение термометров сопротивления и термопар показано в схеме внешних соединений устройства РП4-Т-М1 (приложение Н).

Один из термометров сопротивления подключается к клеммам 29, 27, другой к клеммам 28, 30 и вместе с резисторами R2 и R3 образуют измерительный мост. Напряжение постоянного тока и измерительных плеч моста поступает на вход усилителя А1 (клеммы 26, 25), усиленный сигнал поступает в обмотку управления дросселя. Дальнейшее преобразование входного сигнала описано в 1.4.4.2.

Резисторы R14, R18, R27 определяют коэффициент усиления усилителя. Диоды V1, V2 ограничивают величину входного сигнала при перегрузках. Резисторы R15*, R21* служат для компенсации смещения нуля усилителя.

Корректор R25 служит для балансировки устройства регулирующего, а также может использоваться в качестве внутреннего задатчика с диапазоном ± 5 %.

Схема предусматривает подключение внешнего потенциометрического задатчика сопротивлением 10 к Ω , который подключается к клеммам 17, 19, 21 (задатчик РЗД-12).

Термопара подключается к входам коробки холодных спаев КХС4 (приложение М). КХС4 служит для компенсации влияния окружающей температуры на термо-э.д.с. термопары. Схема представляет собой мост, образованный резисторами R1, R2, R3, R4. Резистор R1 – медный. Питание моста осуществляется постоянным током (клеммы 28, 30 устройства РП4-Т-М1). Выход "плюс" коробки холодных спаев подключается к клемме 26 устройства, а выход "минус" – к клемме 24.

Изменение чувствительности измерительного моста КХС4 в зависимости от типа термопары осуществляется путем изменения напряжения, подаваемого на вход измерительного моста. Это в коробке холодных спаев осуществляется путем переключения переключки, подключающей параллельно входу моста соответствующий резистор R5 (R6, R7)-R8. В зависимости от используемой термопары переключка в КХС4 устанавливается на соответствующие контакты. На входе усилителя А1 происходит сравнение сигнала термопары с сигналом внутреннего задания, равного напряжению на резисторе R16.

1.4.4.4 Входная часть устройства РП4-П-М1 (приложение Л) включает в себя сумматор переменного тока, выполненный на операционном усилителе А1, трансформатор Т1, осуществляющий гальваническую развязку входных и выходных цепей, фазочувствительный однополупериодный выпрямитель – демодулятор, осуществляющий преобразование сигнала напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока, выполненный на микросхеме V3 и конденсаторе С6, усилитель постоянного тока, выполненный на операционном усилителе А2.

Подключения датчиков к входам устройства РП4-П-М1 показаны в схемах внешних соединений (приложение П). Масштабирование входных сигналов производится при помощи переменных резисторов R3-R6.

Корректор R15 служит для балансировки устройства, а также может быть использован как внутренний задатчик с диапазоном до ± 100 %. Резистор R16 определяет диапазон действия корректора.

Внешний реостатный задатчик сопротивлением 10 к Ω (например, РЗД-12) может быть подключен к клеммам 17, 19, 21.

Питание ферродинамических, индуктивных и реостатных датчиков осуществляется от обмоток 8-10 и 11-13 трансформатора Т2.

Переменное напряжение с выхода операционного усилителя А1 через вторичную обмотку трансформатора Т1 поступает в диагональ диодного моста V3. Управляющее напряжение с обмотки 17-18 трансформатора Т2 поступает на анод и катод диодного моста и образует однополупериодный выпрямитель. С трансформатора Т1 на выход проходит (контрольные точки КТ5, КТ4) только та полуволна, для которой выпрямитель V3 открыт рабочей полуволной управляющего напряжения. При изменении фазы выходного сигнала изменяется и полярность полуволны, проходящей на выход фазочувствительного выпрямителя. Постоянная составляющая выделяется конденсатором С6. Величина ее пропорциональна амплитуде входного сигнала, а полярность определяется фазой входного сигнала. Усилитель А2 усиливает это напряжение и дополнительно сглаживает. Коэффициент усиления определяется резисторами в цепи от-

рицательной обратной связи R27, R28*. При помощи резистора R24* производится балансировка усилителя А2 при нулевых входных сигналах. Устройство имеет вариант соединения выхода входной части с формирующей через клеммы внешней колодки (рисунок Л.4).

Питание датчиков осуществляется от трансформатора Т2.

1.4.4.5 Все устройства имеют одинаковую формирующую часть, но каждое устройство имеет свое позиционное обозначение элементов на схеме. Поэтому работа схемы будет рассмотрена по принципиальной схеме устройства РП4-У-М1 (приложение И).

Сигнал рассогласования поступает на демпфер, состоящий из резисторов R46, R47 и конденсатора С11. Постоянная времени демпфирования " T_{ϕ} " плавно регулируется переменным резистором R46. С выхода демпфера сигнал рассогласования поступает на неинвертирующий вход 3 операционного усилителя А5, с выхода 6 которого поступает на вход трехпозиционного нуля-органа. Балансировка усилителя А5 производится при помощи переменного резистора R50. Коэффициент усиления усилителя для сигнала рассогласования равен 10, он определяется делителем напряжения, состоящим из резисторов R44, R48 и резистором в цепи отрицательной обратной связи R49. Контроль прохождения сигнала через усилитель осуществляется по контрольным гнездам "0" и "Y2".

Трехпозиционный ноль-орган состоит из двух независимых каналов. Первый канал включает в себя операционный усилитель А6, транзисторы V25 и V27, второй канал – операционный усилитель А7, транзисторы V26, V28. Работает он следующим образом.

На объединенные входы нуля-органа (R61, R64) с делителя, образованного резисторами R53*, R54, R52, поступает положительное напряжение, определяющее пороги срабатывания нуля-органа. При помощи переменного резистора R54 производится установка требуемого значения зоны нечувствительности Δ . На другие объединенные входы нуля-органа (R60, R63) поступает сигнал с усилителя А5. Операционные усилители А6, А7 охвачены положительной обратной связью, образованной резисторами R62, R65, для усилителя А6 и резисторами R64, R66 для усилителя А7 и образуют два двухпозиционных нуля-органа с гистерезисной характеристикой. При нулевом сигнале на выходе усилителя А5 на инвертирующий вход 4 усилителя А6 и на неинвертирующий вход 5 усилителя А7 поступает положительное напряжение с резистора R54, поэтому на выходе А6 (контрольная точка КТ6) напряжение отрицательное (≈ 11 V), а на выходе А7 (КТ7) напряжение положительное (≈ 11 V). При этом транзисторы V25, V26 закрыты и выходные транзисторные ключи V27, V28 закрыты. При сигнале с выхода А5, равном порогу срабатывания, происходит срабатывание одного из нуля-органов в зависимости от полярности сигнала. При этом открывается транзисторный ключ V27 или V28 и коммутирует внешнюю цепь.

Диоды V22 и V23 ограничивают величину отрицательных напряжений на базах транзисторов V25, V24.

Срабатывание выходных ключей сигнализируется световыми диодами V33, V34. Стабилитрон V29 и диоды V30, V31 служат для защиты выходных ключей V27, V28 при работе на активно-индуктивную нагрузку. Диоды V32, V35, резисторы R85-R88 служат для защиты и ограничения тока светодиодов V33, V34. Нагрузка подключается к клеммам 7 и 8, 9 и 8 при питании нагрузки от внутреннего источника РП4-М1.

График зависимости выходного напряжения от тока нагрузки приведен на рисунке 4.

Нагрузка с внешним источником подключается к клеммам 7 и 10, 9 и 10.

Цепь отрицательной обратной связи выполнена на операционном усилителе А4, включенном в схеме инерционного звена первого порядка, с регулируемым коэффициентом передачи и постоянной времени.

Работает схема обратной связи следующим образом.

При срабатывании нуля-органа стабилизированное напряжение соответствующей полярности с контрольной точки КТ8 поступает на делитель, образованный резисторами R78 и R73.

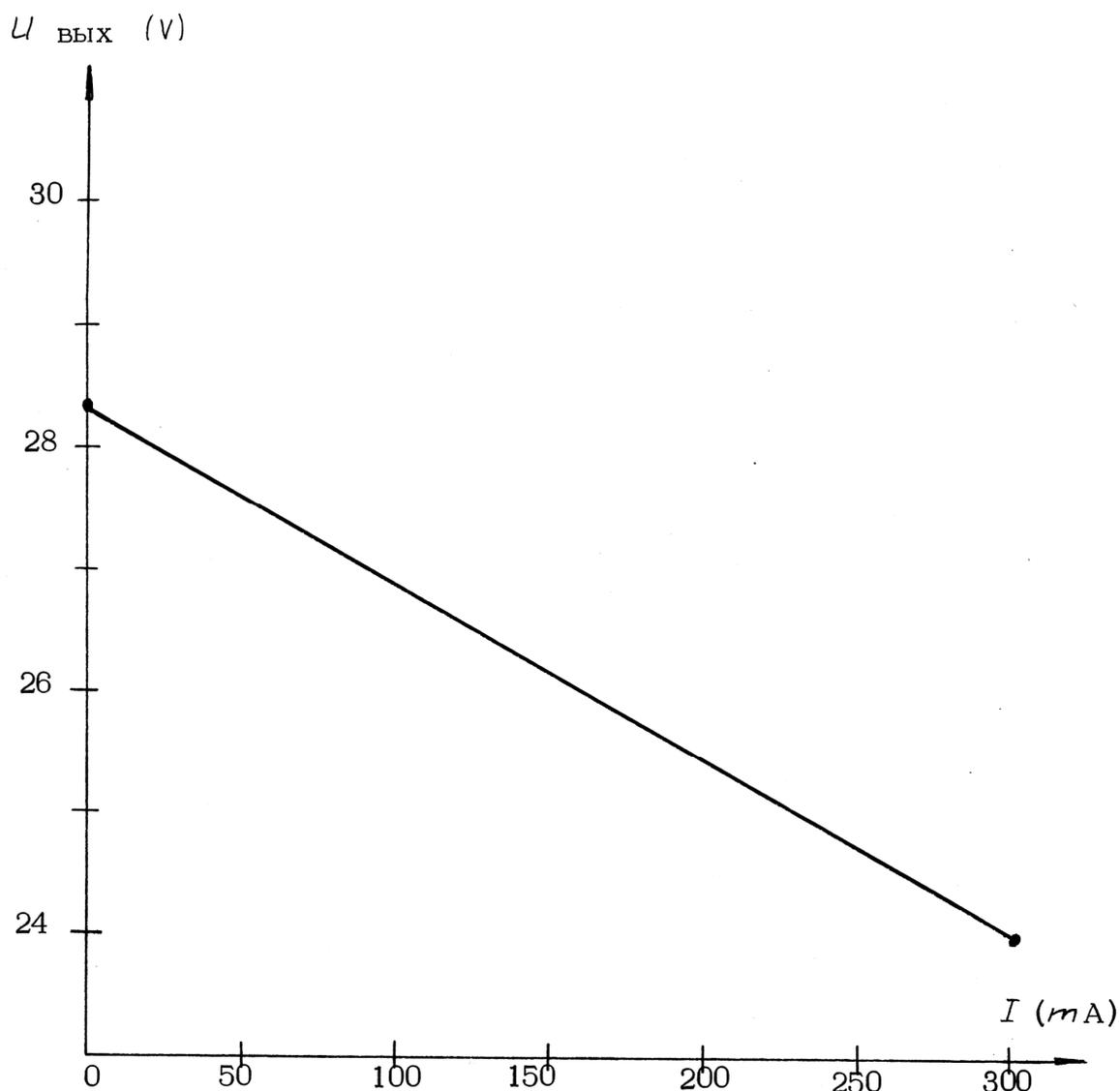


Рисунок 4 – Зависимость выходного напряжения устройства РП4-М1 от тока нагрузки

Напряжение с резистора R73 поступает через резисторы R58 и R59* на вход интегратора и происходит заряд конденсаторов C13, C14. Скорость заряда конденсаторов определяется величиной напряжения, подаваемого на резисторы R58, R59*. Требуемое значение напряжения устанавливается переменным резистором R78 (α_n).

Напряжение отрицательной обратной связи с выхода усилителя A4 через резисторы R44, R45 поступает на вход операционного усилителя A5 и компенсирует сигнал рассогласования. Таким образом, установкой органа " α_n " в соответствующее положение регулируется скорость компенсации отрицательной обратной связью сигнала рассогласования. Этот параметр определяет в системе регулирования коэффициент передачи α_n .

После того, как сигнал обратной связи скомпенсирует сигнал рассогласования, нуль-орган выключается, сигнал в контрольной точке КТ8, а следовательно и на входе обратной связи исчезает, и конденсаторы C13, C14 начинают разряжаться. Постоянная времени разряда определяется делителем R76, R77 и резисторами R67...R69 и является постоянной времени интегрирования $\tau_{и}$ регулятора.

Требуемое значение $\tau_{и}$ устанавливается переменным резистором R76.

В устройстве установка $\tau_{и}$ производится в двух диапазонах (5-50) с или (20-200) с и (50-500) или (200-2000) с в зависимости от исполнения устройства. Требуемый диапазон устанавливается при помощи переключки на колодке X3. При установке переключки между клеммами 1 и 2 устанавливаются первые диапазоны (5-50) с или (20-200) с, при установке переключки между клеммами 1 и 4 устанавливаются вторые диапазоны (50-500) с или (200-2000) с. Переключка между клеммами 6 и 9 на колодке X3 закорачивает цепь отрицательной обратной связи при балансировке устройства. При включенной обратной связи эта переключка устанавливается между клеммами 3 и 6.

Резистор R56 служит для точной балансировки усилителя A4, гнездо "Y3" – для контроля работы усилителя A4.

Делитель из резисторов R70, R71, R72 подключен параллельно резистору R73 и образует цепь дополнительной положительной обратной связи, сигнал с которого через резистор R48 поступает на вход усилителя A5 и расширяет зону возврата нуль-органа, а следовательно и длительность интегральных импульсов.

Регулирование длительности импульсов на выходе устройства производится переменным резистором R71. Такое включение цепи дополнительной положительной обратной связи позволяет осуществить стабилизацию длительности импульсов при изменении коэффициента передачи α_n .

В зависимости от исполнения в устройстве осуществляется дистанционная дискретная в три ступени или аналоговая подстройка коэффициента передачи α_n и постоянной времени интегрирования $\tau_{и}$.

Принципиальная схема устройства с дискретной подстройкой приведена на рисунке И.1. Узел дискретной подстройки содержит реле К1, К2, выпрямитель на элементах V1, C, набор резисторов для второй и третьей ступеней подстройки.

Первая ступень подстройки является исходной, параметры $\tau_{и}$ и α_n устанавливаются переменными резисторами R76 и R78 соответственно.

Вторая ступень подстройки $\tau_{и}$ выполнена на резисторах R1, R8, R5...R7, третья ступень – на резисторах R2, R9, R10...R12. Вторая ступень подстройки α_n выполнена на резисторах R3 и R73, третья ступень – на резисторах R4 и R73.

Установка требуемых значений $\tau_{и}$ для второй и третьей ступеней осуществляется переменными резисторами R1 и R2 соответственно. Установка значений $\alpha_{п}$ для второй и третьей ступеней осуществляется резисторами R3, R4.

Переключение на вторую ступень производится путем замыкания внешними контактами клемм 11 и 13 выходной колодки X1. При этом срабатывает реле K1, отключает первую ступень и включает в цепь отрицательной обратной связи элементы второй ступени.

При переключении на третью ступень внешними контактами замыкаются клеммы 13 и 15. Это приводит к срабатыванию реле K1 и K2 и включению третьей ступени. При этом первая и вторая ступени будут отключены. При замкнутых клеммах 11 и 13, 13 и 15 включенной будет третья ступень.

При установке перемычек на колодке X3 между клеммами 4 и 5, 7 и 8 диапазоны установки $\tau_{и}$ II ступ. и $\tau_{и}$ III ступ. будут равны (5-50) с или (20-200) с соответственно в зависимости от исполнения устройства. При установке этих перемычек между клеммами 4 и 7 диапазоны установки будут равны (50-500) с или (200-2000) с .

Принципиальная схема устройства с аналоговой подстройкой постоянной времени интегрирования $\tau_{и}$ и коэффициента передачи $\alpha_{п}$ приведена на рисунке И.3.

Схема узла аналоговой подстройки имеет два независимых канала дистанционной подстройки. Канал подстройки $\tau_{и}$ выполнен на операционном усилителе А1, включенным по схеме компаратора, транзисторе V5, конденсаторе С1 и двух бесконтактных управляемых ключах микросхемы D. Канал подстройки $\alpha_{п}$ выполнен на компараторе А2, транзисторе V6, конденсаторе С2 и двух других управляемых ключей микросхемы D. Каждый канал представляет собой генератор, управляемый входным сигналом подстройки. Выходные ключи микросхемы D (выводы 2 и 3, 10 и 11) включены последовательно с переменными резисторами установки $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$. Эти ключи коммутируют токи в цепях резисторов с требуемой зависимостью, что эквивалентно изменению сопротивления этих резисторов.

Функциональные зависимости изменения параметров $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$ от сигналов подстройки имеют вид:

$$\tau_{и} = \tau_{и \text{ уст}} \cdot (1 + 0,9X\tau_{и}) , \quad (5)$$

$$\alpha_{п} = \alpha_{п \text{ уст}} \cdot (1 + 0,9X\alpha_{п}) , \quad (6)$$

где $\tau_{и}$ – значение постоянной времени интегрирования, с ;
 $\tau_{и \text{ уст}}$ – установленное значение постоянной времени интегрирования органом " $\tau_{и}$ ", с;
 $X\tau_{и}$ – входной сигнал подстройки, V;
 $\alpha_{п}$ – значение коэффициента передачи, с / % ;
 $\alpha_{п \text{ уст}}$ – установленное значение коэффициента передачи органом " $\alpha_{п}$ ", с/% ;
 $X\alpha_{п}$ – входной сигнал подстройки, V.

Резистор R11 устанавливает требуемое напряжение смещения на компараторы А1, А2.

Диоды V1...V4 защищают входные ключи микросхемы D.

