Министерство Российской Федерации по атомной энергии
Фирма "Атомтехэнерго"

Смоленский учебно-тренировочный центр

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Директора по технологии и Качеству Смоленского УТЦ - Главный инспектор

_____М.А.Лютов
_____

Программа подготовки ВИУР

Курс Технологические Системы

ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ СУЗ АРМ-АЗММ, АР-АЗМ

Пособие обучаемого

СОГЛАСОВАНО

Зам. главного инженера - руководитель СППО

_____В.П. Цыганков
_____

Разработал

Инструктор САЭС

_____А.В.Шипачев
_____

Десногорск
1999

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАНЯТИЕ 1. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА И ЗАЩИТЫ РЕАКТОРА ПО ПРЕВЫШЕНИЮ МОЩНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ МАЛОЙ МОЩНОСТИ 4

1.1 Назначение, состав и диапазон работы измерительной части АРМ-А3ММ 4

1.2 Принцип работы измерительной части АРМ-А3ММ 5

1.3 Включение АРМ в работу 8

ЗАНЯТИЕ 2. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ И ЗАЩИТЫ РЕАКТОРА ПО ПРЕВЫШЕНИЮ МОЩНОСТИ В ОСНОВНОМ ДИАПАЗОНЕ 9

2.1 Назначение, состав и диапазон работы измерительной части АР-А3М 9

2.2 Структурная схема и принцип работы измерительной части АР-А3М 9

2.3 Принципиальные отличия в измерительной части схем АРМ-А3ММ и АР-А3М 11

2.4 Включение в работу АР-1,2 (переход с АРМ на АР) 12

ЗАНЯТИЕ 3. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ АРМ-А3ММ, АР-А3М И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ 13

3.1 Основные части измерительной части АРМ-А3ММ и АР-А3М 13

3.2 Блок питания рабочий 14

3.3 Корректор тока камер КрТ.5 14

3.4 Задатчик мощности 15

3.5 Усилитель сигнала отклонения 18

3.6 Усилитель суммирующей 20

3.7 Корректор уставки автоматический 21

3.8 Блок синхронного перемещения БСП.36 22

3.9 Усилитель защиты по мощности 23

ЗАНЯТИЕ 4. ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ И РЕАКТИВНОСТИ. РЕАКТИМЕТР, КСПВ-4 25

4.1 Схема измерения средней мощности и реактивности 25

4.2 Измерения средней нейтронной мощности реактора 25

4.3 Измерение мгновенной реактивности реактора 26

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 1 Структурная схема измерительной части АРМ 7
Рисунок 2 Структурная схема измерительной части АР-АЗМ основного диапазона мощности 10
Рисунок 3 Структурная схема блока питания БП.39 14
Рисунок 4 Схема корректора тока камер КрТ.5 15
Рисунок 5 Функциональная схема задатчика мощности ЗДМ.5 17
Рисунок 6 Функциональная схема усилителя сигнала отклонения УСО.10 19
Рисунок 7 Функциональная схема усилителя суммирующего УСМ.12 20
Рисунок 8 Функциональная схема корректора уставки КРУ.4 21
Рисунок 9 Функциональная схема блока синхронного перемещения задатчиками мощности БСП.36 22
Рисунок 10 Функциональная схема усилителя защиты по мощности УЗМ.11 23
Рисунок 11 Электрическая функциональная схема наноамперметра КСПВ-4 25
Рисунок 12 Структурная схема каналов измерения реактивности и записи средней мощности 27

Конечная учебная цель:

Объяснить принцип работы автоматических регуляторов в пусковом и основном диапазонах.

ЗАНЯТИЕ 1. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА И ЗАЩИТЫ РЕАКТОРА ПО ПРЕВЫШЕНИЮ МОЩНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Промежуточные учебные цели:

1. Сформулировать назначение, перечислить состав и рассказать размещение оборудования; измерительной части АРМ-А3ММ.
2. Назвать диапазон работы АРМ-А3ММ, КНК-56.
3. Нарисовать структурную схему измерительной части АРМ А3ММ и объяснить по схеме принцип работы.
4. Объяснить порядок подготовки, включения АРМ-А3ММ в работу и проверка его работоспособности.

Схема измерительной части автоматического регулятора и защита реактора по превышению мощности в диапазоне малой мощности.

1.1 Назначение, состав и диапазон работы измерительной части АРМ-А3ММ

Измерительная часть диапазона малой мощности предназначена для измерения нейтронных потоков в диапазоне от $2{,}5\times10^{-3}$ $N_{ном}$ до $5{,}25\times10^{-2}$ $N_{ном}$ и определение рассогласования между действительной и заданной мощностью. Сигналы рассогласования в аналоговой форме выдаются в систему синхронизации сервоприводов авторегулирования и в дискретной форме (в виде сигналов предупредительного и аварийного) в схему логики аварийной защиты по малой мощности.

Электронные блоки схемы авторегулятора и схемы аварийной защиты получают сигнал от одного и того же датчика нейтронного потока (камеры), поэтому используется понятие «каналы АРМ-А3ММ».

В качестве детекторов в схеме АРМ-А3ММ используются камеры КНК-56. Питание на камеры подаются от индивидуальных блоков питания БП-39. Отрицательное напряжение на компенсирующей части камеры не регулируется, поскольку точной компенсации гамма –составляющей тока собирающего электрода не требуется.

Измерительная часть АРМ-А3ММ состоит из четырех идентичных измерительных каналов и общих цепей связи с исполнительной частью и задания сигнала уставки.

Измерительный канал содержит:

- ионизационную камеру;
- корректор тока камер Крт. 5;
- усилитель защиты по мощности УЗМ.11;
- усилитель сигнала отклонения УСО.10.

Общими для всех четырех каналов являются:

- прибор контроля исправности измерительных каналов АРМ БТ-37;
- задатчик мощности ЗДМ-5;
- суммирующий усилитель УСМ 12.

Контрольно–измерительные приборы в тракте АРМ:

- индикаторы тока камер (ИТК) типа М 906(4шт), установленные на панелях 4,5 ЩЭП;
- индикаторы выхода УСО (4 шт) установленные на секции 4А (БЩУ–О);

- указатель заданной мощности, секции 4А (БЩУ–О);
- индикатор включения АР (выходной прибор УСМ–12) на секции 4А (БЩУ–О);
- индикаторы разбаланса в тракте УЗМ.11 (4шт) установленные на панели 3 (БЩУ–О).

1.2 Принцип работы измерительной части АРМ-АЗММ

Ток от камеры поступает в корректор тока камеры, оттуда с определенным коэффициентом ослабления (от 1 до 4,2) поступает в измерительный прибор ИТК и далее в схему определения рассогласования, конструктивно находящуюся в приборе УЗМ2. Аппаратура измерительной части СУЗ настроена, исходя из следующего соотношения: ″100% номинальной мощности соответствует откорректированный ток камер 100 мкА и напряжение уставки от задатчика величиной 100 В″. Величина тока от камеры КНК-56 определяется соотношением 20 мкА/%$_{N\ ном}$.