Питание входных частей и формирующей части всех регулирующих устройств осуществляется стабилизированными напряжениями постоянного тока.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка устройства соответствует требованиям конструкторской документации и содержит следующие данные:

- товарный знак предприятия-изготовителя для поставок на внутренний рынок и в страны СНГ;
- условное обозначение устройства;
- надпись "Сделано в России" (допускается "Сделано в РФ");
- напряжение и частота питания;
- условное обозначение исполнения;
- номер устройства по системе нумерации предприятия изготовителя;
- год выпуска.

1.5.2 Транспортная маркировка соответствует требованиям конструкторской документации и имеет основные, дополнительные, информационные надписи и манипуляционные знаки, имеющие значения: "Хрупкое. Осторожно", "Бережь от влаги", "Верх".

Для исполнения О дополнительно нанесен знак "Тропическая упаковка".

1.5.3 Устройство пломбируется мастикой битумной (допускается рубраксной). На месте пломбировки поставлено клеймо отдела технического контроля (ОТК).

1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковка и консервация устройства производится по чертежам предприятия изготовителя в соответствии с ГОСТ 9.014-78:

- вариантом упаковки ВУ-1 по варианту защиты ВЗ-15 для внутренних поставок и в страны СНГ;
- вариантом упаковки ВУ-5 по варианту защиты ВЗ-10 для поставок на экспорт.

1.6.2 Условия хранения устройства – 1 по ГОСТ 15150-69.

1.6.3 Консервация обеспечивает сохранность в условиях транспортирования и хранения без переконсервации в течение:

- двух лет для внутренних поставок и в страны СНГ;
- трех лет для поставок на экспорт.

1.6.4 Способ упаковки, потребительская и транспортная тара. Материалы, применяемые при упаковке, порядок размещения в транспортной таре соответствуют чертежам предприятия-изготовителя.

1.6.5 В каждое место транспортной тары вложен упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и обозначение устройства;
- заводской номер;
- дата упаковки;
- фамилия и подпись ответственного за упаковку;
- штамп бюро технического контроля (БТК).

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Персонал, работающий на установке, монтаже, проверке и эксплуатации устройств РП4-М1 должен быть обучен безопасным методам работы в соответствии с требованиями действующих "Правил эксплуатации электроустановок потребителей" (ПЭЭП).

2.1.2 К работе с устройствами РП4-М1 допускаются лица, имеющие допуск на эксплуатацию электроустановок с напряжением до 1000 V. Обслуживающий персонал должен быть ознакомлен с назначением, схемой и устройством, с порядком подготовки устройств к работе, проверкой их технического состояния и другими требованиями настоящего РЭ.

2.1.3 При эксплуатации устройства должны заземляться в соответствии с требованиями действующих "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ). Заземление устройств осуществляется через винты заземления " \perp ".

2.1.4 Эксплуатация устройств должна осуществляться с учетом специфики соответствующего производства в соответствии с инструкцией по технике безопасности предприятия-потребителя.

2.2 Подготовка к использованию

2.2.1 При получении ящиков с устройствами следует убедиться в полной сохранности тары.

Распаковка устройств в зимнее время должна производиться в сухом отапливаемом помещении не раньше, чем через 6 h после внесения в помещение.

После распаковки следует проверить комплектность и произвести внешний осмотр.

2.2.2 Устройство РП4-М1 рассчитано на утопленный монтаж на вертикальной панели щита в закрытом взрывобезопасном и пожаробезопасном помещении. Окружающая среда не должна содержать агрессивных паров и газов. Каждое устройство должно быть защищено от влияния внешних магнитных полей с напряженностью более 400 A/m, поэтому устанавливать его следует на расстоянии не менее 1 m от элементов и устройств, генерирующих сильные магнитные поля. Не допускаются вибрации устройств с частотой выше 25 Hz и с амплитудой более 0,1 mm. Место установки должно быть хорошо освещено и удобно для обслуживания. С передней стороны щита необходимо предусмотреть свободное пространство глубиной не менее 550 mm для извлечения шасси из корпуса устройства. К расположенной на задней стороне устройства клеммной колодке должен быть обеспечен свободный доступ для монтажа.

2.2.3 Внешние соединения устройства с другими элементами системы регулирования выполняются в виде кабельных связей или в виде жгутов вторичной коммутации. Прокладка и разделка кабеля и жгутов вторичной коммутации должны отвечать требованиям действующих ПУЭ. Допускается непосредственное присоединение кабельных жил к коммутационным зажимам клеммной колодки устройства.

2.2.4 Все измерительные цепи устройства могут быть объединены в один общий кабель. Силовые, выходные цепи и цепи дискретной подстройки должны быть выделены в отдельные кабели. Заземление устройства осуществляется через клемму 3 и винт заземления.

2.3 Внешние соединения устройств

2.3.1 Схема внешних соединений устройства РП4-У-М1 приведена в приложении Р.

Устройство рассчитано на подключение четырех датчиков унифицированных токовых сигналов (0-5) мА или (0-20) мА, (4-20) мА. Для исполнения устройства на входной ток (0-5) мА предусмотрено также суммирование двух сигналов по напряжению (0-10) В и сравнения этих сигналов с сигналом внутреннего задатчика. При этом токовый сигнал рассогласования с выхода внутреннего задатчика (клеммы 27, 29) заводится на вход 1 (клеммы 12, 14).

При формировании ПИД-закона регулирования внешний дифференциатор с выходным сигналом (0-5) мА подключается к одному из входов РП4-У-М1 или токовому входу РП4-Т-М1. При таком способе подключения настройки постоянной времени дифференцирования T_d и интегрирования τ_i взаимосвязаны и отношение $T_d / \tau_i \leq 0,25$.

С целью устранения разрыва токовых цепей при извлечении работающих устройств для технического обслуживания и ремонта предусмотрено присоединение с внешней стороны к токовым входам защитных устройств (приложение С).

Все неиспользуемые клеммы, предназначенные для подключения входных сигналов и других внешних элементов, остаются свободными.

2.3.2 Схемы внешних соединений устройства РП4-Т-М1 приведены в приложении Н.

Схема внешних соединений РП4-Т-М1 при использовании термометров сопротивления приведена на рисунке Н.1.

Схема позволяет одновременное подключение к устройству двух термометров сопротивления ТС1, ТС2 и токового сигнала (0-5) мА. При использовании одного термометра сопротивления вместо термосопротивления ТС2 к клеммам 28-30 подключается манганиновое сопротивление 49,6 Ω . При этом клемма 28 соединяется перемычкой с клеммой 26.

Схема внешних соединений РП4-Т-М1 при использовании термопар приведена на рисунке Н.2. Предприятие выпускает устройства РП4-Т-М1, настроенные для работы с термопарой ТХК.

Схема позволяет одновременное подключение к устройству одной термопары и токового сигнала (0-5) мА.

Термопара подключается к выходным клеммам коробки холодных спаев КХС4 (приложение Е), поставляемой вместе с устройством РП4-Т-М1 согласно спецификации заказа и служащей для компенсации температуры холодного спая термопары. КХС4 должна быть установлена в непосредственной близости от места установки термопары, но в месте установки КХС4 температура должна быть не выше плюс 60 $^{\circ}\text{C}$.

Выход коробки холодных спаев подключается к клеммам 24, 26. Цепь питания коробки холодных спаев подключается к клеммам 28, 30. Перед монтажом необходимо открыть коробку холодных спаев и установить в ней перемычку в положение, соответствующее подключенному типу термопары. Дифференциатор и нагрузка подключаются аналогично устройству РП4-У-М1.

При работе устройства РП4-Т-М1 с термопарой ТПР коробка холодных спаев не используется. Выход термопары ТПР подсоединяется к клеммам 24, 26.

Неиспользованные клеммы устройства для других внешних цепей остаются свободными.

2.3.3 Схема внешних соединений устройства РП4-П-М1 приведены в приложении П.

Общая схема внешних соединений РП4-П-М1 приведена на рисунке П.1.

Питание первичных обмоток дифференциально-трансформаторных датчиков осуществляется от клемм 12, 14, 16, 18, 20, 24, 26, 30 устройства. Первичные обмотки датчиков соединяются последовательно. Источники питания датчика также соединяются последовательно путем установки перемычек между соответствующими клеммами колодки.

Схема соединений РП4-П-М1 и четырех дифференциально-трансформаторных датчиков приведена на рисунке П.2.

Схемы соединений РП4-П-М1 с двумя ферродинамическими датчиками типов ПФ2 и ПФ4 приведены на рисунках П.3 и П.4 соответственно.

Выходные сигналы ферродинамических датчиков подключаются к входам 3 и 4 (клеммы 25 и 23) устройства, так как только эти входы рассчитаны для работы с датчиками ПФ. При этом резисторы R1, R2 устройства РП4-П-М1 необходимо отпаять.

Устройство рассчитано также на подключение четырех индуктивных датчиков. Схема соединений приведена на рисунке П.5.

Питание ферродинамических, индуктивных, реостатных датчиков осуществляется только от клемм 20, 22, 24, 26, 28, 30.

Неиспользованные клеммы устройства для других внешних цепей остаются свободными.

2.4 Проверка общей работоспособности

2.4.1 Перед включением устройства РП4-М1 в работу на действующем оборудовании необходимо выполнить общую проверку его работоспособности. Проверка общей работоспособности позволяет убедиться в правильном функционировании основных узлов устройства, определяющих его параметры. Перед проверкой выполнить следующие подготовительные операции.

2.4.2 На выходные клеммы устройства 7-8 и 8-9 установить нагрузочные сопротивления 160Ω , (5-10) W. Для устройства РП4-У-М1 соединить перемычками клеммы 12, 29 и 14, 27.

На панели управления органы установить в следующие исходные положения:

- " α_n " – "5";
- " τ_n " – "5 (20)";
- " Δ " – "2";
- " t_n " – "0,1";
- " T_Φ " – "0".

Перемычки на колодке Х3 установить в соответствии с рисунком Т.1а) или рисунком Т.2а).

2.4.3 На плате дискретной подстройки установить органы " α_n " II и III ступеней в положение "5", органы " τ_n " II и III ступеней – в положение "5 (20)".

Для РП4-У-М1 орган "ЗАДАНИЕ" установить в положение "0".

Для РП4-Т-М1, РП4-П-М1 орган "КОРРЕКТОР" установить в положение "0". При этом индикаторы "Б" и "М" на передних панелях не должны светиться.

Для РП4-У-М1 установить орган "ЗАДАНИЕ" в положение "5",

Для РП4-Т-М1, РП4-П-М1 орган "КОРРЕКТОР" в правое положение "5". При этом на передних панелях устройств должен светиться индикатор "Б".

2.4.4 Измерить на выходных клеммах 8-9 напряжение постоянного тока, оно должно быть (21,6-26,4) V.

Установить орган "ЗАДАНИЕ" в положение "0", орган "КОРРЕКТОР" – в положение "0". Индикатор "Б" должен погаснуть.

Установить орган "ЗАДАНИЕ" в положение "5", орган "КОРРЕКТОР" в правое положение "5", установить орган "Т_ф" в положение "5", затем органы "ЗАДАНИЕ" и "КОРРЕКТОР" установить в положение "0". Индикатор "Б" после указанной установки должен некоторое время светиться, а затем погаснуть.

Установить орган "Т_ф" в положение "0", орган "ЗАДАНИЕ" в положение "5", орган "КОРРЕКТОР" в правое положение "5", орган " α_n " в положение "5", ручку " τ_n " на максимальное значение, переключки на колодке ХЗ в соответствии с рисунком Т.1в) или рисунком Т.2в). Индикатор "Б" начинает периодически включаться и выключаться.

Установить орган "t_и" в положение "0,5". При этом длительности периодических включений индикатора "Б" (длительности импульсов) увеличатся, увеличатся также и периоды времени между отдельными включениями. При установке органа "τ_и" в другие промежуточные положения периоды времени между отдельными включениями должны уменьшиться.

При установке органа " α_n " в другие промежуточные положения периоды времени между отдельными включениями также должны увеличиться.

2.4.5 Установить все органы на панели управления в исходное положение.

В устройствах с дискретной подстройкой α_n и τ_n установить переключку между клеммами 11 и 13. При этом включится II ступень подстройки α_n и τ_n . Индикатор "Б" будет периодически включаться. При установке органа τ_n II ступени в сторону увеличения τ_n периоды времени между отдельными включениями будут увеличиваться. При установке α_n II ступени в сторону уменьшения периоды времени между отдельными включениями также должны увеличиваться.

Установить переключку между клеммами 13 и 15. При этом включится III ступень подстройки α_n и τ_n . Произвести проверку работы III ступени аналогично проверке II ступени.

2.4.6 Произвести аналогичную проверку устройств регулирующих по индикатору "М" на передней панели. При этом органы "КОРРЕКТОР" и "ЗАДАНИЕ" устанавливать в другую сторону, и выходное напряжение измерять между клеммами 7 и 8 клеммной колодки.

2.5 Настройка устройства

2.5.1 Настройка устройства заключается в установке всех ручек для настройки параметров, установленных на панелях управления, переключек на колодке ХЗ (приложение Т) в требуемые для работы положения.

В устройствах РП4-М1 с аналоговой подстройкой α_n и τ_n значения параметров подстройки определяются по формулам (4) и (5).

В устройствах РП4-М1 с дискретной подстройкой значения α_n I ступени устанавливается органом " α_n " на панели управления, α_n II ступ. и α_n III ступ. органами на панели платы дискретной подстройки (рисунок Г.1).

Значение τ_n I ступ, устанавливается органом " τ_n " на панели управления, а значение требуемого диапазона переключкой на колодке ХЗ (приложение Т). Значения τ_n II ступ. и τ_n III ступ. устанавливаются органами на панели платы дискретной подстройки (рисунок Г.1). Значение требуемого диапазона τ_n устанавливается положением переключек на колодке ХЗ (приложение Т).

В устройствах РП4-М1 при определенных соотношениях параметров настройки α_n , t_и и Δ возможен автоколебательный режим работы устройства, что фиксируется по поочередному включению индикаторов "Б", "М" на передней

панели. Условием отсутствия автоколебаний является выполнение следующего соотношения: $t_{и} / \alpha_{п} < \Delta$.

2.5.2 В устройствах РП4-У-М1 для облегчения согласования входных сигналов максимальные значения коэффициентов масштабирования имеют допуск в сторону увеличения от единицы.

При работе с входными сигналами (4-20) мА сигнал внутреннего задатчика (0-5) мА может использоваться для компенсации входного сигнала 4 мА до значения напряжения на контрольных гнездах "0" и "Y1" равного $(0 \pm 2,5)$ мВ или в качестве задатчика с диапазоном (0-100) %. Выход задатчика подключается к клеммам 12 и 14. Сигнал задания равный 100 % соответствует напряжению 10 В на контрольных гнездах "0" и "Y1".

При входных сигналах (4-20) мА значения зоны нечувствительности Δ и коэффициента передачи $\alpha_{п}$ устанавливаются на 25 % меньше необходимых расчетных значений.

Устройства РП4-У-М1 выпускаются с диапазоном внешнего задатчика ± 5 % ($\pm \Delta$).

Увеличить диапазон внешнего задатчика до ± 30 % можно заменой резистора R11 (приложение Д).

Значение сопротивления резистора R11 определяется по формуле:

$$R11 = 7 / \Delta, \quad (7)$$

где R11 – значение сопротивления резистора R11, МΩ;

Δ - диапазон задатчика, %;

7 – коэффициент, МΩ/ %.

2.5.3 В устройстве РП4-Т-М1 задание для термометров сопротивления устанавливается подбором номиналов сопротивлений R2 для ТС1 и R3 для ТС2, установленных на стойках на печатной плате устройства (приложение Д). Эти сопротивления устанавливаются номиналом, равным сопротивлению ТС в горячем состоянии при температуре регулирования.

Завод выпускает устройства с заданием 49,6 Ω, что соответствует сопротивлению термометра платинового с $R_0 = 49,6 \Omega$ (градуировка 21) при температуре плюс 25 °С. При работе с одним термометром сопротивления необходимо вместо второго термометра на клеммы 28-30 установить манганиновое сопротивление из комплекта ЗИП со значением равным 49,6 Ω, а клемма 28 соединяется перемычкой с клеммой 26. Подбор требуемого номинала резисторов задания R2 и R3 осуществляется путем изменения числа витков манганиновых сопротивлений из комплекта ЗИП.

При работе с термопарой установка требуемой величины задания осуществляется изменением номинала манганинового сопротивления R16 (приложение Д). Завод выпускает устройства с заданием 40 мВ. Перемычка в коробке холодных спаев КХС4 должна быть установлена в положение для работы с данным типом термопары. Номинал резистора R16 соответствует величине задания, выраженной в мВ. Если диапазон изменения э.д.с. термопары ΔV_t или диапазон изменения сопротивления термометра сопротивления ΔR_t до температуры регулирования меньше 50 мВ и 20 Ω соответственно, то для повышения точности регулирования рекомендуется увеличить коэффициент передачи входной части РП4-Т-М1. Для этого необходимо выпаять резистор R18 (приложение Д) с номиналом 10 Ω и установить его номинал в соответствии с диапа-

зоном изменения э.д.с. термопары или в соответствии с диапазоном изменения сопротивления термометра сопротивления по формулам:

$$R18 = 0,2 \Delta V_t, \quad (8)$$

$$R18 = 0,5 \Delta R_t, \quad (9)$$

где $R18$ – значение сопротивления резистора $R18$, Ω ;
 ΔV_t – диапазон изменения э.д.с. термопары, mV ;
 ΔR_t – диапазон изменения сопротивления термометра сопротивления, Ω .

Не допускается устанавливать номинал резистора меньше 2Ω . Увеличить диапазон действия внешнего задатчика до $\pm 30\%$ ($\pm D$) можно изменением номинала резистора $R12$ (приложение Д).

Значение $R12$ определяется по формуле:

$$R12 = \frac{175 \cdot (1 - 0,01D)}{D}, \quad (10)$$

где $R12$ – значение сопротивления резистора $R12$, $k\Omega$;
 D – диапазон задатчика, %;
 175 – коэффициент, $k\Omega / \%$.

При помощи переключателей $X4$, $X5$ (приложение Д) осуществляется инвертирование работы устройства по выходам Б и М. Для этого переключатели $X4$ и $X5$ следует установить между контактами 1 и 4, 2 и 3.

2.5.4 В устройствах РП4-П-М1 расширение диапазона внешнего задатчика до $\pm 30\%$ осуществляется сменным резистором $R77$ (приложение Д), значение которого определяется по формуле:

$$R77 = 8,36 \cdot (30 / D - 1), \quad (11)$$

где $R77$ – значение сопротивления резистора $R77$, $k\Omega$;
 D – диапазон задатчика, %;
 $8,36$ – коэффициент, $k\Omega / \%$.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания по техническому обслуживанию

3.1.1 Специального технического обслуживания (далее – ТО) устройства не требуют. Для обеспечения нормальной работы устройств рекомендуется выполнять работы согласно таблице 4.

Таблица 4 – Порядок технического обслуживания

Наименование работы	Виды ТО	Примечание
Проверка правильности действия в составе средств автоматического регулирования по показаниям контрольно-измерительных приборов, фиксирующих протекание технологического процесса.	Ежедневное	
Очистка внешних клеммных колодок устройства от пыли путем воздушной продувки сухим и чистым сжатым воздухом.	Еженедельное	
Проверка надежности крепления устройства и его внешних электрических соединений.	Ежемесячное	При выключенном напряжении питания.
Проверка технического состояния и измерения параметров устройства по 3.2 в лабораторных условиях.	Один раз в три года	Выполняются также в период капитального ремонта основного оборудования и после ремонта устройства.

3.2 Проверка технического состояния и измерение параметров

3.2.1 В данном разделе излагается содержание и методические указания по проведению проверки технического состояния и измерению параметров устройства регулирующего РП4-М1 с целью установления пригодности устройства для дальнейшего использования по прямому назначению.

Эти работы рекомендуется проводить в периоды капитального ремонта основного технологического оборудования регулируемого объекта. В обязательном порядке эти работы должны выполняться после ремонта или устранения неисправностей в устройстве РП4-М1.

3.2.2 Все испытания, предусмотренные настоящим разделом, должны проводиться в лаборатории при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность (55 ± 25) %;
- давление от 86 до 107 кПа;
- напряжение питания ($220 \pm 4,4$) V;
- механические вибрации, магнитные поля и прочие внешние действия должны отсутствовать.

Проверку технического состояния устройства производить по схеме приложения У.

3.2.3 Предусмотренные в данном разделе работы включают следующие операции:

- внешний осмотр;
- проверку сопротивления изоляции;
- проверку максимального значения зоны нечувствительности;
- проверку выходного напряжения;
- проверку предельных значений коэффициента передачи;
- проверку предельных значений постоянной времени интегрирования;
- проверку параметров дискретной подстройки;
- проверку параметров аналоговой подстройки.

3.2.4 Внешний осмотр устройства производится путем сличения с принципиальными схемами с целью проверки соответствия элементов схемам, а также для визуального определения неисправных элементов и последующей их замены.

3.2.5 Измерение сопротивления изоляции производить мегаомметром с напряжением постоянного тока (100-250) В при отключенных от устройства всех внешних проводов.

Для РП4-У-М1: произвести измерение сопротивления изоляции поочередно между корпусом и клеммами 1, 8, 12, 13, 16, 19, 20, 24 и поочередно между клеммой 1 и клеммами 4, 8, 13, между клеммой 8 и клеммами 12, 13, 16, 19, 20, 24, между клеммами 12 и 16, 16 и 20, 20 и 24.

Для РП4-Т-М1: произвести измерение сопротивления изоляции поочередно между корпусом и клеммами 1, 8, 13, 19, поочередно между клеммой 1 и клеммами 8, 13, 19, между клеммой 8 и клеммами 12, 13, 19, между клеммами 12 и 25.

Для РП4-П-М1: произвести измерение сопротивления изоляции поочередно между корпусом и клеммами 1, 8, 13, 19, поочередно между клеммой 1 и клеммами 8, 13, 19, поочередно между клеммой 8 и клеммами 13, 19.

Отсчет показаний по мегаомметру производить по истечении одной минуты после приложения напряжения.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МΩ.

3.2.6 Балансировку устройства производить после предварительного прогрева в течение 0,5 h. Балансировку производить следующим образом.

3.2.6.1 В исходном состоянии на панели управления органы для установки параметров должны быть в следующих положениях:

- "Δ" – "0,2";
- "α_п" – "5";
- "t_и" – "0,1";
- "α" – "0";
- "Т_ф" – "0";
- "τ_и" – "5".

Исходное состояние схемы проверки:

- переключатели S1, S2, S4-S6 – разомкнуты;
- переключатель S3 – замкнут;
- ручка потенциометра R1 – в среднем положении.

Для устройства РП4-Т-М1 закоротить перемычкой клеммы 26, 25. В устройстве РП4-У-М1 соединить перемычками клеммы 12, 29 и 14, 27. В устройстве РП4-П-М1 исполнений –12, -13, -20 соединить перемычкой клеммы 5 и 15.

3.2.6.2 К контрольным гнездам "0" и "Y1" подключить прибор P1 (шкала 1,5 V и органами "КОРРЕКТР" или "ЗАДАНИЕ" для РП4-У-М1 добиться нулевых показаний прибора P1.

3.2.6.3 Подключить прибор P1 к контрольным гнездам "0" и "Y3". Добиться нулевого показания прибора P1 путем вращения оси переменного резистора, расположенного на шасси устройства (приложение Ж):

- для РП4-У-М1 – резистора R56;
- для РП4-Т-М1 – резистора R55;
- для РП4-П-М1 – резистора R34.

3.2.6.4 Подключить прибор P1 к контрольным гнездам "0" и "Y2". Добиться нулевых показаний прибора P1 путем вращения оси переменного резистора, расположенного на шасси устройства:

- для РП4-У-М1 – резистора R50;
- для РП4-Т-М1 – резистора R59;
- для РП4-П-М1 – резистора R38.

При сбалансированном устройстве индикаторы на передней панели не должны светиться.

П р и м е ч а н и е – Перед каждым измерением параметров и после измерений органы для установки параметров на панели управления, а также коммутирующие элементы схемы проверки устанавливать в исходное положение (3.2.6.1). Органы "КОРРЕКТОР" в устройствах РП4-Т-М1, РП4-П-М1, "ЗАДАНИЕ" в РП4-У-М1 – в положения, при которых напряжение на контрольных гнездах "0" и "Y1" равно нулю.

3.2.7 Проверку максимального значения зоны нечувствительности производить следующим образом.

3.2.7.1 Установить орган "Δ" в положение "2 %". К контрольным гнездам "0" и "Y1" подключить прибор P1 (шкала 1,5 V). Замкнуть переключатель S1. Плавно вращая ручку потенциометра R1 в соответствующем направлении, зафиксировать по прибору P1 значение напряжения срабатывания X_{cp}^M в вольтах, при котором загорается индикатор "М" на передней панели.

3.2.7.2 Плавно вращая ручку потенциометра R1 в противоположном направлении, зафиксировать по прибору P1 значение напряжения срабатывания X_{cp}^B в вольтах, при котором загорается индикатор "Б".

3.2.7.3 Величину максимального значения зоны нечувствительности в процентах определить по формуле:

$$\Delta_{max} = (X_{cp}^M + X_{cp}^B) \cdot 10 \quad (12)$$

3.2.7.4 В расчет принять среднее значение из трех измерений. Значение зоны нечувствительности должно быть в пределах (1,6-2,4) %.

3.2.8 Проверку выходного напряжения производить следующим образом.

Замкнуть переключатель S1. Вращением оси потенциометра R1 в соответствующем направлении добиться срабатывания устройства по направлению "М". Прибором P1 (шкала 30 V) произвести измерение напряжения на клеммах 7 и 8 устройства.

Вращением оси потенциометра R1 в противоположном направлении добиться срабатывания устройства по направлению "Б". Прибором P1 измерить напряжение на клеммах 8 и 9 устройства.

Выходные напряжения должны быть в пределах (21,6-26,4) V.

3.2.9 Проверку предельных значений коэффициента передачи производить следующим образом.

3.2.9.1 Подключить прибор P1 к контрольным гнездам "0" и "Y1". Замкнуть переключатель S1. Вращением ручки потенциометра R1 в соответствующем направлении установить по прибору P1 напряжение 0,4 V полярности, при которой светится индикатор "M". Переключатель S1 разомкнуть.

3.2.9.2 Установить на панели управления орган " α_n " в положение "5", орган " τ_n " в положение максимального значения. В схеме проверки переключатель S2 установить в положение "1", переключатель S3 – разомкнуть.

3.2.9.3 Замкнуть переключатель S1. По секундомеру РС зафиксировать длительность первого импульса t_1^M в секундах.

Верхнее предельное значение коэффициента передачи в s / % для направления "M" работы устройства определить по формуле:

$$\alpha_{n \max}^M = t_1^M / 4 \quad (13)$$

В расчет принять среднее значение из трех измерений.

П р и м е ч а н и е – Перед каждым измерением коэффициента передачи переключатель S3 устанавливать в замкнутое положение на (1-2) min, после чего устанавливать в требуемое положение.

3.2.9.4 По методике 3.2.9.1 по прибору P1 установить напряжение 0,4 V противоположной полярности, при которой светится индикатор "B". Переключатель S2 установить в положение "2".

3.2.9.5 По методике 3.2.9.2, 3.2.9.3 определить верхнее предельное значение коэффициента передачи $\alpha_{n \max}^B$ для направления "B" работы устройства.

Верхнее предельное значение коэффициента передачи для каждого направления работы должно быть в пределах (4-6) s/%.

3.2.9.6 Установить на панели управления орган " α_n " в положение "0,5", орган " τ_n " – положение максимального значения, переключатель S2 – в положение "1".

3.2.9.7 По методике 3.2.9.3 - 3.2.9.5 определить нижнее предельное значение коэффициентов передачи $\alpha_{n \min}^M$, $\alpha_{n \min}^B$. Если при этом возникают автоколебания, что фиксируется по поочередному загоранию индикаторов "M" и "B", то орган " Δ " установить в положение, при котором автоколебания исчезают, и измерение t_1^M производить при отсутствии автоколебаний.

Нижнее предельное значение коэффициента передачи должно быть в пределах (0,4-0,6) s / %.

3.2.10 Проверку предельных значений постоянной времени интегрирования производить следующим образом.

3.2.10.1 Замкнуть переключатель S1. К контрольным гнездам "0" и "Y1" подключить прибор P1. Ручкой потенциометра R1 установить по прибору P1 сигнал 0,4 V полярности, при которой светится индикатор "M". Переключатель S1 разомкнуть.

3.2.10.2 На панели управления установить орган " α_n " в положение "0,5", орган " τ_n " – в положение максимального значения, переключатель S2 – в положение "1", переключатель S3 – в разомкнутое положение.

3.2.10.3 Замкнуть переключатель S1. Зафиксировать по секундомеру РС длительность первого импульса t_1 в секундах. За время t_1 принять среднее значение из трех измерений.

П р и м е ч а н и е – Перед каждым измерением длительности первого импульса переключатель S3 устанавливать на время (1-2) min в замкнутое положение, затем возвращать в требуемое положение.

3.2.10.4 Не отключая входного сигнала переключателем S1, отключить переключатель S2, сбросить показания секундомера РС. По световому индикатору "М" наблюдать за чередованием импульсов и пауз. Во время паузы перевести переключатель S2 в положение "1". В момент появления импульса включить механический секундомер. Когда пройдет не менее 10 импульсов или показания механического секундомера будут не менее 30 s, во время паузы переключатель S2 разомкнуть.

В момент появления следующего импульса, фиксируемого по световому индикатору "М", выключить механический секундомер.

3.2.10.5 Значение постоянной времени интегрирования $\tau_{и\ max}^M$ определить по формуле:

$$\tau_{и\ max}^M = t_1^M \cdot nT / nt_{и}, \quad (14)$$

где $\tau_{и\ max}^M$ – постоянная времени интегрирования, s;
 t_1^M – длительность первого импульса, s;
 nT – показание механического секундомера, s;
 $nt_{и}$ – показание электрического секундомера, s;
 n – число импульсов.

За постоянную времени интегрирования принять среднее значение из трех измерений.

3.2.10.6 Установить орган " $\tau_{и}$ " в положение минимального значения $\tau_{и}$, переключатель S4 в замкнутое положение. По методике 3.2.10.4, 3.2.10.5 определить нижнее предельное значение постоянной времени интегрирования $\tau_{и\ min}^M$.

3.2.10.7 По методике 3.2.10.1-3.2.10.6 определить предельные значения постоянной времени интегрирования $\tau_{и\ max}^B$ и $\tau_{и\ min}^B$ для направления "Б" работы устройства, при сигнале 0,4 V противоположной полярности и установке переключателя S2 в положение "2".

3.2.10.8 Предельные значения постоянной времени интегрирования должны быть в пределах:

- верхнее предельное значение (400-600) s для $\tau_{и} = 500$ s и (1600-2400) s для $\tau_{и} = 2000$ s;
- нижнее предельное значение (4-6) s для $\tau_{и} = 5$ s и (16-24) s для $\tau_{и} = 20$ s.

3.2.11 Проверку дистанционной дискретной подстройки α_n и $\tau_{и}$ производить следующим образом.

3.2.11.1 Пересоединить переключатель S4 на контакты 4 и 5 колодки X3. Установить переключатель S5 в положение "1". При этом включится вторая ступень подстройки α_n и $\tau_{и}$.

3.2.11.2 По методике 3.2.9 определить предельные значения, коэффициента передачи для второй ступени подстройки, устанавливая в указанные в методике положения органы " α_n II ступ." и " $\tau_{и}$ II ступ.", расположенные на плате дискретной подстройки (приложение Ж).

Максимальное значение коэффициента передачи должно быть в пределах (3,5-6,5) s / %, минимальное значение (0,35-0,65) s / %.

3.2.11.3 По методике 3.2.11.1 и 3.2.10 определить предельные значения постоянной времени интегрирования для второй ступени подстройки, устанавливая в указанные в методике положения органы " α_n II ступ." и " $\tau_{и}$ II ступ."

Максимальное значение постоянной времени интегрирования должно быть в пределах:

- (350-650) s для $\tau_{и} = 500$ s и (2400-2600) s для $\tau_{и} = 2000$ s;

Минимальное значение постоянной времени интегрирования должно быть в пределах:

- (3,5-6,5) s для $\tau_{и} = 5$ s и (14,5-26) s для $\tau_{и} = 20$ s.

3.2.11.4 Пересоединить переключатель S4 на контакты 7 и 8 колодки X3.

Установить переключатель S5 в положение "2". При этом включится третья ступень подстройки.

3.2.11.5 По методике 3.2.11.2, 3.2.11.3 определить предельные значения коэффициента передачи и постоянной времени интегрирования для третьей ступени подстройки.

Пересоединить переключатель S4 на контакты 1 и 2 колодки X3.

3.2.12 Проверку дистанционной аналоговой подстройки и $\tau_{и}$ производить следующим образом.

3.2.12.1 Подсоединить входы аналоговой подстройки (клеммы 11, 13, 15) в соответствии с приложением У.

3.2.12.2 По методике 3.2.9 определить нижнее предельное значение коэффициента передачи $\alpha_{п \text{ min}}$.

Установить переключатель S6 в положение "2". От источника G установить по прибору P2 входной сигнал подстройки $X\alpha_{п}$ равным 10 V.

По методике 3.2.9 определить значение коэффициента передачи $\alpha_{п \text{ подстр.}}$ при установке органа " $\alpha_{п}$ " в положение "0,5". Определить кратность подстройки $\alpha_{п \text{ подстр.}} / \alpha_{п \text{ min}}$. Кратность должна быть в пределах 8-12. Установить переключатель S6 в разомкнутое положение.

3.2.12.3 По методике 3.2.10 определить нижнее предельное значение постоянной времени интегрирования $\tau_{и \text{ min}}$.

Не отключая входного сигнала переключателем S1, установить переключатель S6 в положение "1". От источника G установить по прибору P2 сигнал подстройки $X\tau_{и}$ равным 10 V. По методике 3.2.10.6, 3.2.10.4, 3.2.10.5 определить значение постоянной времени интегрирования $\tau_{и \text{ подстр.}}$. Определить кратность подстройки $\tau_{и \text{ подстр.}} / \tau_{и \text{ min}}$. Кратность должна быть в пределах 8-12.

Установить переключатель S6 в разомкнутое положение.

3.2.12.4 По методике 3.2.10.1-3.2.10.3 определить длительность первого импульса. Установить переключатель S4 в замкнутое положение и по методике 3.2.10.4 определить значение постоянной времени интегрирования. Значение $\tau_{и}$ должно быть в пределах: (40-60) s для $\tau_{и} = 20$ s и (160-240) s для $\tau_{и} = 200$ s. Установить переключатель S6 в положение "1". Установить от источника G по прибору P2 сигнал подстройки $X\tau_{и}$ равным 10 V.

По методике 3.2.10.4 определить значение постоянной времени интегрирования $\tau_{и \text{ подстр.}}$. Определить кратность подстройки $\tau_{и \text{ подстр.}} / \tau_{и \text{ min}}$. Кратность должна быть в пределах 8-12.

3.3 Возможные неисправности и способы их устранения

3.3.1 Причинами выхода устройств из строя могут быть:

- отключение напряжения питания;
- обрыв проводников гибкого ленточного жгута, соединяющего шасси с клеммной колодкой;
- нарушение контактов выходной розетки;

- неисправности вследствие выхода из строя микросхем, диодов, транзисторов, резисторов, конденсаторов, трансформаторов, нарушение контактов в потенциометрах;

- другие внутренние повреждения.

3.3.2 Отключения напряжения питания обнаруживается замером напряжения 220 V между клеммами 1 и 2 на клеммной колодке устройства.

Обрыв проводников, нарушение паянных соединений обнаруживаются с помощью омметра при выключенном напряжении питания. Выход элементов из строя, нарушения работы разных цепей определяются путем измерения режимов работы устройства, руководствуясь принципиальными схемами (приложения И, К, Л, М), чертежами печатных плат (приложения В, Г, Д) и подразделом "Проверка технического состояния и измерение параметров". Перечень возможных неисправностей и методы их устранения представлены в таблице 5.