В сравнивающем устройстве происходит алгебраическое суммирование тока камеры и тока уставки. Разность $I_К – I_З$= (абсолютное рассогласование) после преобразования в приборе УЗМ.11 используется для предупредительного и аварийного сигналов по превышению мощности в схему логики АЗММ.

В приборе УЗМ.11 с помощью переключателя, выведенного на лицевую панель, устанавливается уставка АЗ (6,10,15 или 20 мкА).

Дискриминатор ПС настроен на уровень срабатывания, в два раза меньший уровня срабатывания АЗ, поэтому срабатывание схемы ПС всегда происходит при токе рассогласования, в два раза меньшем уставки АЗ.

Через входное сопротивление УЗМ.11 разность ($I_к$-$I_з$) поступает на усилитель прибора УСО.10.

Реактор, как объект системы регулирования, обладает нелинейностью, поскольку мощность реактора после внесения реактивности изменяется во времени по экспоненциальному закону. Эта нелинейность выражается в том, что равным абсолютным приращениям мощности (в %) на разных её уровнях соответствуют разные величины абсолютных (в мкА) приращений тока камер. Кроме того, необходимо учитывать «вес» стержней СУЗ, который пропорционален квадрату плотности потока нейтронов. Если в системе регулирования использовать абсолютную разность токов камер и задатчика, то на б*о*льших уровнях мощности реактора одинаковым приращениям токов будут соответствовать б*о*льшие значения реактивности, вносимой исполнительными органами регулятора. В процессе подъема мощности реактора это может привести к возникновению автоколебательного режима работы регулятора. Следовательно, абсолютную величину разности токов камер и задатчика нельзя использовать для регулирования мощности на разных её уровнях с одинаковой точностью.

Поэтому в тракте регулирования должно осуществляться нормирование сигнала рассогласования на уровень заданной мощности. Эта задача реализуется путём регулирования коэффициента усиления каждого из 4-х усилителей сигнала отклонения УСО.10 напряжением задатчика мощности. Напряжение сигнала отклонения на выходе УСО.10 пропорционально относительному отклонению текущей мощности от заданной. Это напряжение определяется соотношением:

$$U_{вых} = \frac{(I_к - I_з)\cdot 100\% \cdot K}{N_{зд}\%}$$, где К = (1 ÷ 3) В/мкА.

Теперь одинаковым приращениям $I_{вх}$ на б*о*льших уровнях мощности будут соответствовать меньшие значения напряжения на выходе УСО.10.

Прибор настроен так, что его выходная характеристика УСО.10 имеет насыщение при ±15% относительно разбаланса. Максимальное выходное напряжение УСО.10 составляет 16В.

Сигналы со всех четырех канальных УСО.10 поступает на четыре входа суммирующего устройства усилителя УСМ.12 сигналы суммируются, усиливаются и поступают в систему синхронизации сервоприводов АР (в исполнительную часть АР).

Во входном блоке системы синхронизации установлена величина порога трогания сервоприводов АР, равная (3,2…3,6) в, что соответствует величине относительного разбаланса в каналах УСО.10 (0,8÷0,9)% по ИВ УСО.

Контроль неисправности измерительных каналов АРМ осуществляется по принципу измерения величины собственного разбаланса в каждом из четырех каналов с помощью блока триггеров БТ 37. Если на выходе УСО.10 любого канала сигнал разбаланса превысит ±15%, срабатывает триггер в данном канале и выдает в схему логики АРМ сигнал блокировки данного канала.

Измерительная часть АР остается работоспособной и при трех включенных измерительных каналах. При этом несколько меняется коэффициент усиления схемы АР. При резком снижении тока одной из камер мощность, поддерживаемая АР, изменяется незначительно (на величину не более 5% от заданной)

В схеме АР предусмотрен внутренний контроль исправности усилителя УСМ.12, задатчика ЗДМ.5, БТ.37, УСО.10, УЗМ.11 и БП.39.

Выходной сигнал УСМ.12, поступает для регистрации на самописец КСП.4, общий для 1,2 АР и АРМ и установленный на панели 13 ЩЭП (БЩУ-Н). Подключение выхода УСМ к самописцу осуществляется с помощью контактов реле, управляемых логической схемой каждого регулятора при его включении.

Рабочий диапазон АРМ–до 5% номинальной мощности, до момента включения АР, возможный диапазон работы при максимальной коррекции тока камер до 10% номинальной мощности.

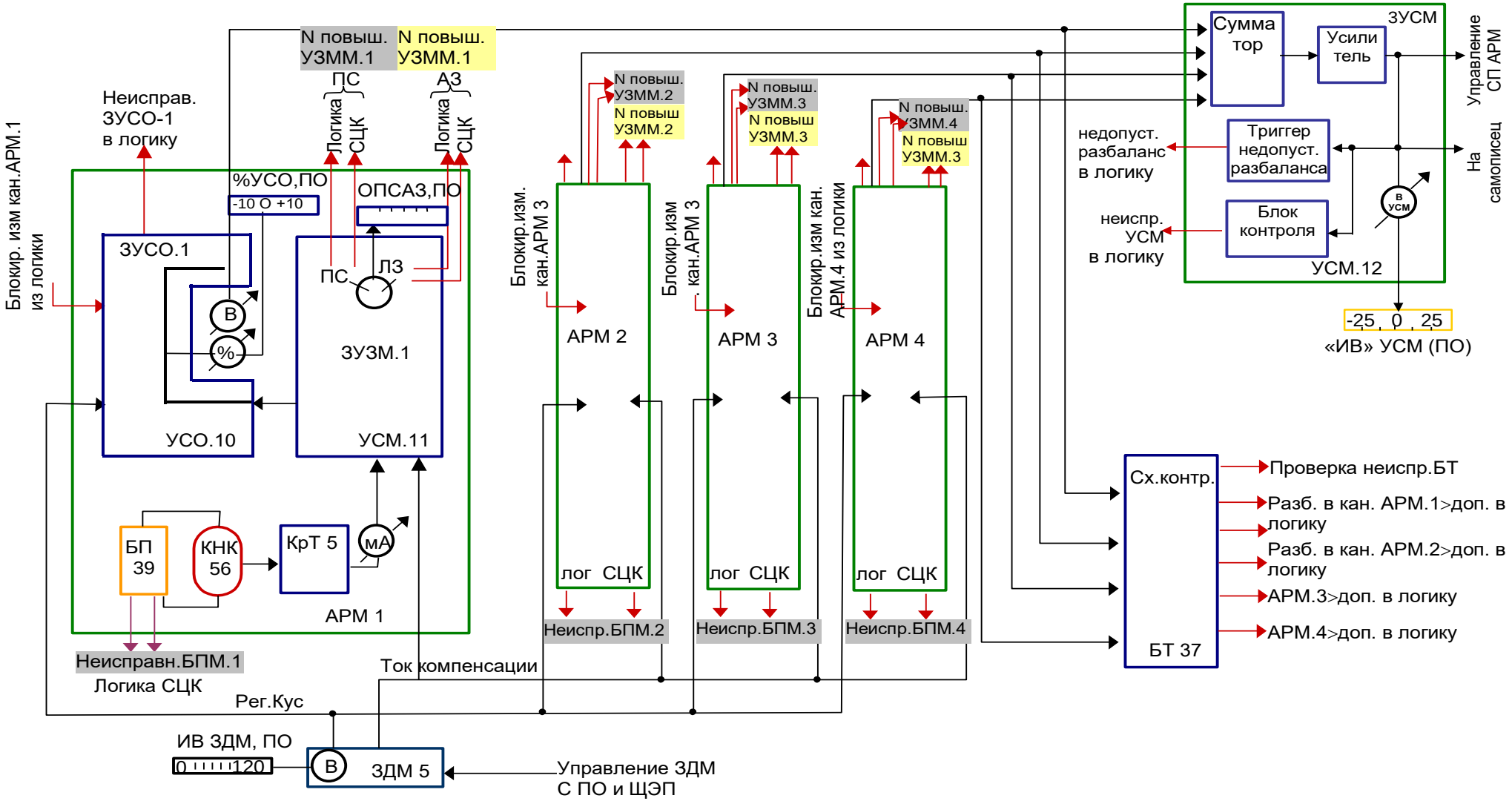

Рисунок 1 Структурная схема измерительной части АРМ

1.3 Включение АРМ в работу

Включены в работу АЗММ, АЗСП. Уровень мощности реактора близкий к МКУ (минимально–контрольный уровень мощности) контролируется по признакам:

- показание индикаторов разбаланса УЗМ и АЗММ близки к номинальным значением (ноль);
- показания индикаторов выхода УСО.10 АРМ выходят из ″зашкала″ и приближаются к нулю.

При достижении МКУ ликвидировать перекосы нейтронного поля стержнями РР и вывести на номинальные значения показания приборов УСО.10 (0+2%), УЗМ.11 (риска номинального значения), УСМ.12 (0+3,5В) изменяя мощность реактора с периодом близким к ∞(бесконечности).

В случае необходимости откорректировать УСО.10 (вывести на показания) с помощью корректора КРТ дав задание НС ТАИ через ЗНСС согласно Технологического Регламента (ТР).

ТР не дает запретов, но советует руководствоваться инструкцией по эксплуатации соответствующих систем при пуске.

Согласно «Инструкции по эксплуатации реактора» допускается производить корректировку КРТ - по распоряжению ЗНСС с согласования ответственного руководителя пуска.

При показаниях индикатора выхода УСМ.12 АРМ (0±3,5 В) (зона включения) и не менее чем на трех приборах УСО.10 (0±2ч) включить АРМ в режим автоматического поддержания мощности для чего:

- ключ выбора режима работы АРМ перевести в положение «Автомат» (включается табло «готовность АРМ»);
- нажать кнопку «Вкл. АРМ» (гаснет табло «готовность АРМ», загорается табло «АРМ вкл.»

Проверить работу АРМ перемещением одного из стержней.

Контрольные вопросы достижения учебных целей:

1. Перечислить основные функциональные узлы измерительной части АРМ-АЗММ.
2. Назвать диапазон измерения АРМ-АЗММ и какие камеры используются в АРМ-АЗММ.
3. Нарисовать структурную схему измерительной части АРМ-АЗММ и объяснить принцип работы.

ЗАНЯТИЕ 2. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ ОСНОВНОГО ДИАПАЗОНА И ЗАЩИТЫ РЕАКТОРА ПО ПРЕВЫШЕНИЮ МОЩНОСТИ В ОСНОВНОМ ДИАПАЗОНЕ

Промежуточные учебные цели:

1. Сформулировать назначение, перечислить состав и рассказать размещение оборудования; измерительной части АР-А3М.
2. Назвать диапазон работы АР-А3М, КНК-53 М.
3. Нарисовать структурную схему измерительной части АР-А3М и объяснить по схеме принцип работы.
4. Объяснить порядок подготовки, включения АР-А3М в работу и проверка его работоспособности.

2.1 Назначение, состав и диапазон работы измерительной части АР-А3М

Измерительная часть АР-А3 основного диапазона предназначена для измерения нейтронных потоков в диапазоне от 5% $N_{ном}$ до 105% $N_{ном}$ и определение рассогласования между действительной и заданной мощностью. В основном диапазоне предусмотрено два автономных регулятора, один из которых включен в «работу», а другой находится в режиме «резерва».

Схема содержит две одинаковые измерительные части1(АР-А3М) и 2(АР-А3М), связанных между собой схемой контроля исправности измерительных каналов (БТ.37) и схемой синхронизации задатчиков мощности БСП.36).

В качестве детекторов плотности нейтронного потока используются ионизационные камеры КНК-53М, питание на камеры подаются от индивидуальных блоков питания БП.39, установленных на ЩЭП: 1БП-1;1БП-2; 1БП-3; 1БП-4; 2БП-1; 2БП-2; 2БП-3; 2БП-4.

2.2 Структурная схема и принцип работы измерительной части АР-А3М

Принцип работы измерительной части АР-А3 основного диапазона в основном аналогичен принципу работы измерительной части АРМ-А3ММ.