Режимы работы устройств приведены в таблице 6.

Таблица режимов приведена для сбалансированного устройства в соответствии с подразделом "Проверка технического состояния и измерение параметров". Измерения режимов проводить при напряжении питания $(220 \pm 4,4)$ V.

Технические характеристики намоточных изделий приведены в таблицах 7 и 8.

4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

4.1 Устройства транспортируются в упаковке предприятия-изготовителя любым видом крытого транспорта (авиационным – в отапливаемых герметизированных отсеках) в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

4.2 Условия хранения устройств в упаковке – 1 по ГОСТ 15150-69.

5 УТИЛИЗАЦИЯ

5.1 Устройство не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды и подлежит утилизации после окончания срока службы по технологии, принятой на предприятии, эксплуатирующем устройство.

Таблица 5 – Перечень неисправностей

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ обнаружения и метод устранения
1 При вращении ручки задатчика в обе стороны ни один из индикаторов "Б", "М" не светится напряжение на клеммах 7-8 и 8-9 не появляется.	Отсутствует напряжение на первичных обмотках трансформатора, неисправна цепь выходного напряжения, неисправны индикаторы.	Проверить режимы работы устройства по таблице режимов. Проверить цепи питания, надежность соединения гибкого жгута с общей печатной платой.
2 Внешним задатчиком устройство не балансируется (светится постоянно один из индикаторов "М", "Б").	Неисправна входная часть, суммирующий усилитель регулирующей части схемы или трехпозиционный нуль-орган.	Проконтролировать прохождение сигнала по контрольным гнездам "0" и "Y1", "0" и "Y2", заменить неисправный элемент.
3 При изменении положения внешнего задатчика на контрольных гнездах "0" и "Y1" нуль не устанавливается.	Неисправна входная часть, цепи питания или элемент входной части.	Проверить режимы работы входной части, определить и заменить неисправный элемент.
4 По контрольным гнездам "0" и "Y1" нуль устанавливается, а по контрольным гнездам "0" и "Y2" не устанавливается	Неисправен суммирующий усилитель регулирующей части, обрыв в цепи демпфера, неисправен усилитель в цепи обратной связи.	Проверить исправность цепей демпфера, напряжение питания, отсутствие сигнала на контрольных гнездах "0" и "Y3". Заменить неисправный элемент.
5 По контрольным гнездам "0" и "Y1"; "0" и "Y2" нуль устанавливается, но индикатор продолжает светиться.	Неисправен один из каналов трехпозиционного нуль-органа.	Проверить режимы работы нуль-органа по контрольным точкам (КТ) по таблице режимов. Определить неисправную цепь или элемент и заменить его.
6 Импульсная характеристика не формируется при введении органа " α_n " и " τ_n ", правильной установки перемычек на колодке ХЗ и разбалансировании устройства.	Неисправна цепь отрицательной обратной связи.	Проверить цепь прохождения сигнала в цепь обратной связи, проверить по контрольным гнездам "0" и "Y3" изменение выходного сигнала обратной связи. Проверить цепи резисторов " α_n ", " τ_n ".

Окончание таблицы 5

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ обнаружения и метод устранения
7 При введении ручки "t _и " длительность импульса не изменяется.	Неисправен потенциометр для установки "t _и ", неисправность во внешних его цепях.	Заменить неисправный потенциометр. Проверить омметром внешние цепи.
8 Не работает аналоговая подстройка α_n или $\tau_{и}$. Без подстройки импульсная характеристика формируется.	Не доходят сигналы подстроек X_{α_n} или $X_{\tau_{и}}$ до входов подстройки. Неисправна одна из микросхем А1, А2, D на плате аналоговой подстройки.	Проверить прохождение сигналов по гнездам на плате подстройки. Убедиться при помощи осциллографа в наличии генерации на коллекторе V7 при сигнале $X_{\tau_{и}}$, V8 при сигнале X_{α_n} . При отсутствии генерации заменить неисправный элемент А1, А2 или V7, V8.
9 Не работает дискретная подстройка α_n и $\tau_{и}$. Без сигналов подстройки импульсная характеристика формируется.	Обрыв во входной цепи II или III ступеней. Неисправно реле К1, К2 на плате дискретной подстройки, отсутствует напряжение питания.	Измерить напряжение на конденсаторе С (рисунок Г.1). Проверить исправность входных цепей омметром. Заменить неисправный элемент.

Таблица 6 – Режимы работы устройств

Наименование измеряемой величины	Тип	Величина	Обозначение элемента в схеме			Измерительный прибор
			РП4-У-М1	РП4-Т-М1	РП4-П-М1	
1 Напряжение обмоток трансформатора. Выводы: 1-2 4-5-11 14-15 16-17 12-13	переменное " " " "	(220±4) V 2·(18±1) V (29±2) V (17±2) V (29±2) V	Т	Т	Т3	Вольтметр переменного тока класса 2,5; внутреннее сопротивление не менее 5 кΩ/V
2 Напряжение обмоток трансформатора. Выводы: 1-2 4-5 6-7 8-9-10 11-12-13 14-15-16 17-18	переменное " " " " " "	(220±4) V (12±1,2) V (12±1,2) V 2·(6±0,6) V 2·(6±0,6) V 2·(0,6±0,1) V (28±2) V	-	-	Т2	Вольтметр переменного тока класса 2,5; внутреннее сопротивление не менее 5 кΩ/V
3 Напряжение на конденсаторах	постоянное " " "	(22±2) V (23±2) V (37±3) V (50±5) V	- С7, С10 С3 С	С1 С10, С12, С14, С15 С7 С	- С10, С12, С14, С15 С7 С	Вольтметр постоянного тока, класс 2,5; внутреннее сопротивление не менее 5 кΩ/V

Продолжение таблицы 6

Наименование измеряемой величины	Тип	Величина	Обозначение элемента в схеме			Измерительный прибор
			РП4-У-М1	РП4-Т-М1	РП4-П-М1	
4 Напряжение на стабилизаторах	постоянное	$(12 \pm 1,2) \text{ V}$	V8, V10	V4, V6, V14, V15	V4, V5, V9, V10	Вольтметр постоянного тока, класс 2,5; внутреннее сопротивление не менее $5 \text{ k}\Omega/\text{V}$
	"	$(9 \pm 0,9) \text{ V}$	V2, V3	V7	-	
	"	$(7 \pm 0,7) \text{ V}$	-	V3	-	
	"	$(3,3 \pm 0,33) \text{ V}$	V4	V9, V10	-	
	Амплитуда двухполярных прямоугольных импульсов	$\pm (7 \pm 0,7) \text{ V}$	V9	V17	-	Осциллограф $R_{\text{вх}} = 1 \text{ M}\Omega$
5 Напряжение на контрольных точках	постоянное	$+(11 \pm 1,2) \text{ V}$	КТ4-КТ1	КТ4-КТ5	C12	Вольтметр постоянного тока, класс 2,5; внутреннее сопротивление не менее $5 \text{ k}\Omega/\text{V}$
	"	$-(11 \pm 1,2) \text{ V}$	КТ5-КТ1	КТ6-КТ5	C13	
	"	$+(11 \pm 1,2) \text{ V}$	КТ7-КТ1	КТ8-КТ5	КТ7-КТ4	
	"	$-(11 \pm 1,2) \text{ V}^*$	То же	То же	То же	
	"	$-(11 \pm 1,2) \text{ V}$	КТ6-КТ1	КТ7-КТ5	КТ6-КТ4	
	"	$+(11 \pm 1,2) \text{ V}^*$	То же	То же	То же	
	"	0 V	КТ8-КТ1	КТ9-КТ5	КТ8-КТ6	
	"	$+(7 \pm 0,7) \text{ V}^{*Б}$	То же	То же	То же	
	"	$-(7 \pm 0,7) \text{ V}^{*М}$	"	"	"	
Амплитуда двухполярных пикообразных импульсов	$(11 \pm 1,2) \text{ V}$	КТ1-КТ2	КТ3-КТ5	-	Осциллограф $R_{\text{вх}} = 1 \text{ M}\Omega$	

Окончание таблицы 6

Наименование измеряемой величины	Тип	Величина	Обозначение элемента в схеме			Измерительный прибор	
			РП4-У-М1	РП4-Т-М1	РП4-П-М1		
6 Напряжение на клеммной колодке	постоянное	$(7\pm 0,7) \text{ V}$	-	29(30)-27, 29(30)-28	-	Ламповый вольтметр	
		"	17-21	-	-		
		"	$(18\pm 1,8) \text{ V}$	-	17-21		-
		"	$(24\pm 2,4) \text{ V}$	-	17-24, 17-25		-
		"	$(12\pm 1,2) \text{ V}$	8-10	8-10		8-10
		"	$(29\pm 3) \text{ V}$	13-15	13-15		13-15
	переменное	"	$(50\pm 5) \text{ V}$	-	-	12-14, 16-18, 20-24, 26-30	Вольтметр переменного тока класса 2,5; внутреннее сопротивление не менее $5 \text{ k}\Omega/\text{V}$
		"	$(12\pm 1,2) \text{ V}$	-	-	17-21	
		"	$(1\pm 0,2) \text{ V}$	-	-	26-28-30, 20-22-24	
		"	$2\cdot(6\pm 0,6) \text{ V}$	-	-		

* Величины, измеренные при срабатывании устройства

Таблица 7 – Технические данные трансформаторов

Номера выводов	Число витков	Данные провода		Сопротивление, Ω
Трансформатор силовой Т – в РП4-У-М1, РП4-Т-М1, Т3 – в РП4-П-М1				
1-2	2300 \pm 10 (220 V)	ПЭВ-2	0,16	200 \pm 10
	2500 \pm 10 (240V)	"	"	210 \pm 10
3	один слой	"	"	-
4-5-11	2 · (210 \pm 2)	"	0,18	19 \pm 2
12-13	350 \pm 5	"	0,355	9 \pm 1
14-15	340 \pm 5	"	0,14	54 \pm 5
16-17	200 \pm 2	"	"	33 \pm 3
Трансформатор силовой Т2 – в РП4-П-М1				
1-2	2300 \pm 10 (220 V)	ПЭВ-2	0,16	200 \pm 10
	2500 \pm 10 (240 V)	"	"	210 \pm 10
3	один слой	"	"	-
4-5	143 \pm 2	"	0,224	8 \pm 1
6-7	143 \pm 2	"	"	8 \pm 1
8-9-10	(70 \pm 2) · 2	"	0,353	(2 \pm 0,2) · 2
11-12-13	(70 \pm 2) · 2	"	0,33	(2 \pm 0,2) · 2
14-15-16	(6,5 \pm 0,5) · 2	"	0,355	(0,3 \pm 0,1) · 2
17-18	295 \pm 10	"	0,112	80 \pm 8
Трансформатор согласующий Т1 – из РП4-П-М1				
1-5	4000	ПЭВ-2	0,08	620 \pm 50
3-7	4000	"	"	800 \pm 50

Таблица 8 – Технические данные дросселя L в РП4-У-М1, РП4-Т-М1

Номера выводов	Число витков	Данные провода		Входной сигнал
1-2	1000 \pm 2	ПЭТВЛ-2	0,071	0-5 mA 0-20 mA
19-20	1000 \pm 2	"	0,071	0-5 mA 0-20 mA
3-4	600 \pm 1	"	0,071	0-5 mA 0-20 mA
17-18	600 \pm 1	"	0,071	0-5 mA 0-20 mA
7-8	400 \pm 1	"	0,071	0-5 mA
9-10	400 \pm 1	"	0,071	0-5 mA
	100 \pm 1	"	0,1	0-20 mA
11-12	400 \pm 1	"	0,071	0-5 mA
	100 \pm 1	"	0,1	0-20 mA
13-14	400 \pm 1	"	0,071	0-5 mA
	100 \pm 1	"	0,1	0-20 mA

Приложение А
(обязательное)
Исполнения устройств РП4-М1

Таблица А.1

Наименование	Обозначение исполнения	Вид исполнения	Напряжение питания, V	Входной сигнал	Постоянная времени интегрирования, s	Наличие и вид дистанционной подстройки	Тип датчика
Устройство регулирующее РП4-У-М1	ЯЛБИ.421212.001-00	УХЛ, общепром	220	(0-5) mA, (0-10) V	5-500	Без подстройки	Унифицированный, постоянного тока
	ЯЛБИ.421212.001-01	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-24	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-36	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.001-02	УХЛ, общепром	220	(0-20), (4-20) mA			
	ЯЛБИ.421212.001-03	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-25	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-37	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.001-04	УХЛ, общепром	220	(0-5) mA, (0-10) V	20-2000		
	ЯЛБИ.421212.001-05	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-26	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-38	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.001-06	УХЛ, общепром	220				
	ЯЛБИ.421212.001-07	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-27	УХЛ, экспорт	220	(0-20), (4-20) mA			
	ЯЛБИ.421212.001-39	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.001-08	УХЛ, общепром	220		(0-5) mA, (0-10) V	5-500	
	ЯЛБИ.421212.001-09	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-28	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-40	О, экспорт	240				
ЯЛБИ.421212.001-10	УХЛ, общепром	220					
ЯЛБИ.421212.001-11	О, экспорт	220					
ЯЛБИ.421212.001-29	УХЛ, экспорт	220	(0-20), (4-20) mA				
ЯЛБИ.421212.001-41	О, экспорт	240					

Продолжение таблицы А.1

Наименование	Обозначение исполнения	Вид исполнения	Напряжение питания, V	Входной сигнал	Постоянная времени интегрирования, s	Наличие и вид дистанционной подстройки	Тип датчика
Устройство регулирующее РП4-У-М1	ЯЛБИ.421212.001-12	УХЛ, общепром	220	(0-5) mA, (0-10) V	20-2000	Дискретная подстройка	Унифицированный, постоянного тока
	ЯЛБИ.421212.001-13	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-30	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-42	О, экспорт	240	(0-20), (4-20) mA			
	ЯЛБИ.421212.001-14	УХЛ, общепром	220				
	ЯЛБИ.421212.001-15	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-31	УХЛ, экспорт	220	(0-5) mA, (0-10) V	5-500		
	ЯЛБИ.421212.001-43	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.001-16	УХЛ, общепром	220				
	ЯЛБИ.421212.001-17	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-32	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-44	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.001-18	УХЛ, общепром	220	(0-20), (4-20) mA	20-2000		
	ЯЛБИ.421212.001-19	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-33	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-45	О, экспорт	240	(0-5) mA, (0-10) V			
	ЯЛБИ.421212.001-20	УХЛ, общепром	220				
	ЯЛБИ.421212.001-21	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.001-34	УХЛ, экспорт	220	(0-20), (4-20) mA			
	ЯЛБИ.421212.001-46	О, экспорт	240				
ЯЛБИ.421212.001-22	УХЛ, общепром	220					
ЯЛБИ.421212.001-23	О, экспорт	220					
ЯЛБИ.421212.001-35	УХЛ, экспорт	220	240				
ЯЛБИ.421212.001-47	О, экспорт	240					

Продолжение таблицы А.1

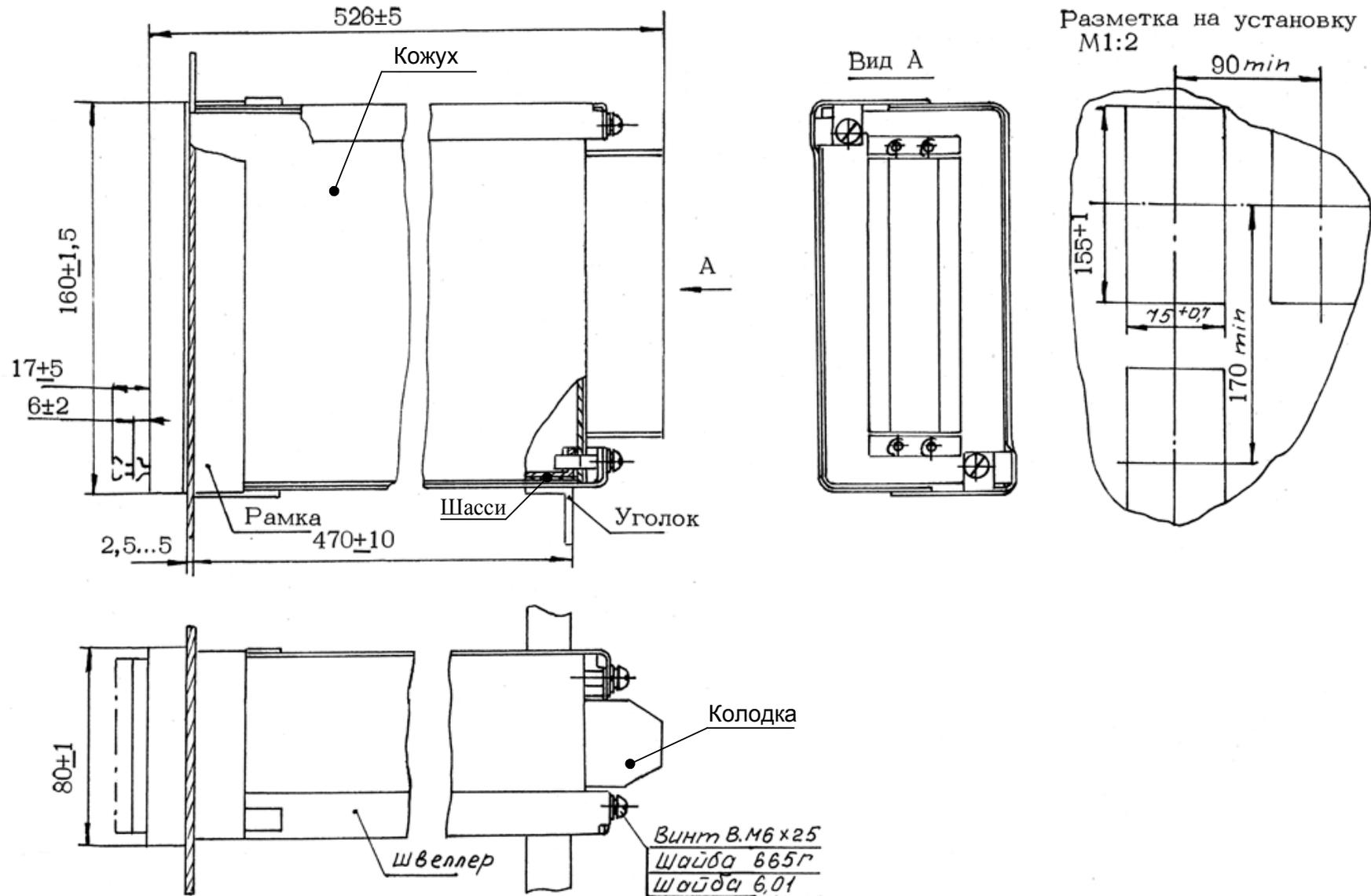
Наименование	Обозначение исполнения	Вид исполнения	Напряжение питания, V	Входной сигнал	Постоянная времени интегрирования, s	Наличие и вид дистанционной подстройки	Тип датчика	
Устройство регулирующее РП4-П-М1	ЯЛБИ.421212.002-00	УХЛ, общепром	220	(10-0-10) мН, (1-0-1) V, (0-2) V	5-500	Без подстройки	Дифференциально-трансформаторные, ферродинамические ПФ2, ПФ4, индуктивные	
	ЯЛБИ.421212.002-12							
	ЯЛБИ.421212.002-01	О, экспорт	220					20-2000
	ЯЛБИ.421212.002-13							
	ЯЛБИ.421212.002-14	УХЛ, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-20							
	ЯЛБИ.421212.002-21	О, экспорт	240					
	ЯЛБИ.421212.002-02	УХЛ, общепром	220					
	ЯЛБИ.421212.002-03	О, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-15	УХЛ, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-22	О, экспорт	240					
	ЯЛБИ.421212.002-04	УХЛ, общепром	220					
	ЯЛБИ.421212.002-05	О, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-16	УХЛ, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-23	О, экспорт	240					
	ЯЛБИ.421212.002-06	УХЛ, общепром	220					
	ЯЛБИ.421212.002-07	О, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-17	УХЛ, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-24	О, экспорт	240					
	ЯЛБИ.421212.002-08	УХЛ, общепром	220					
	ЯЛБИ.421212.002-09	О, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-18	УХЛ, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-25	О, экспорт	240					
	ЯЛБИ.421212.002-10	УХЛ, общепром	220					
	ЯЛБИ.421212.002-11	О, экспорт	220					
	ЯЛБИ.421212.002-19	УХЛ, экспорт	220					
ЯЛБИ.421212.002-26	О, экспорт	240						