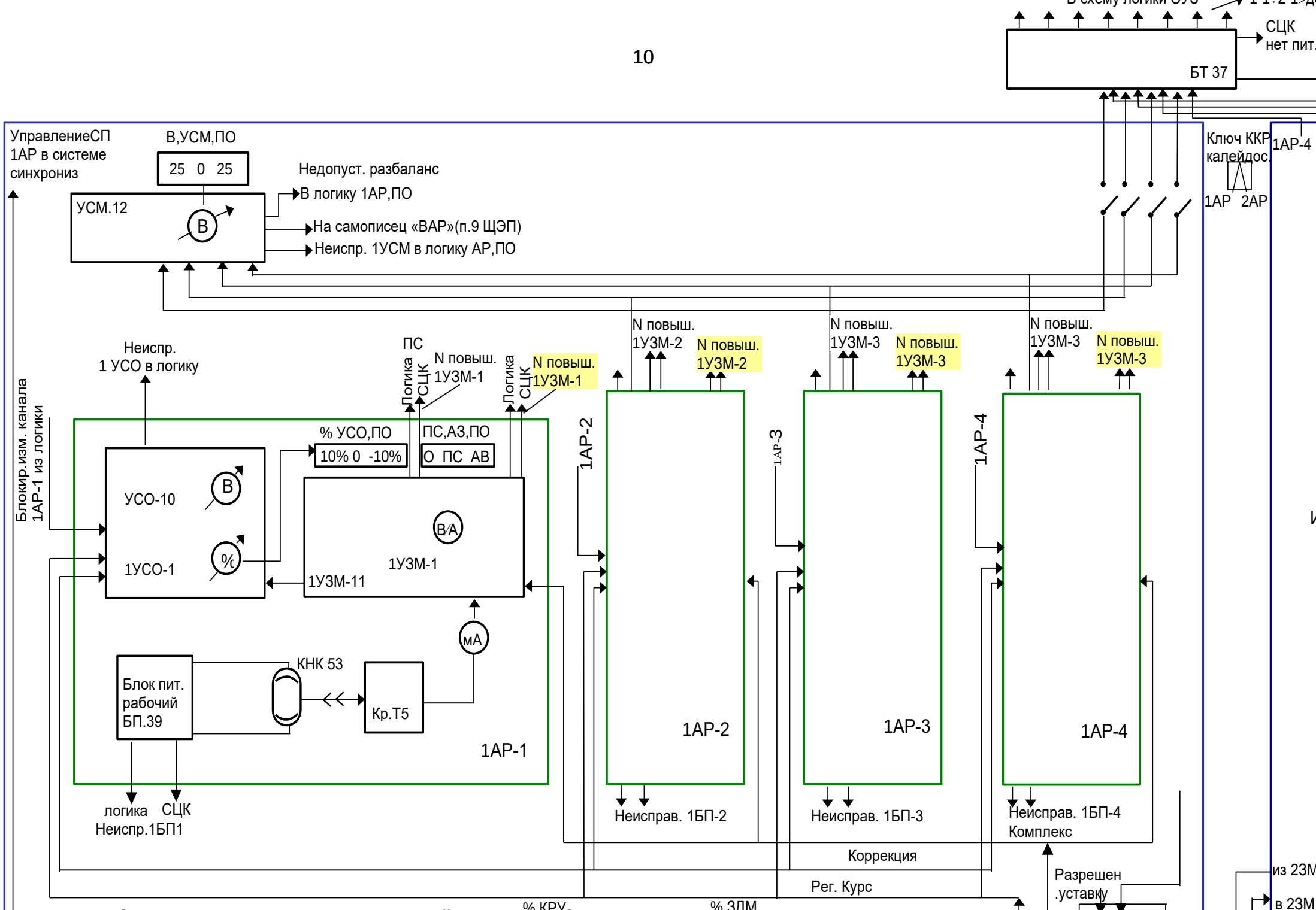

Рисунок 2 Структурная схема измерительной части АР-АЗМ основного диапазона мощности

2.3 Принципиальные отличия в измерительной части схем АРМ-А3ММ и АР-А3М

Рассмотрим принципиальные отличия в схемах АР-АРМ:

а) в состав измерительной части АР основного диапазона входит блок синхронного перемещения двигателей задатчиков мощности (БСП.36), который заведен в схему управления задатчиками. Управление задатчиками 1,2 АР происходит по принципу остановки опережающего ЗДМ (в обоих направлениях).Управление задатчиками производится общим ключом «Мощность» на пульте «0» (с синхронизацией) так и индивидуальными ключами, установленными на панелях ЩЭП (без синхронизации).

б) контроль измерительных каналов 1,2 АР осуществляется не только по величине собственного разбаланса в каналах УСО.10 (положение ключа ККР на ПО «1АР», «2АР»), но и по принципу сравнения разбалансов в соседних каналах (положение ключа ККР «Калейдоскоп». Контроль по «Калейдоскопу» включается оператором после выравнивания перекосов поля энерговыделения.

в) В измерительной схеме 1,2АР имеется корректор уставки автоматический КрУ.4 для осуществления режима слежения измерительной части регулятора, находящегося в режиме «готовности» за включенным регулятором путем подстройки к нулю разбаланса на выходе УСМ.12 резервного АР со скоростью 0,1% N з/сек. Слежение включается при разбалансе на выходе УСМ порядка $\pm$ 2,5% (-8 $\pm$ 1В) и отключается при снижении до $\pm$0,5% (-2 $\pm$ 0,5 В).

Во время исполнения режимов управляемого аварийного снижения мощности (А31,2), двигатель корректора отключается сигналом «Режим ПК». При этом КрУ.4 выдает команды в логику включенного АР для формирования сигнала «ПК вниз» на управление стержнями ПК-А3.

Некорректированный ток камер КНК.53М в каналах 1,2АР достигает, в зависимости от положений периферийных стержней РР, величины 250÷300 мкА на номинальной мощности. Юстировка тока камер для приведения в соответствие величины уставок 1,2АР в вольтах и тепловой мощности в процентах от номинальной производится впервые на мощности порядка 30% номинальной.

Далее положение корректоров тока камер в каналах АР меняется сменным персоналом ЦТАИ по заявке ЯФЛ ОЯБ согласно ТР при формировании поля энерговыделения по результатам физрасчета, либо после перегрузок топлива.

Рабочая скорость задатчиков мощности АР 0,15В/сек в диапазоне (5-20) В и 0,25 В/сек в диапазоне (20-120) В. Аварийная скорость при А3-1,2,5, 2В/сек (2%/сек). Из канала АР-А3 в логические схемы регулятором и зашиты по мощности, а также в устройство сигнализации СЦК «Скала» поступают следующие сигналы:

а) сигнал предупредительного превышения мощности (ПС) из прибора УЗМ.11. Уставка ПС равна половине аварийной уставки. Табло «Повыш УЗМ (1÷4)» белого цвета, панель 6 щита 0;

б) сигнал аварийного превышения мощности (табло желтого цвета);

в) сигнал неисправности блока питания камер БП.39, табло «Неисправности 1(2,3,4) БП-1,2,3.4»;

г) сигнал максимального разбаланса в усилителе УСП.12, табло «Неисправности УСМ.11» белого цвета;

д) сигнал верхнего и нижнего пределов работы КрУ.4, табло «1(2) КУА верхнего (нижнего) предела» белого цвета на панели 4,6 щита 0;

е) сигнал неисправности задатчиков (отсутствие уставки, питание двигателей). Величина разбаланса в тракте АР (на выходе УСМ.12) может быть зарегестрирована самописцем установленным на ЩЭП. Подключение определенного УСМ.12 к

самописцу осуществляется автоматически в момент включения регулятора (контактами реле, управляемого схемой логики).

2.4 Включение в работу АР-1,2 (переход с АРМ на АР)

На мощности ≈ 3% $N_{ном}$ (90÷100 МВт тепловых) выполнить переход с АЗСП на АЗСР поворотом ключа в соответствующее положение. Во время переключения ключа, минимум 2-3 сек не производить каких-либо других действий на пультах БЩУ (время включения блока питания АЗСР в работу).

Дальнейшем увеличением мощности и перемещением стержней СУЗ вывести на номинальные показания УСО (0±2%) УСМ (0±3,5 В) первого или второго АР.

При необходимости допускается использование корректора тока камер (ЗНСС, НСТАИ) согласно ТР.

Включать в работу 1,2 АР следует на мощности не более 160 Мвт тепловых (≈5% $N_{ном}$).

Автоматический регулятор считается исправным для работы в режиме «Автомат», если выполнены все следующие условия:

- исправна измерительная часть;
- исправна исполнительная часть;
- на ЗДМ-5 есть питание;
- стержни АР не на крайних концевиках (верхних или нижних) сигнал образуется при выходе 2^xиз 4^x стержней АР на однолинейные концевики.

Данное условие исключается, если 2АР не готов к включению, т.е. нет резервного АР.

АР готов к включению, если в схеме образован сигнал исправности хотя бы одного из двух АР и ключ выбора режима (КР) на ПО стоит в положении «АВТ».

После включения в работу одного из основных АР, ключ режима работы АРМ перевести в положение «Дистанция», после чего отключить «АЗММ» поворотом ключа в положение «АЗМ» (пульт 0, секция 5А).

При включении1(2) АР в работу обязательна проверка его работоспособности, для этого извлечь (загрузить) один из стержней СУЗ, до появления разбаланса более ±3,5В по УСМ АР находящегося в работе.

Контрольные вопросы достижения учебных целей:

1. Перечислить основные функциональные узлы измерительной части АР-АЗМ.
2. Назвать диапазон измерения АР-АЗМ и какие камеры используются в АР-АЗМ.
3. Нарисовать структурную схему измерительной части АР-АЗМ и объяснить принцип работы.

ЗАНЯТИЕ 3. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ АРМ-А3ММ, АР-А3М И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ

Промежуточные учебные цели:

1. Перечислить основные части измерительной части АРМ-А3ММ.
2. Определить назначения по каждому функциональному блоку и принцип работы.
3. Перечислить по каждому блоку формирование сигналов в логику СЦК.

3.1 Основные части измерительной части АРМ-А3ММ и АР-А3М

В состав измерительной части АРМ-А3ММ входят следующие функциональные схемы:

1. Блок питания БП-39 (4шт):3БП-1; 3БП-2; 3БП-3; 3БП-4 на камеру КНК-56.
2. Корректор тока камер КрТ-5 (4шт): 3 КрТ1; 3 КрТ2; 3 КрТ3; 3 КрТ4 на каждую камеру КНК-56.
3. Задатчик мощности ЗДМ-5 (1шт)–ЗЗДМ.
4. Усилитель сигнала отклонения УСО.10 (4шт): ЗУСО1; ЗУСО2; ЗУСО3; ЗУСО4 на каждый измерительный канал.
5. Усилитель защиты по мощности УЗМ.12 (4шт)– 3 УЗМ1; 3 УЗМ2; 3 УЗМ3; 3 УЗМ4.
6. Суммирующий усилитель УСМ.12 (1шт)–ЗУСМ.
7. Блок триггеров, для контроля исправности измерительных каналов БТ.37 (1шт)–БТМ.

В состав измерительной части 1,2(АР-А3М) входят следующие функциональные схемы:

1. Блок питания БП-39(8шт) на каждую камеру КНК-53М:
   - для 1АР-А3М: 1БП1; 1БП2; 1БП3; 1БП4;
   - для 2АР-А3М: 2БП1; 2БП2; 2БП3; 2БП4.
2. Корректор тока камер КрТ.5 (8шт) на каждую камеру КНК-53М:
   - для 1АР-А3М: 1КТ1; 1КТ2; 1КТ3; 1КТ4;
   - для 2АР-А3М: 2КТ1; 2КТ2; 2КТ3; 2КТ4.
3. Задатчик мощности ЗДМ.5 (2шт): 1ЗДМ и 2ЗДМ на каждую измерительную часть 1АР-А3М и 2АР-А3М соответственно.
4. Усилитель сигнала отключения УСО.10 (8шт) на каждый измерительный канал:
   - для 1АР-А3М: 1УСО1; 1УСО2; 1УСО3; 1УСО4;
   - для 2АР-А3М: 2УСО1; 2УСО2; 2УСО3; 2УСО4.
5. Усилитель защиты по мощности УЗМ.11 (8шт) на каждый измерительный канал:
   - для 1АР-А3М: 1УЗМ1; 1УЗМ2; 1УЗМ3; 1УЗМ4;
   - для 2АР-А3М: 2УМ1; 2УЗМ3; 2УЗМ3; 2УЗМ4.
6. Суммирующий усилитель УСМ.12 (2шт): 1УСМ и 2УСМ на каждую измерительную часть 1АР-А3М и 2АР-А3М соответственно.
7. Блок триггеров для контроля исправности измерительных каналов БТ.37–(1шт) БТ.
8. Автоматический корректор уставки КРУ.4 (2шт): 1КрУ и 2КрУ на каждую измерительную часть 1АР-А3М и 2АР-А3М соответственно.
9. Блок синхронного перемещения задатчиков мощности БСП.36 (1шт)–БСП.

3.2 Блок питания рабочий

Блок питания рабочий типа БП-39 предназначен для питания ионизационных камер типа КНК-53Н и КНК-56.

Блок питания имеет два выхода с напряжением +500±10В и -500±10В (при максимальном токе нагрузки 2мА).

Исправность блока питания контролируется по наличию напряжения на выходе каналов с помощью магнитного триггера в блоке контроля. Бесконтактный сигнал («0») при исчезновении напряжения на выходе одного или двух каналов поступает в схемы логики АЗММ и АЗМ, контактный сигнал в СЦК «Скала» (табло»1(2) БП-1(2,3,4)» либо БПМ-1(2,3,4) на панель 5 БЩУ-0). (рис.3)

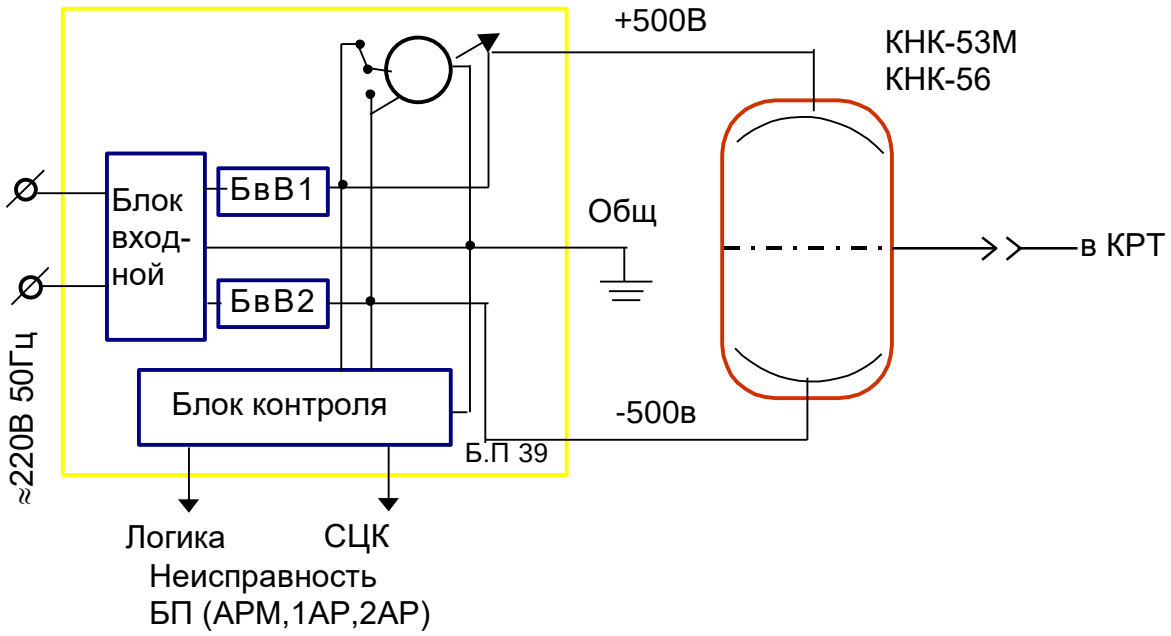

Рисунок 3 Структурная схема блока питания БП.39

3.3 Корректор тока камер КрТ.5

Корректор тока камер типа КрТ.5 предназначен для регулировки величины тока, поступающего от ионизационной камеры во входные цепи приборов системы регулирования, измерения и защиты.