Окончание таблицы А.1

Наименование	Обозначение исполнения	Вид исполнения	Напряжение питания, V	Входной сигнал	Постоянная времени интегрирования, s	Наличие и вид дистанционной подстройки	Тип датчика
Устройство регулирующее РП4-Т-М1	ЯЛБИ.421212.003-00	УХЛ, общепром	220	(0-50) mV, (0-20) Ω, (0-5) mA	5-500	Без подстройки	Преобразователи термоэлектрические (термопары) ТХК, ТХА, ТПП, ТПР, термопреобразователи сопротивления ТСМ, ТСП, унифицированный, постоянного тока
	ЯЛБИ.421212.003-01	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-12	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-18	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.003-02	УХЛ, общепром	220				
	ЯЛБИ.421212.003-03	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-13	УХЛ, экспорт	220		20-2000		
	ЯЛБИ.421212.003-19	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.003-04	УХЛ, общепром	220				
	ЯЛБИ.421212.003-05	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-14	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-20	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.003-06	УХЛ, общепром	220		5-500	Дискретная подстройка	
	ЯЛБИ.421212.003-07	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-15	УХЛ, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-21	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.003-08	УХЛ, общепром	220				
	ЯЛБИ.421212.003-09	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-16	УХЛ, экспорт	220		20-2000	Аналоговая подстройка	
	ЯЛБИ.421212.003-22	О, экспорт	240				
	ЯЛБИ.421212.003-10	УХЛ, общепром	220				
	ЯЛБИ.421212.003-11	О, экспорт	220				
	ЯЛБИ.421212.003-17	УХЛ, экспорт	220				
ЯЛБИ.421212.003-23	О, экспорт	240					

Приложение Б
(обязательное)

Габаритные и установочные размеры устройства РП4-М1



Приложение В
(обязательное)
Печатные платы устройства РП4-М1

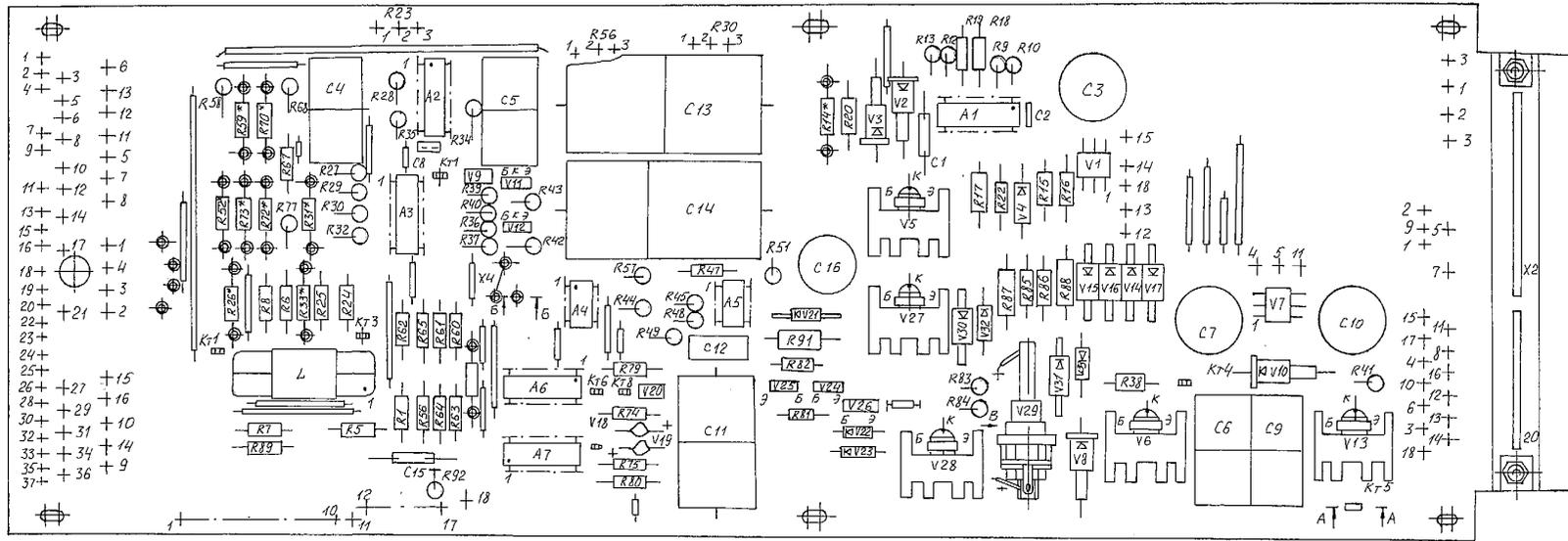


Рисунок В.1 – Плата РП4-У-М1

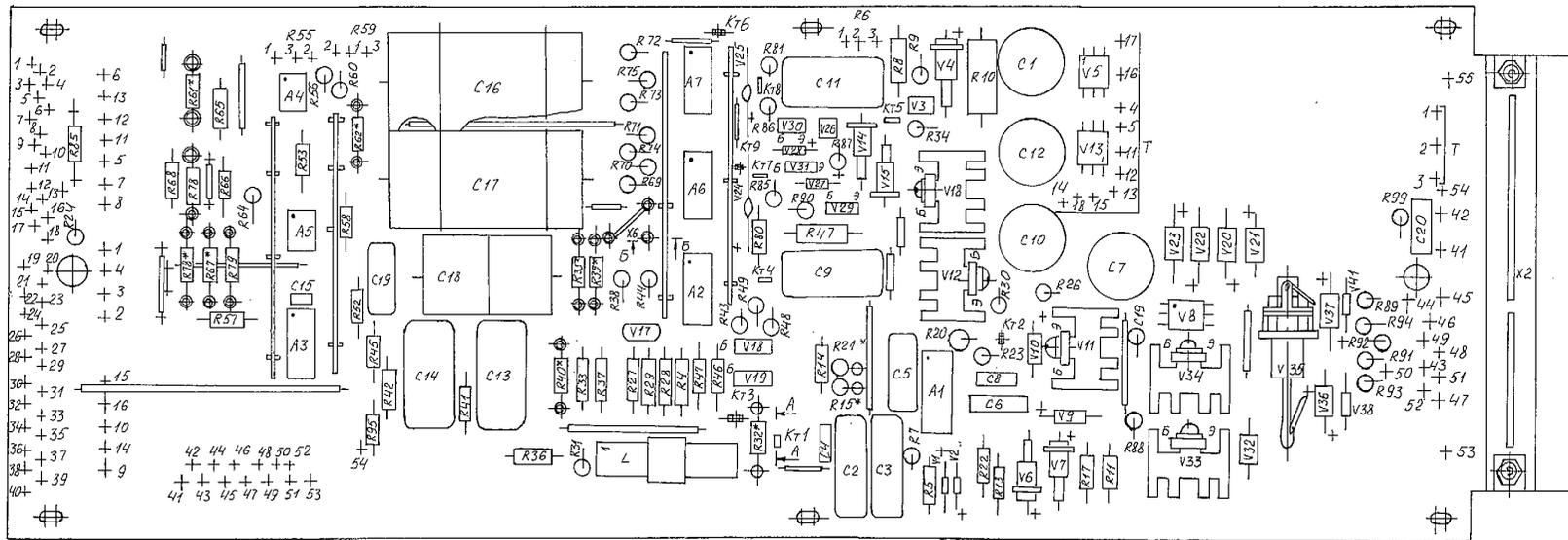
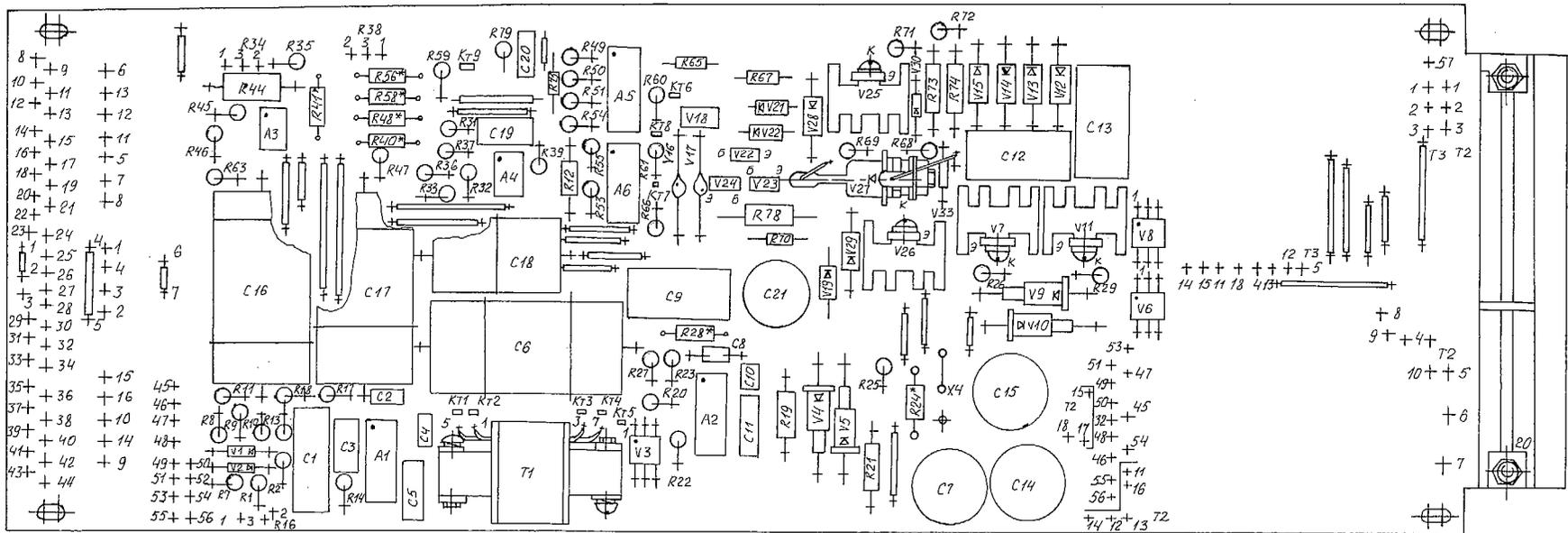


Рисунок В.2 – Плата РП4-Т-М1



Рисунки В.3 – Плата РП4-П-М1

Приложение Г
(обязательное)

Платы подстройки коэффициента передачи α_n и постоянной времени интегрирования τ_n

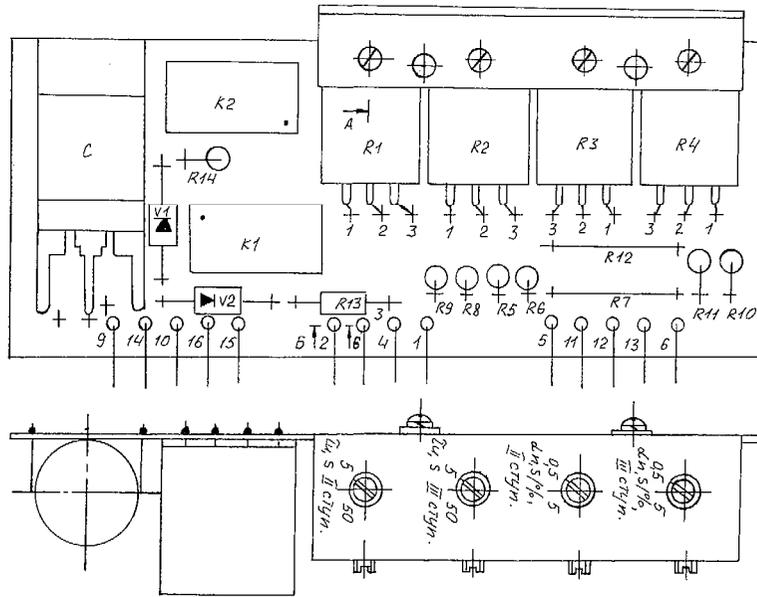


Рисунок Г.1 – Плата дискретной подстройки α_n и τ_n

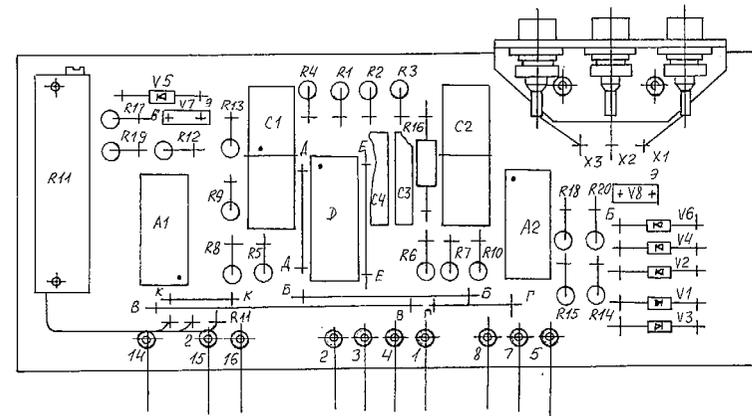


Рисунок Г.2 – Плата аналоговой подстройки α_n и τ_n

Приложение Д
(обязательное)
Платы с колодкой X3

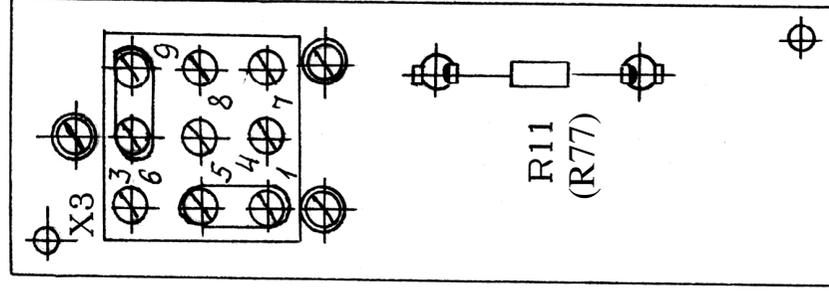


Рисунок Д.1 – Устройство
РП4-У-М1

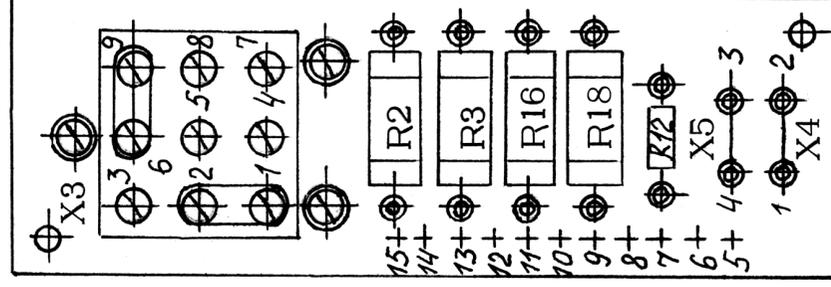


Рисунок Д.2 – Устройство
РП4-Т-М1

Приложение Ж

(обязательное)