Прибор имеет один вход, на который поступает ток от камеры и два выхода. С одного из выходов регулируемый ток поступает во входные цепи приборов регулирования и защиты, с другого выхода–на указатель мощности (пультовой гальванометр).

Коэффициент деления токов между двумя выходами–40:1. Корректор позволяет уменьшить величину выходного тока по отношению к входному в 4,2 раза. Изменение коэффициента ослабления производится переключателями «грубо» и «точно», а также тумблером «2,5» на лицевой панели прибора. (рис.4)

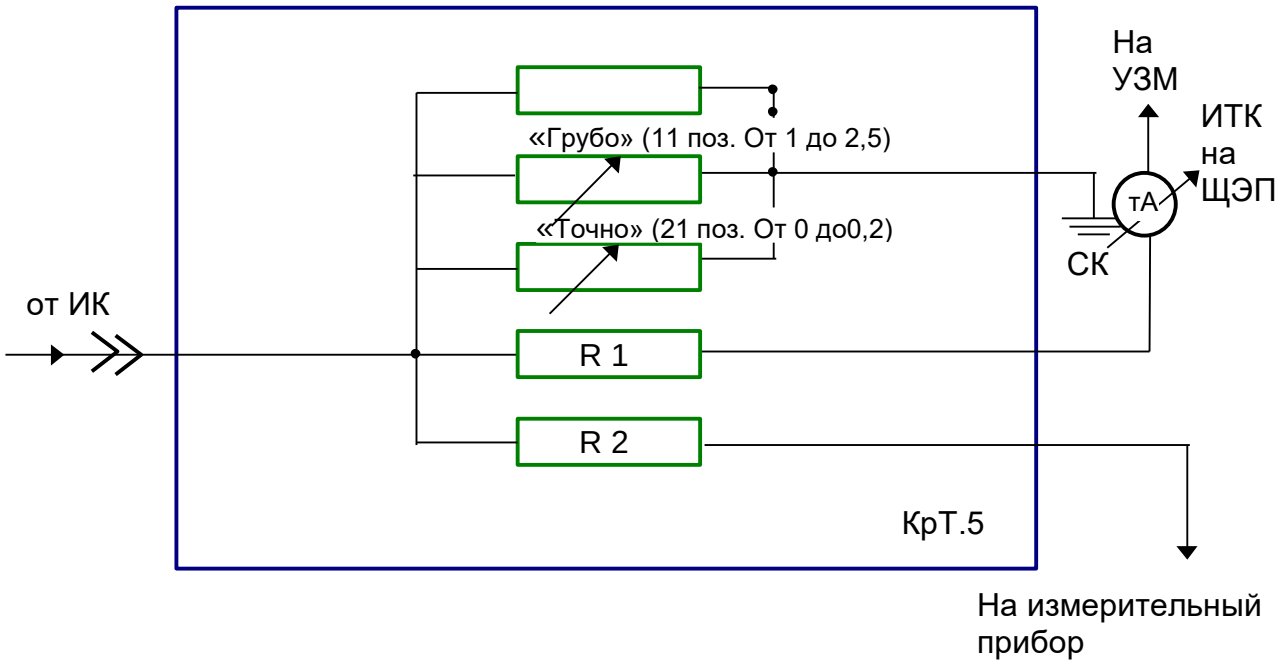

Рисунок 4 Схема корректора тока камер КрТ.5

3.4 Задатчик мощности

Задатчик мощности типа ЗДМ.5 предназначен для задания необходимого уровня мощности в схемах автоматического регулирования и аварийной защиты по превышению мощности.

Выходными сигналами прибора является:

- сигнал уставки уровня мощности в виде напряжения постоянного тока, линейно изменяющегося во времени с одним изломом характеристики по командам от ключа управления или от схем логики в пределах -5÷-120В. Сигнал поступает во входные цепи усилителей УЗМ.11 и УСО.10;
- напряжение постоянного тока, пропорциональное уставке мощности–в схему блока синхронного перемещения задатчиков БСП.36;
- сигнал в схему коррекции уставки по относительному и абсолютному уровней мощности (блок КрУ.4) в виде напряжения переменного прямоугольной формы частотой 1 КГц;
- сигнал постоянного тока на указатель заданной мощности на пульте БЩУ.0;
- сигнал неисправности прибора (в контактной форме на засветку лампы «Неисправность» на лицевой панели в потенциальной форме в логическую схему «АЗ-Т2» и «АЗМ»);
- сигналы «N≥60%», «N≥50%», «N≥20%» в контактной форме в логическую схему формирования АЗ-1÷3.

Входными сигналами прибора, обеспечивающими его работу в режимах изменения уставки с рабочей скоростью, ускоренного снижения уставки при управляемом снижении мощности, в режиме слежения за уставкой второго задатчика (для АР основного диапазона) является:

- сигналы от ключей управления КУЗ на пульте и на ЩЭП и от кнопки «быстрое снижение» (КБС) секция 3А БЩУ-О;

- сигнал из логической схемы АЗ-1,2,5, по снижению уставки с аварийной скоростью;
- сигнал от блока синхронного перемещения уставки задатчиков БСП.36.

Время изменения уставки задатчика мощности:

1. В режиме рабочих скоростей:

- от 5% до 20% шкалы равно 100±10сек;
- от 20% до 120% шкалы равно 400±10сек.

2. В режиме ускоренного снижения уставки (для задатчиков 1и 2 АР основного диапазона):

- от 100% до 5% равно≈50сек (2% в секунду).