Расположение органов установки параметров и подстройки
в устройствах РП4-М1

Резистор балансировки нуля
усилителя обратной связи

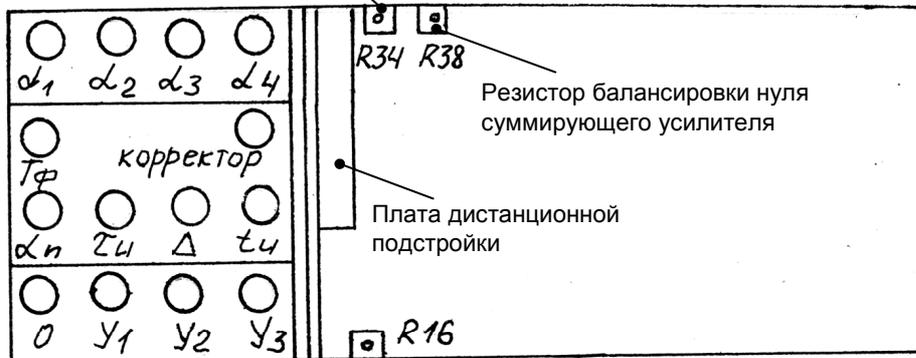


Рисунок Ж.1 – Устройство РП4-П-М1

Резистор балансировки нуля
усилителя обратной связи

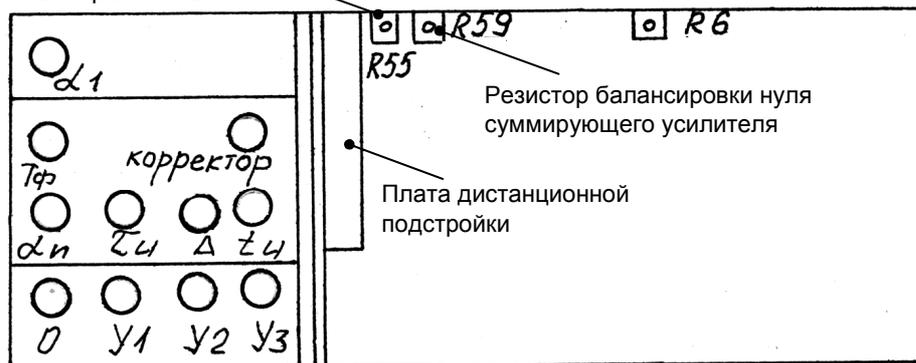


Рисунок Ж.2 – Устройство РП4-Т-М1

Резистор балансировки нуля
усилителя обратной связи

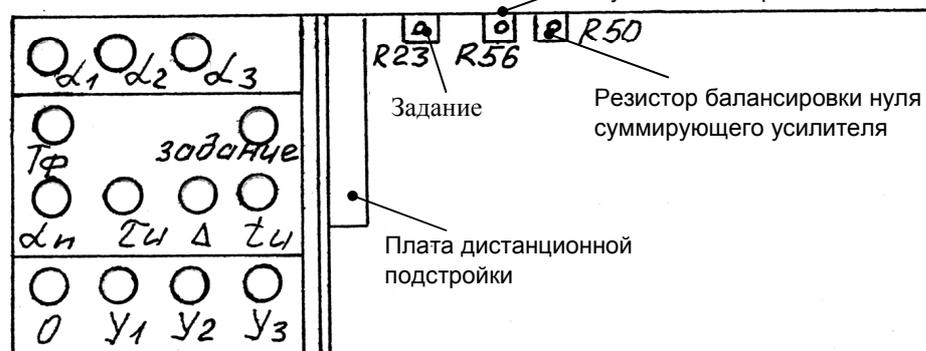
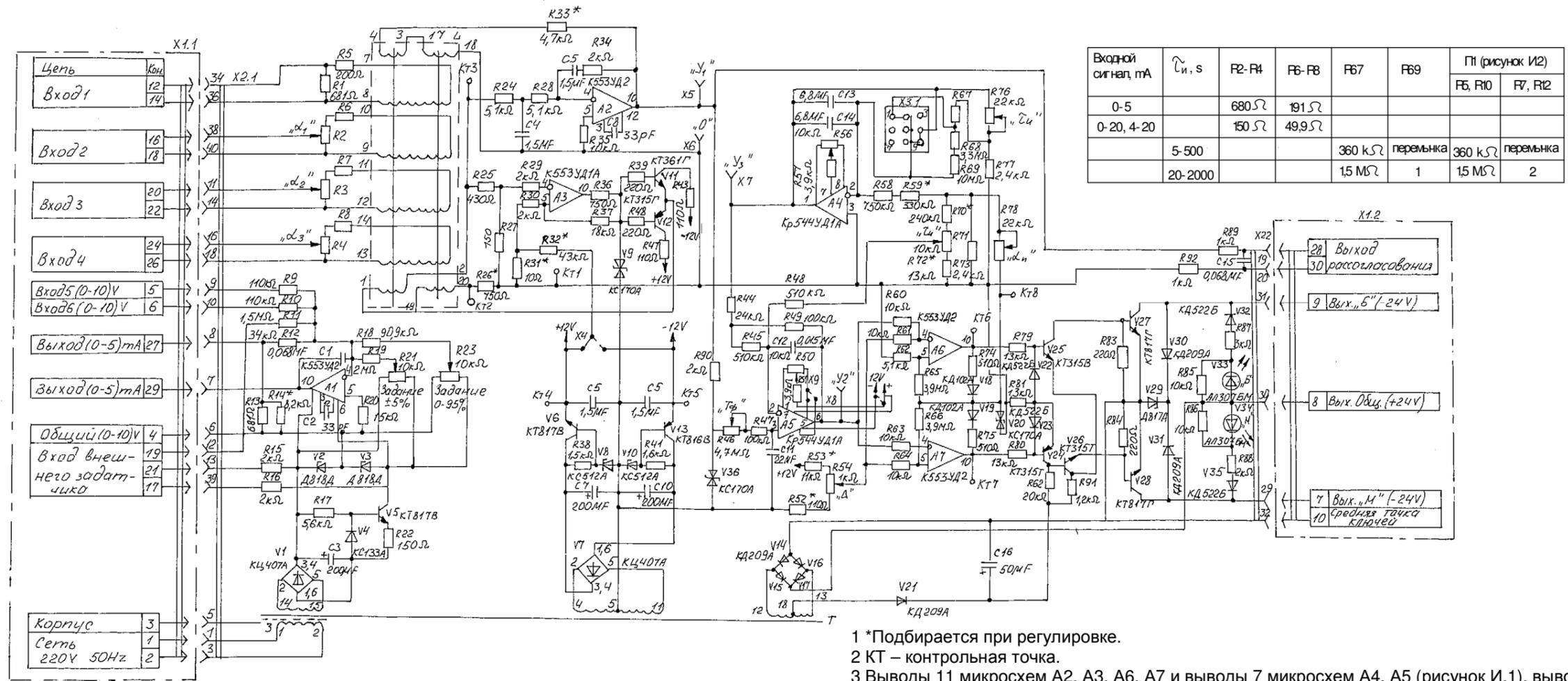


Рисунок Ж.3 – Устройство РП4-У-М1

Приложение И
(обязательное)
Схема электрическая принципиальная устройства РП4-У-М1



- 1 *Подбирается при регулировке.
- 2 КТ – контрольная точка.
- 3 Выводы 11 микросхем А2, А3, А6, А7 и выводы 7 микросхем А4, А5 (рисунок И.1), вывод 12 микросхемы D и выводы 11 микросхем А1, А2 (рисунок И.3) подсоединены к цепи "+12 V".
- 4 Выводы 6 микросхем А2, А3, А6, А7 и выводы 4 микросхем А4, А5 (рисунок И.1), вывод 4 микросхемы D и выводы 6 микросхем А1, А2 (рисунок И.3) подсоединены к цепи "-12 V".

Рисунок И.1 – Исполнение устройства без дистанционной подстройки $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$.

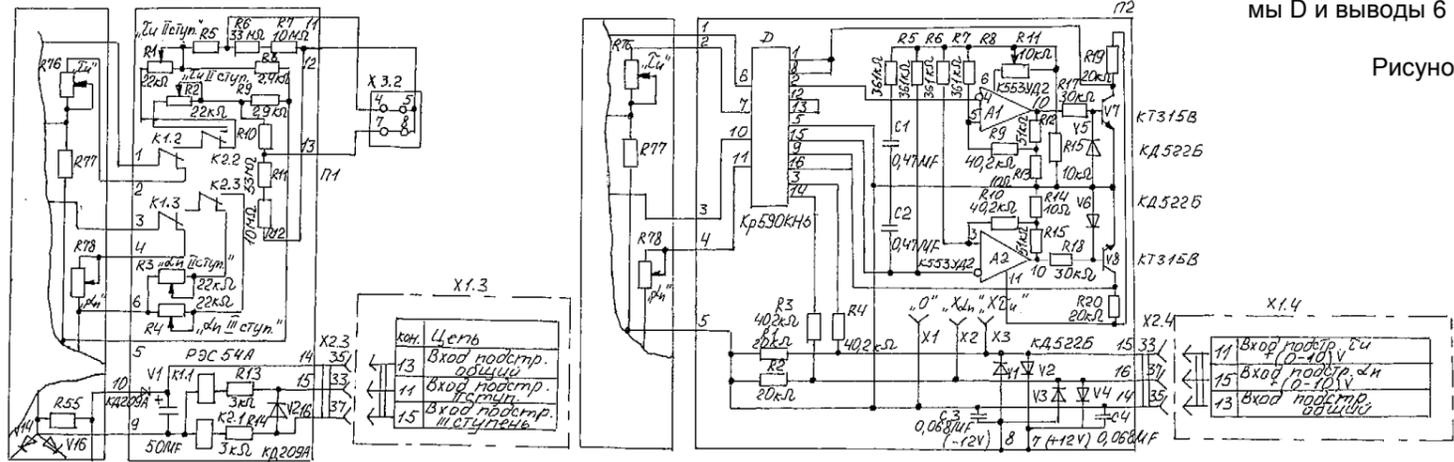
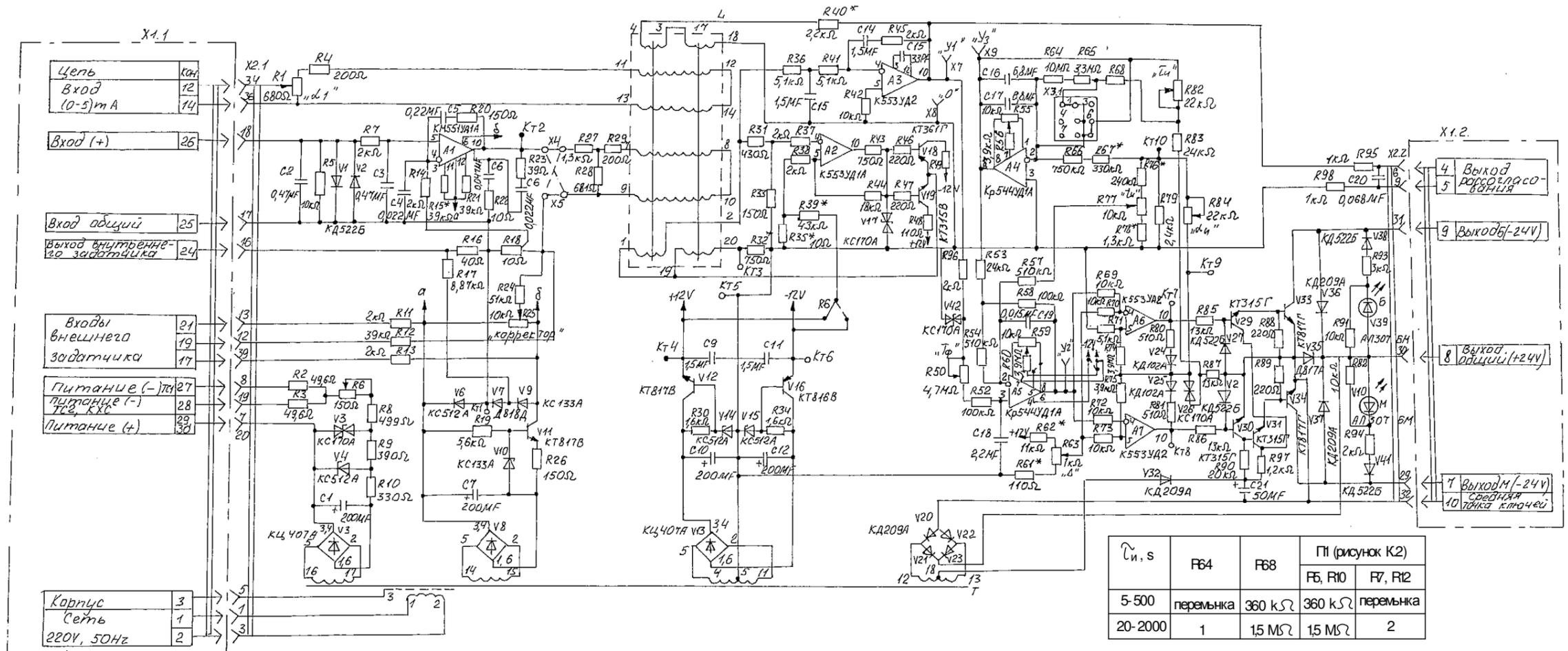


Рисунок И.2 – Исполнение устройства с дистанционной дискретной подстройкой $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$ (остальное смотри рисунок И.1).

Рисунок И.3 – Исполнение устройства с дистанционной аналоговой подстройкой $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$ (остальное смотри рисунок И.1).

Приложение К
(обязательное)
Схема электрическая принципиальная устройства РП4-Т-М1



- 1 *Подбирается при регулировке.
- 2 КТ – контрольная точка.
- 3 Выводы 11 микросхем А2, А3, А6, А7 и выводы 7 микросхем А4, А5 (рисунок К.1), вывод 12 микросхемы D и выводы 11 микросхем А1, А2 (рисунок К.3) подсоединены к цепи "+12 V".
- 4 Выводы 6 микросхем А2, А3, А6, А7 и выводы 4 микросхем А4, А5 (рисунок К.1), вывод 4 микросхемы D и выводы 6 микросхем А1, А2 (рисунок К.3) подсоединены к цепи "-12 V".

Рисунок К.1 – Исполнение устройства без дистанционной подстройки $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$.

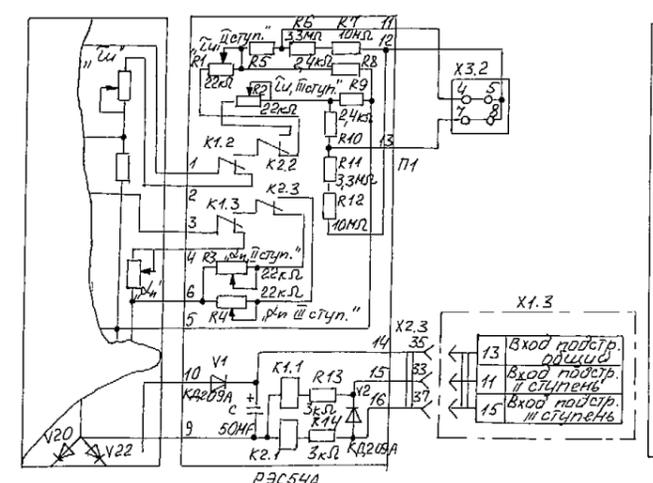


Рисунок К.2 – Исполнение устройства с дистанционной дискретной подстройки $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$ (остальное смотри рисунок К.1).

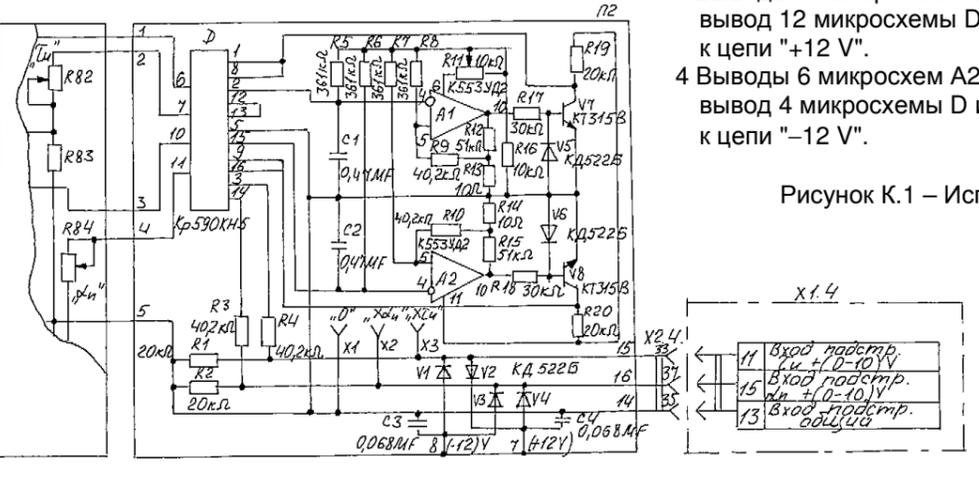
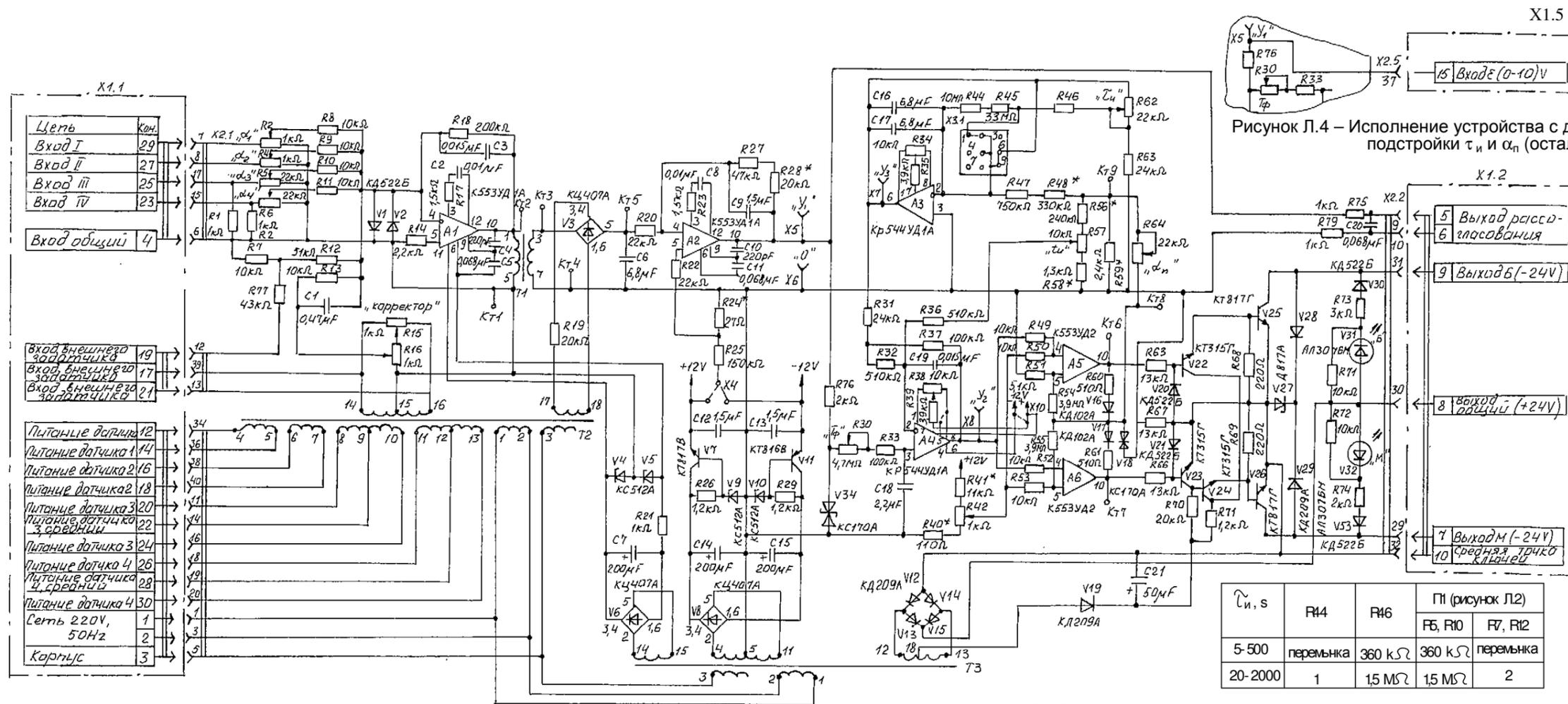


Рисунок К.3 – Исполнение устройства с дистанционной аналоговой подстройки $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$ (остальное смотри рисунок К.1).

Приложение Л
(обязательное)

Схема электрическая принципиальная устройства РП4-П-М1



1 *Подбирается при регулировке.

2 КТ – контрольная точка.

3 Выводы 11 микросхем А2, А5, А6 и выводы 7 микросхем А3, А4 (рисунок Л.1), вывод 13 микросхемы D и выводы 11 микросхем А1, А2 (рисунок К.3) подсоединены к цепи "+12 V".

4 Выводы 6 микросхем А2, А5, А6 и выводы 4 микросхем А3, А4 (рисунок Л.1), вывод 4 микросхемы D и выводы 6 микросхем А1, А2 (рисунок Л.3) подсоединены к цепи "-12 V".

Рисунок Л.1 – Исполнение устройства без дистанционной подстройки $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$.

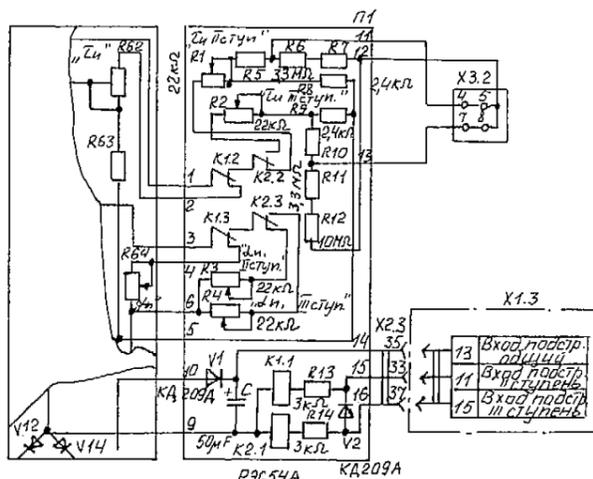


Рисунок Л.2 – Исполнение устройства с дистанционной дискретной подстройкой $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$ (остальное смотри рисунок Л.1).

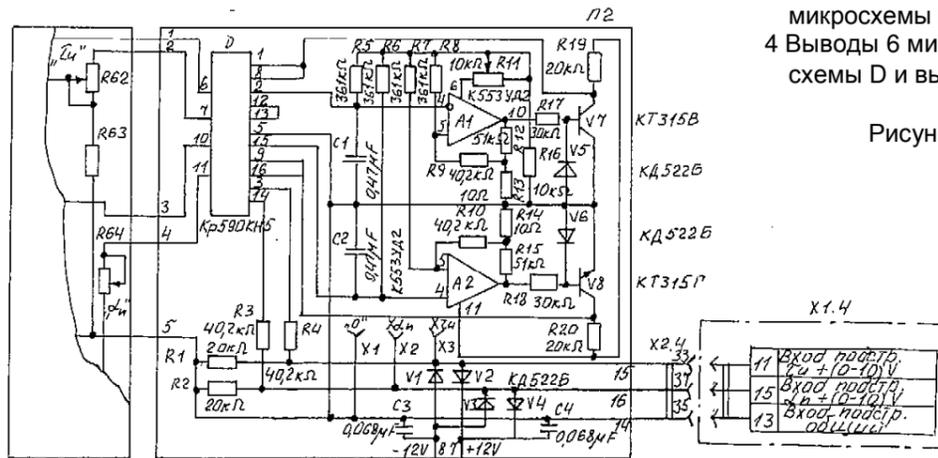
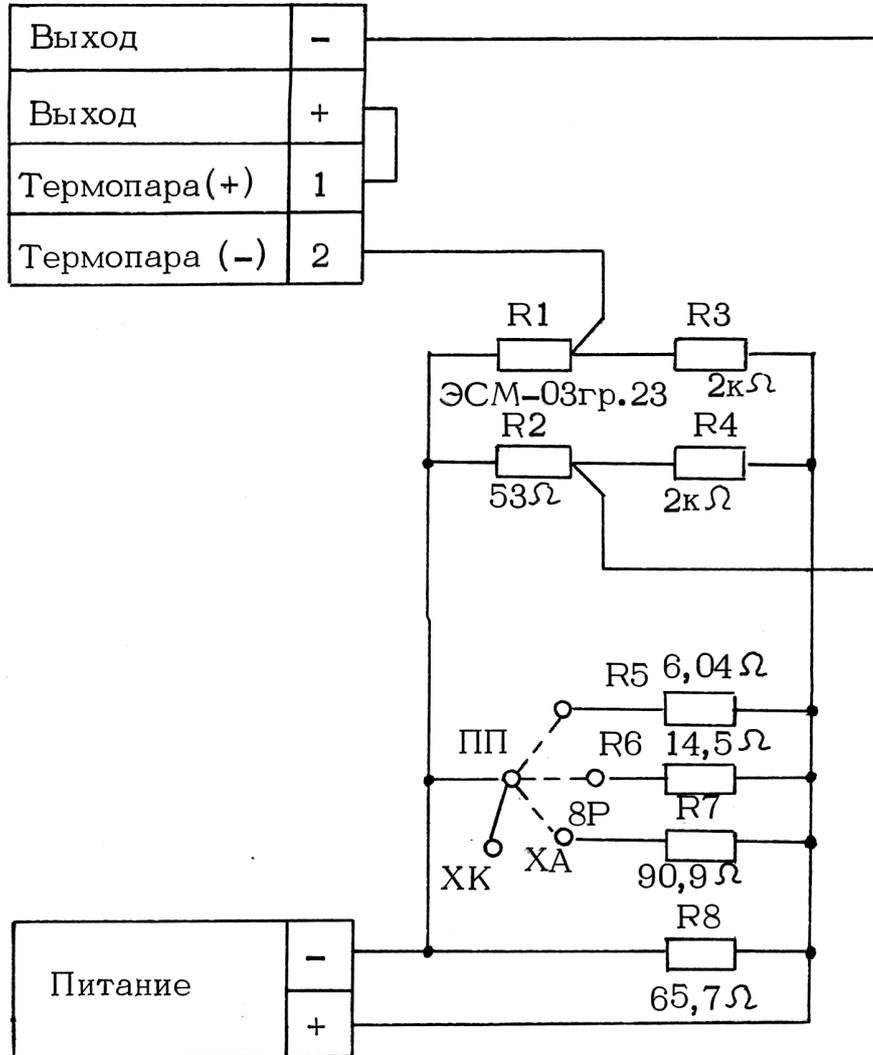


Рисунок Л.3 – Исполнение устройства с дистанционной аналоговой подстройкой $\tau_{и}$ и $\alpha_{п}$ (остальное смотри рисунок Л.1).

Приложение М
(обязательное)

Схема электрическая принципиальная коробки холодных спаев КХС4



Приложение Н

(обязательное)

Схемы внешних соединений устройства РП4-Т-М1

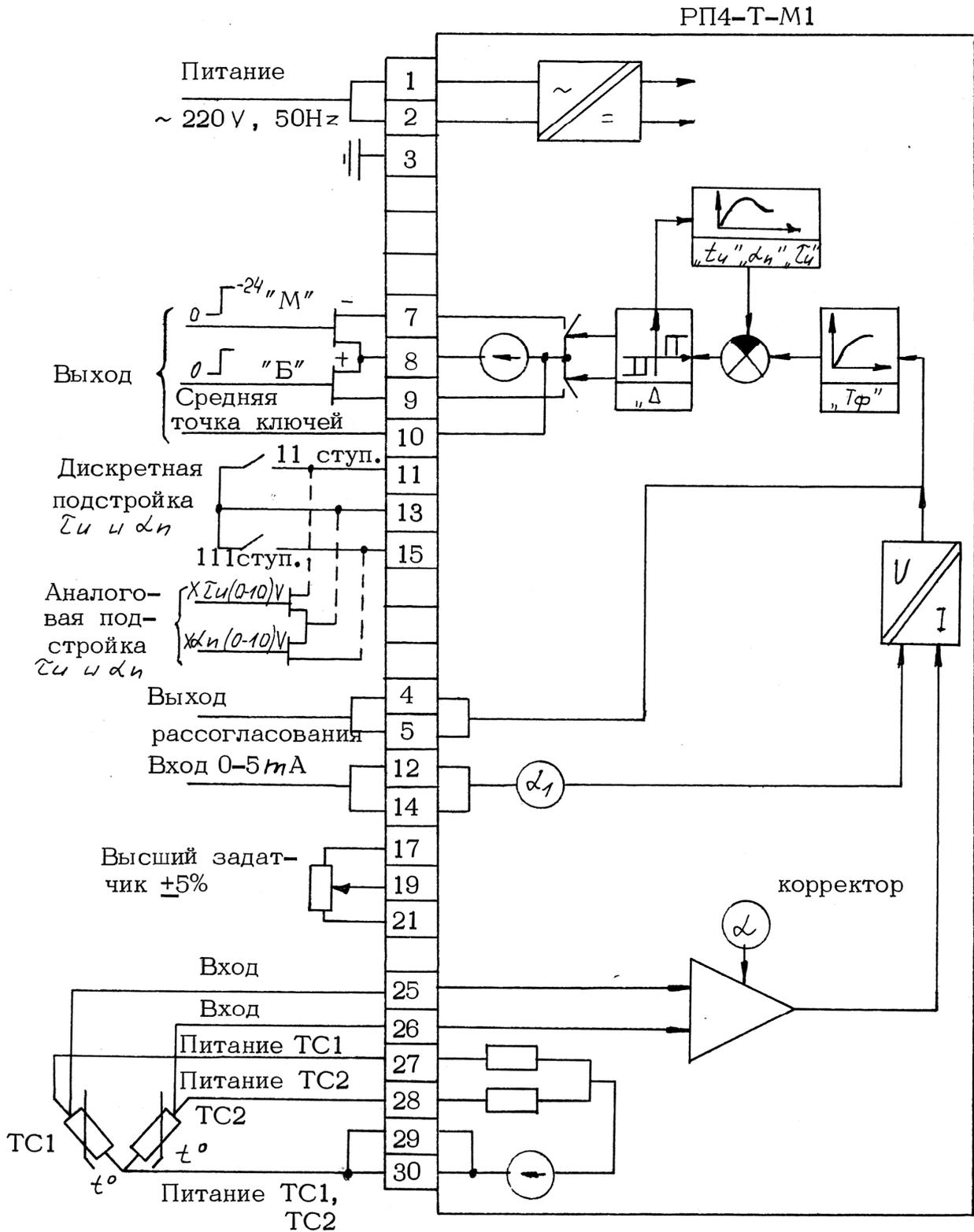


Рисунок Н.1 – Схема внешних соединений РП4-Т-М1 при использовании термометров сопротивления

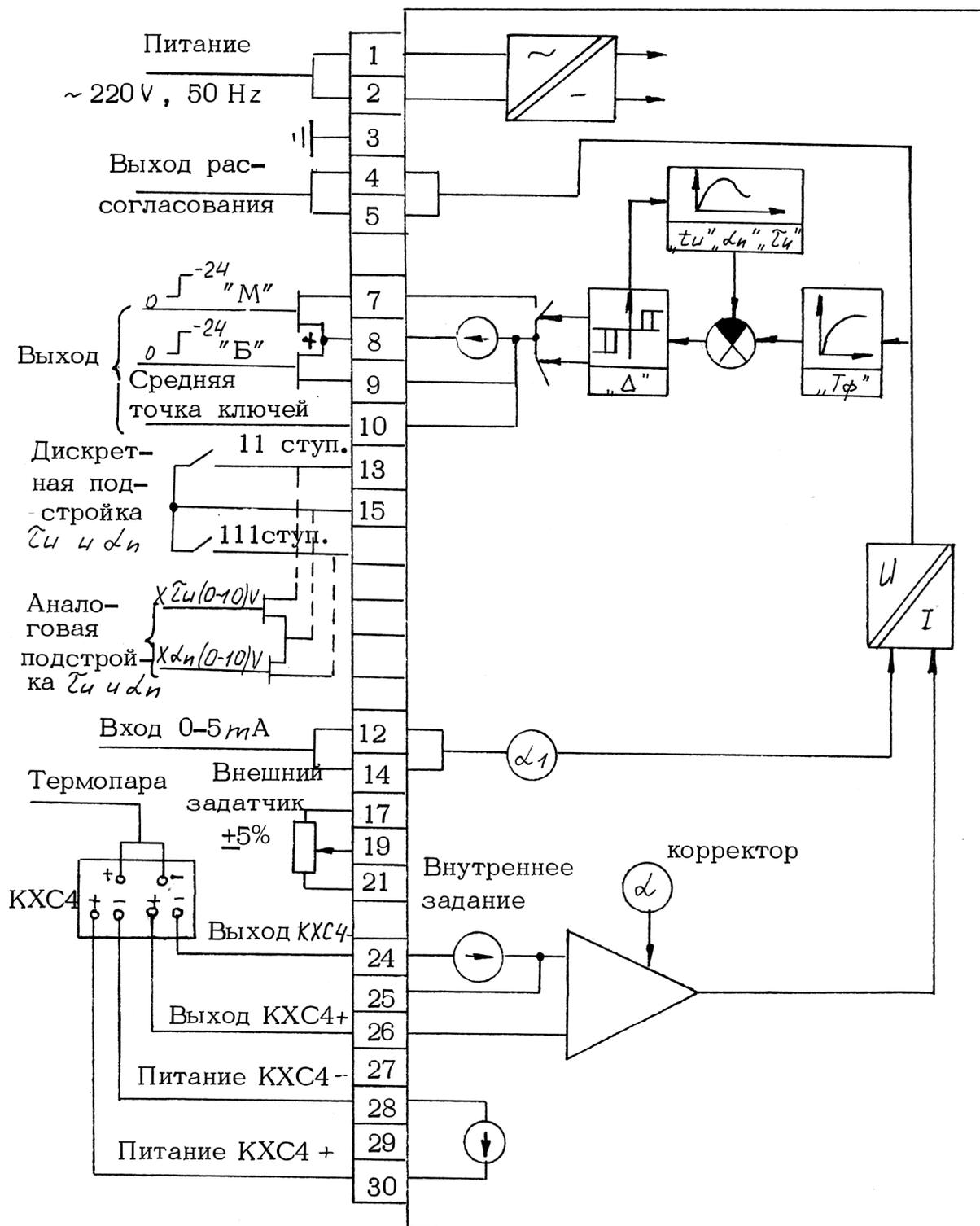


Рисунок Н.2 – Схема внешних соединений РП4-Т-М1 при использовании термопар

Приложение П

(обязательное)