Сигнал неисправности ЗДМ.5 выдается схемой контроля, срабатывающей:

1. при отсутствии напряжения питания цепи уставки;
2. при неисправностях стабилизатора;
3. при отсутствиях напряжения на обмотках двигателей. (рис.5)

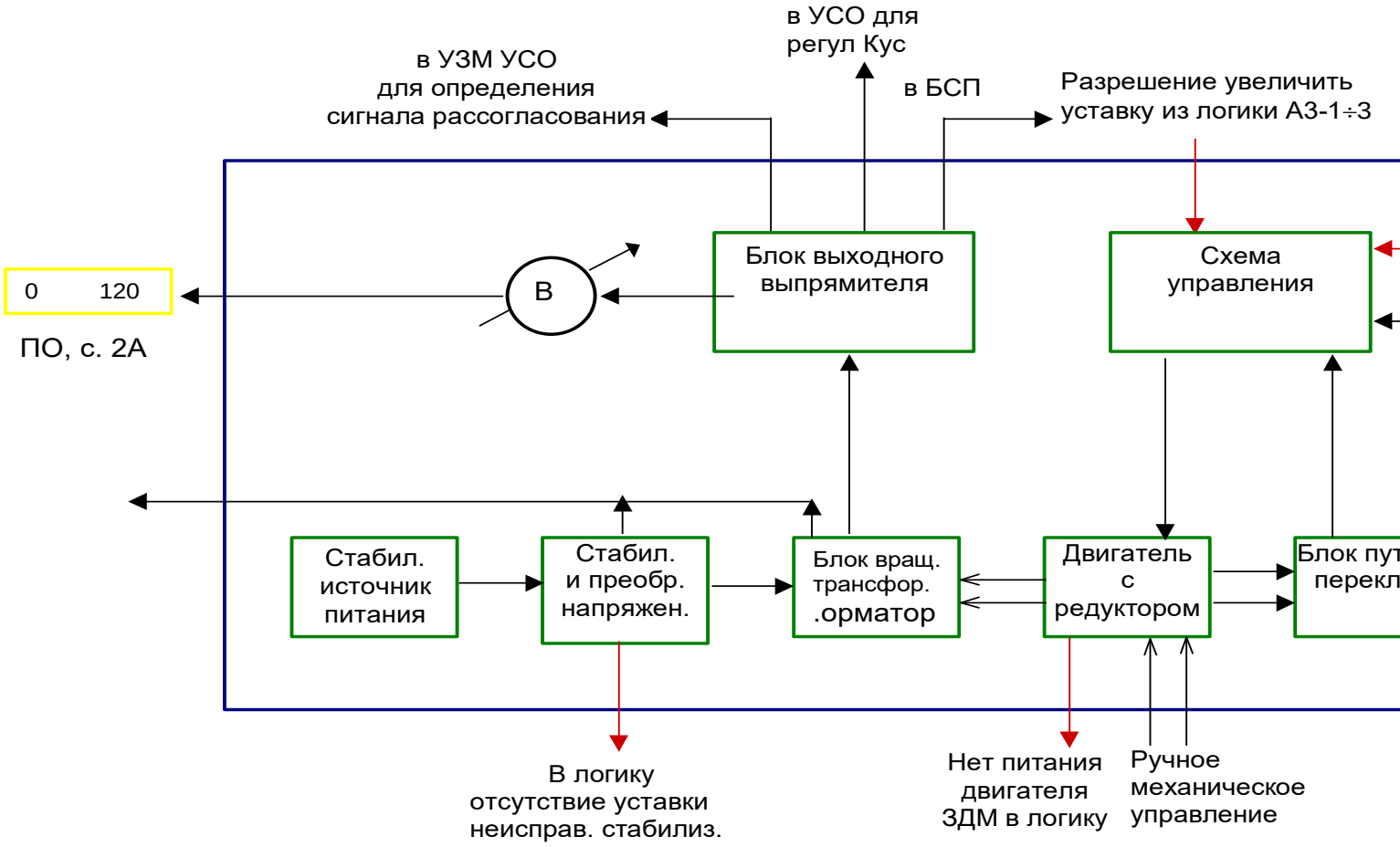

Рисунок 5 Функциональная схема задатчика мощности ЗДМ.5

3.5 Усилитель сигнала отклонения

Усилитель сигнала отклонения типа УСО.10 предназначен для работы в системе автоматического регулирования мощности ядерного реактора. Усилитель рассчитан на работу в диапазоне токов ионизационной камеры (5÷120) мкА, соответствующих изменению уставки задатчика мощности (5÷120) В.

Прибор обеспечивает:

1.усиление (канал нагрузки) сигнала отклонения тока камеры от заданого значения с коэффициентом усиления, регулируемым сигналом от задатчика мощности;

2.индикацию (канал индикации) встроенным и выносным приборами относительного отклонения тока камеры от заданного значения в диапазоне ±10%;

3.выходное напряжение в пределах ±10В, изменяющегося пропорционально величине отклонения и измеряемое встроенным прибором;

4.блокировку выхода канала нагрузки;

5.контроль наличия питания. (рис.6)