Схемы внешних соединений устройства РП4-П-М1

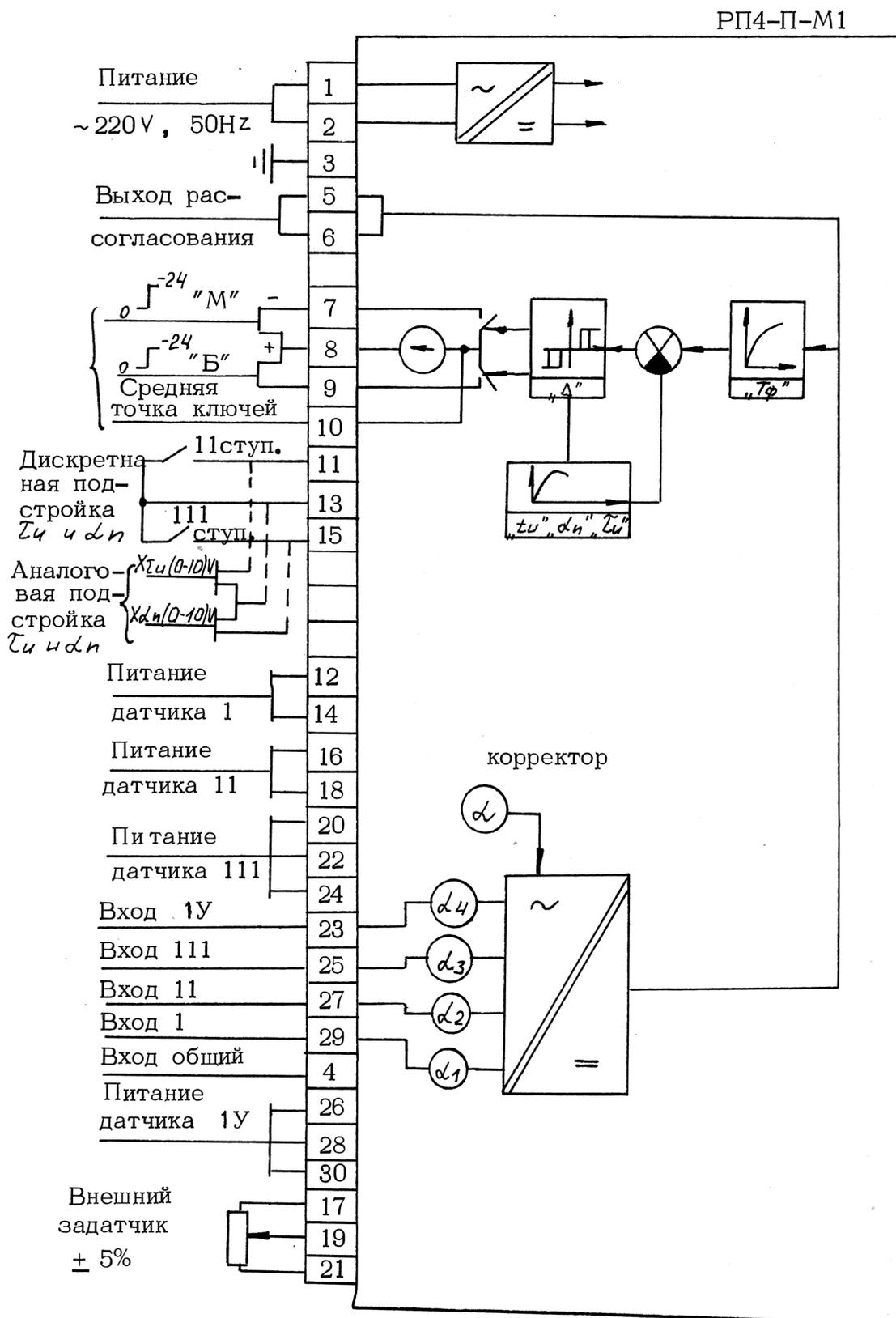
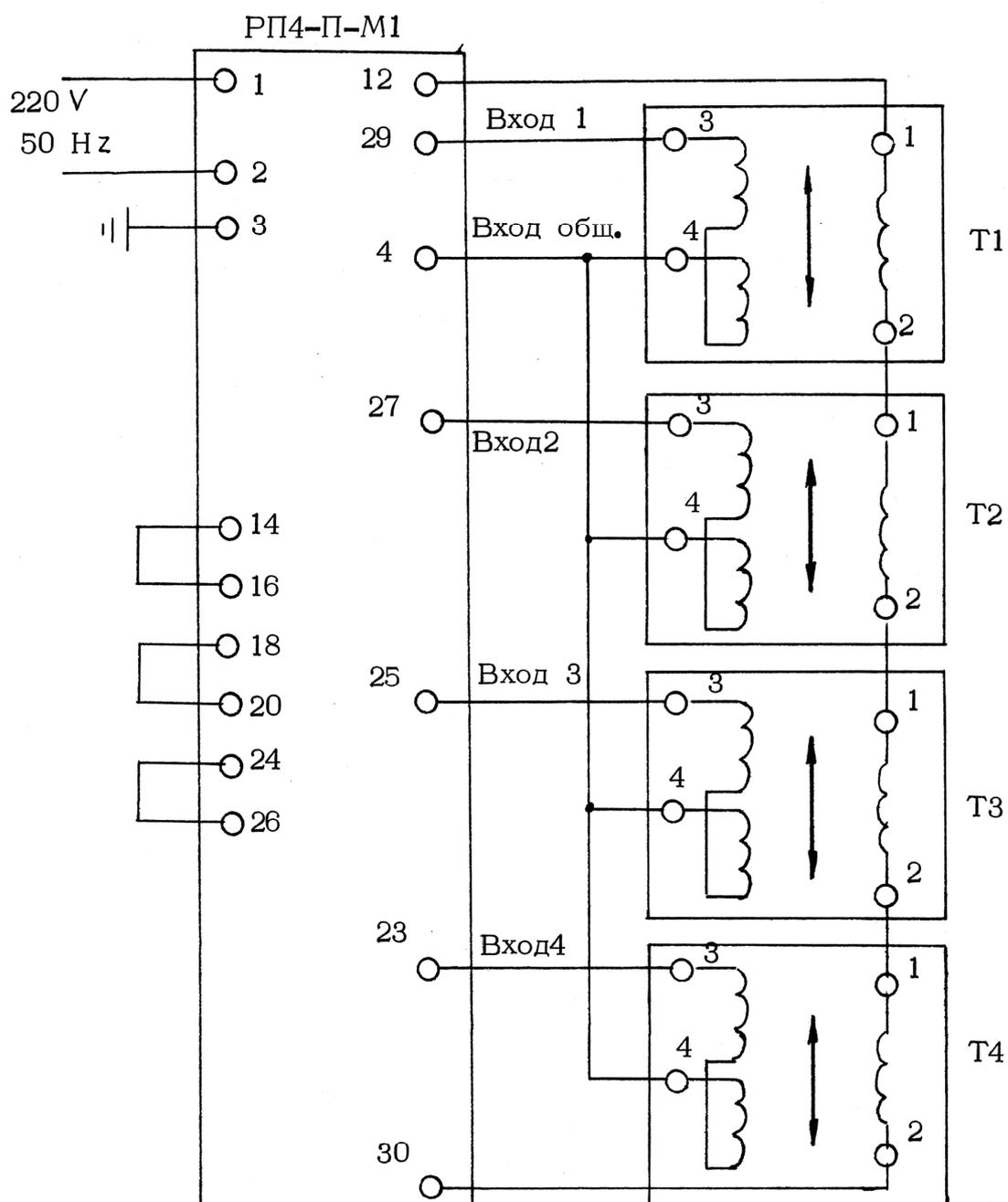


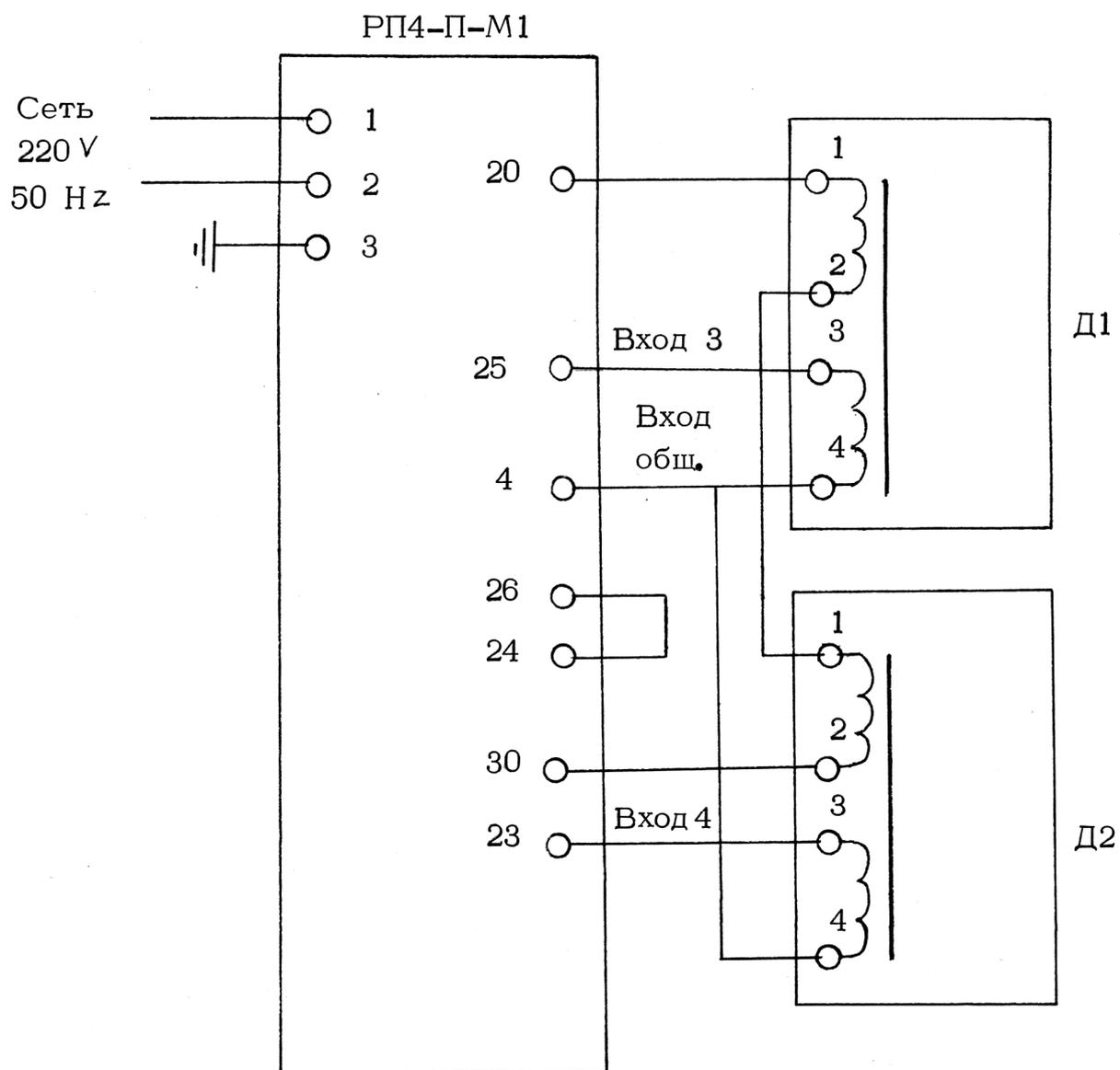
Рисунок П.1 – Общая схема внешних соединений РП4-П-М1



T1...T4 – дифференциально-трансформаторные датчики

- 1 При работе с тремя датчиками снимается перемычка между клеммами 24, 26 и клемма 2 датчика T3 соединяется с клеммой 24 РП4-П-М1.
- 2 При работе с двумя датчиками снимаются перемычки между клеммами 24, 26, 18, 20 и клемма 2 датчика T2 соединяется с клеммой 18 РП4-П-М1.
- 3 При работе с одним датчиком снимаются все перемычки, клемма 2 датчика T1 соединяется с клеммой 14 РП4-П-М1.

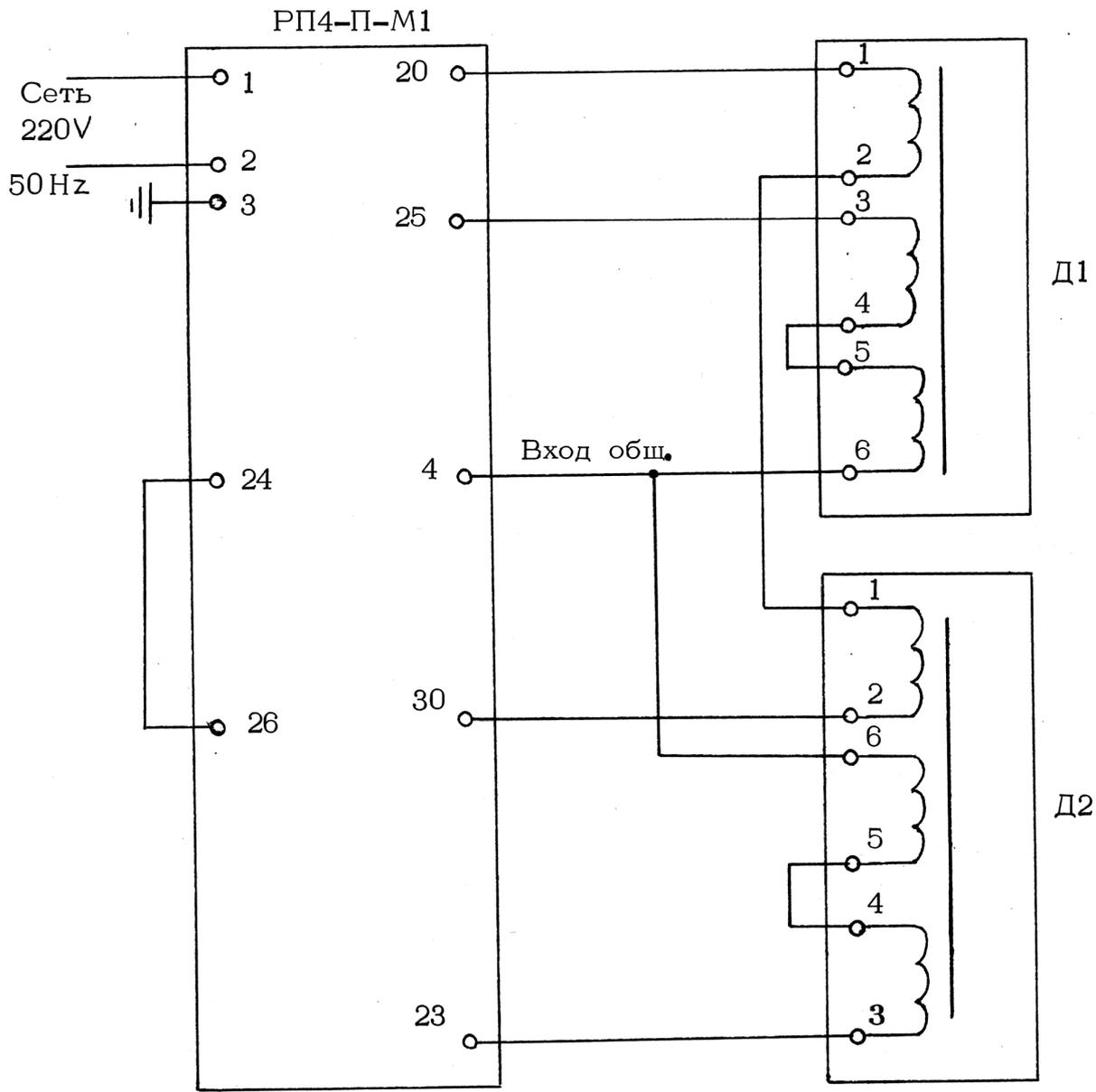
Рисунок П.2 – Схема соединений РП4-П-М1 с четырьмя дифференциально-трансформаторными датчиками



Д1, Д2 – ферродинамические датчики ПФ2

При работе с одним датчиком ПФ2 перемычка между клеммами 24, 26 снимается и вывод 2 датчика Д1 подключается к клемме 24.

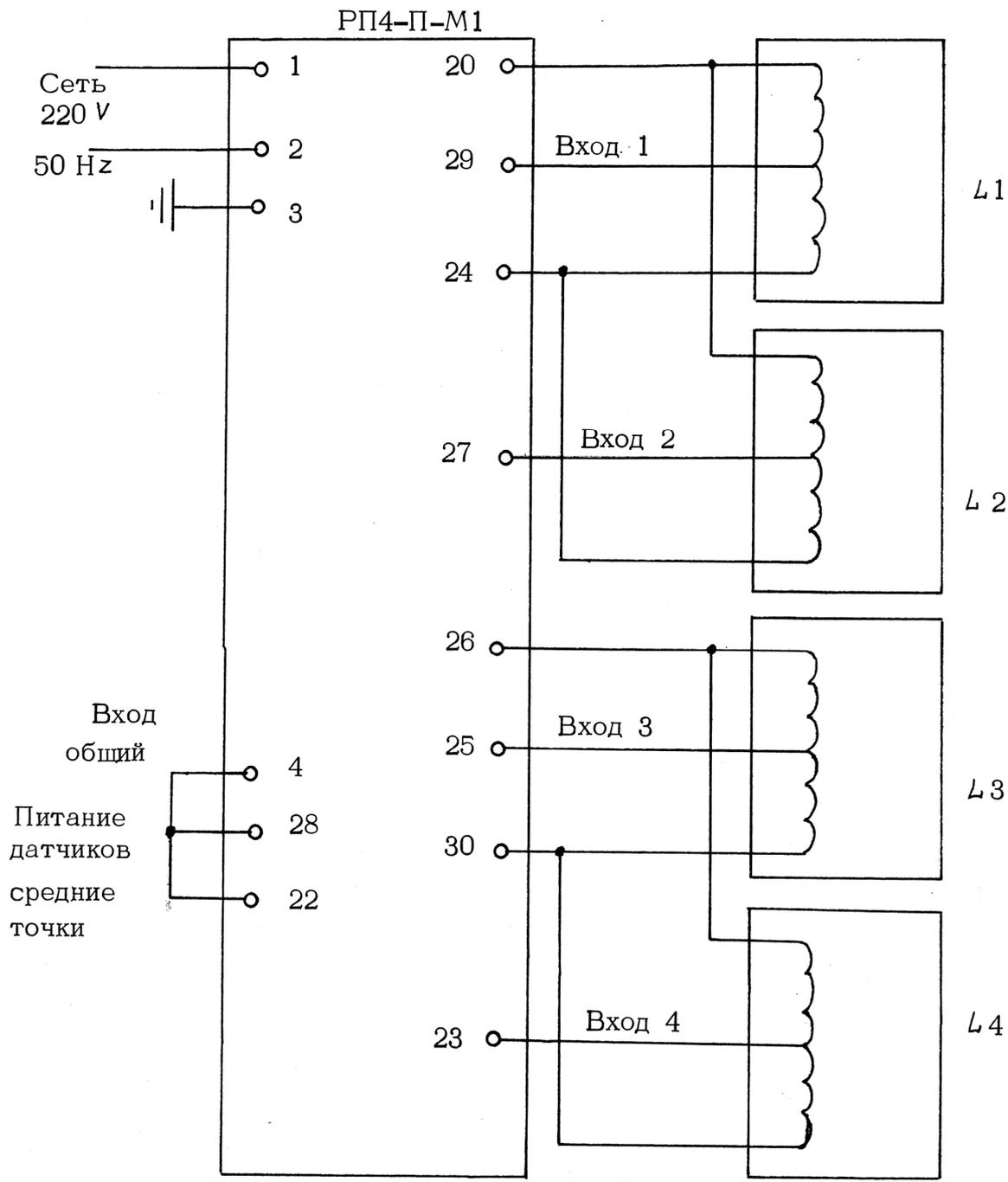
Рисунок П.3 – Схема соединений РП4-П-М1 с двумя ферродинамическими датчиками ПФ2



Д1, Д2 – ферродинамические датчики ПФ4

При работе с одним датчиком ПФ4 перемычка между клеммами 24, 26 снимается и вывод 2 датчика Д1 подключается к клемме 24.

Рисунок П.4 – Схема соединений РП4-П-М1 с двумя ферродинамическими датчиками ПФ4



L1, L2 – индуктивные датчики

Рисунок П.5 – Схема соединений РП4-П-М1 с четырьмя индуктивными датчиками

Приложение Р

(обязательное)

Схема внешних соединений устройства РП4-У-М1

РП4-У-М1