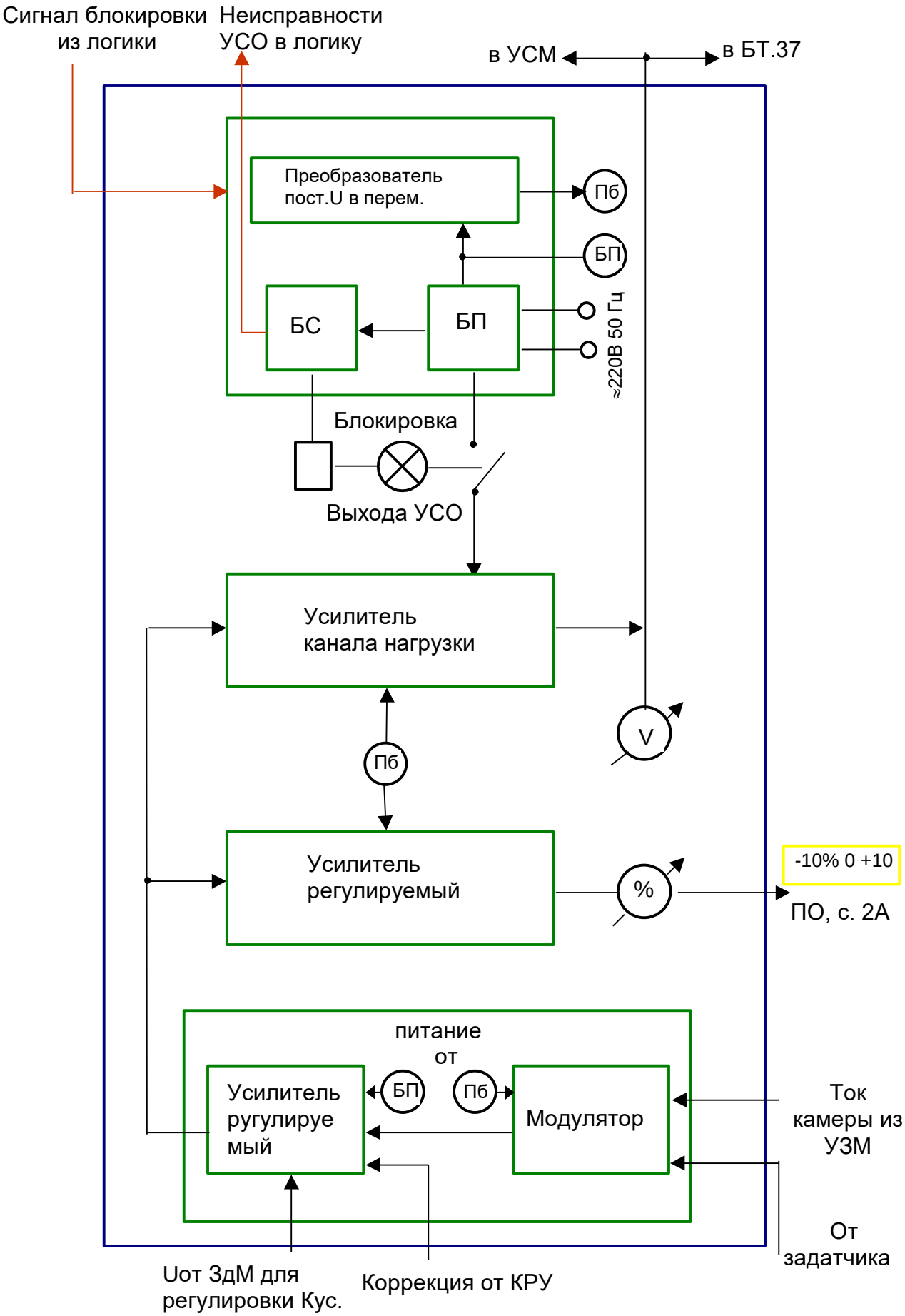

Рисунок 6 Функциональная схема усилителя сигнала отклонения УСО.10

3.6 Усилитель суммирующей

Усилитель суммирующий типа УСМ.12 предназначен для алгебраического суммирования сигналов отклонения в тракте автоматического регулятора мощности и выдачи управляющего сигнала на приборы исполнительной части АР (в блок управления системы синхронизации сервоприводов).

Выходной сигнал УСМ.12 также поступает в корректор уставки автоматический КрУ.4 для образования сигнала «ПК вниз» при разбалансе в тракте АР+2,5%$N_{зад.}$ И поступает в цепь управления задатчиками мощности ЗДМ.5.

Входными сигналами прибора являются выходные сигналы каналов нагрузки 4-х усилителей УСО.10.

Входные сигналы изменяются в пределах ±10В, выходной сигнал в пределах ±20В. Выходная характеристика имеет излом на уровне 8-12В.

При достижении выходным сигналом величины (20±2)В в приборе срабатывает реле максимального разбаланса и выдает сигнал в схему логики управления регулятором (сигнал «Недоп. разбал.» на ПО.(рис.7)

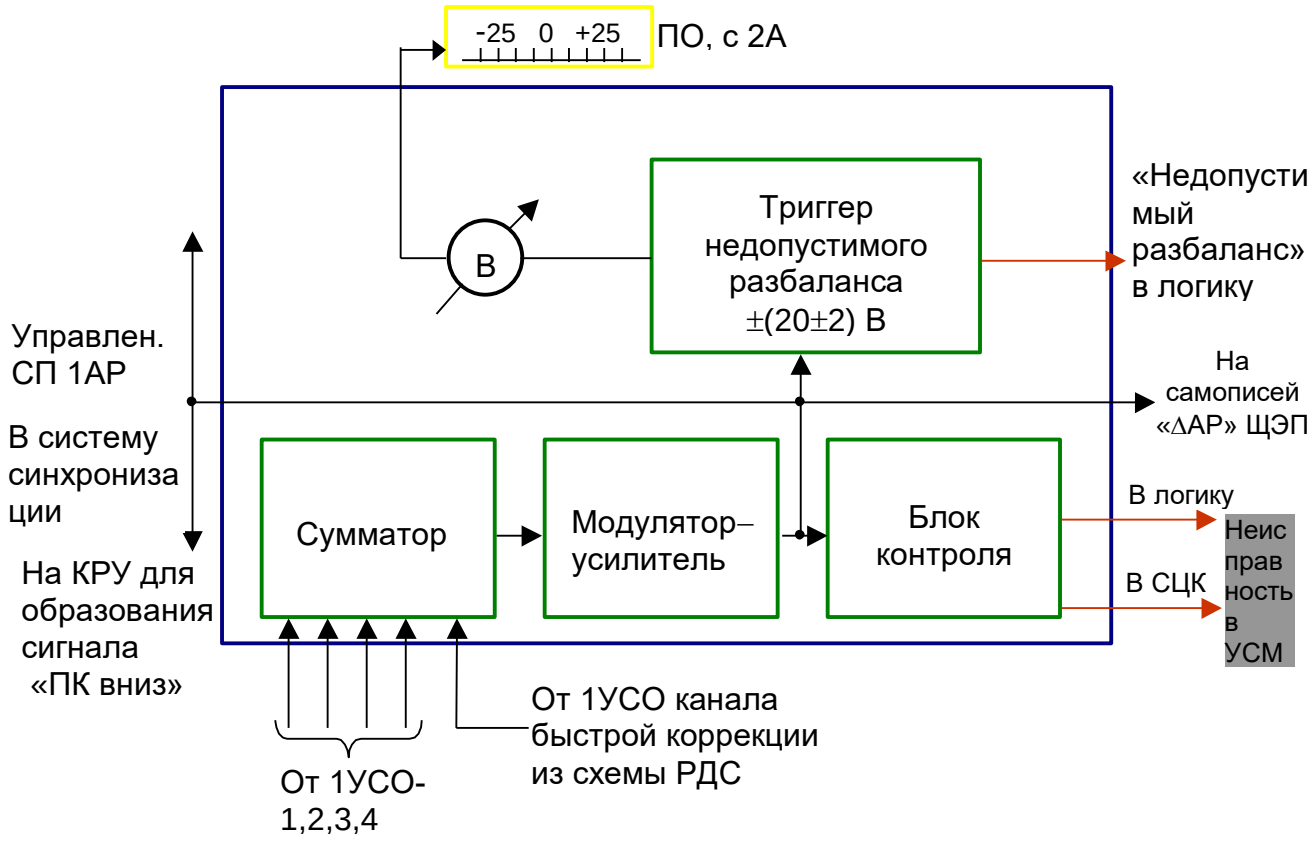

Рисунок 7 Функциональная схема усилителя суммирующего УСМ.12

3.7 Корректор уставки автоматический

Корректор уставки типа КрУ.4 входит в схему измерительной части АР основного диапазона и предназначен:

- для коррекции заданного уровня мощности в диапазоне от -15% до +5% заданного уровня уставки задатчика мощности (режим относительной коррекции) со скоростью 0,1% N з/сек и для индикации уровня корректирующего сигнала;
- для выдачи в «схему логики ПК-А3» сигналов «разбаланс +2,5% $N_{зад}$» требующих подключения групп ПК-А3 при ситуации А31,2. Сигнал снимается при снижении разбаланса до +0,5% $N_{зад}$;для подстройки к нулю разбаланса в тракте АР,находящегося в режиме «горячего резерва» коррекция включается при разбалансе 2,5% (сигнал с выхода УСМ.12 резервного АР) и отключается при разбалансе 0,5%.

Входными сигналами прибора является:

1. напряжение от задатчика (режим относительной коррекции);сигнал выбора типа коррекции (подстройка резервного АР или «тепловая коррекция» из логической схемы АР. Сигнал имеет контактную форму;
2. сигнал управления из УСМ.12, вызывающий включение схемы коррекции заданного уровня мощности при пороговом значении (-8±1)В и выключение при (-2±0,5)В;сигнал разрешения слежения (включен тумблер ТОС на ЩЭП).(рис.8)

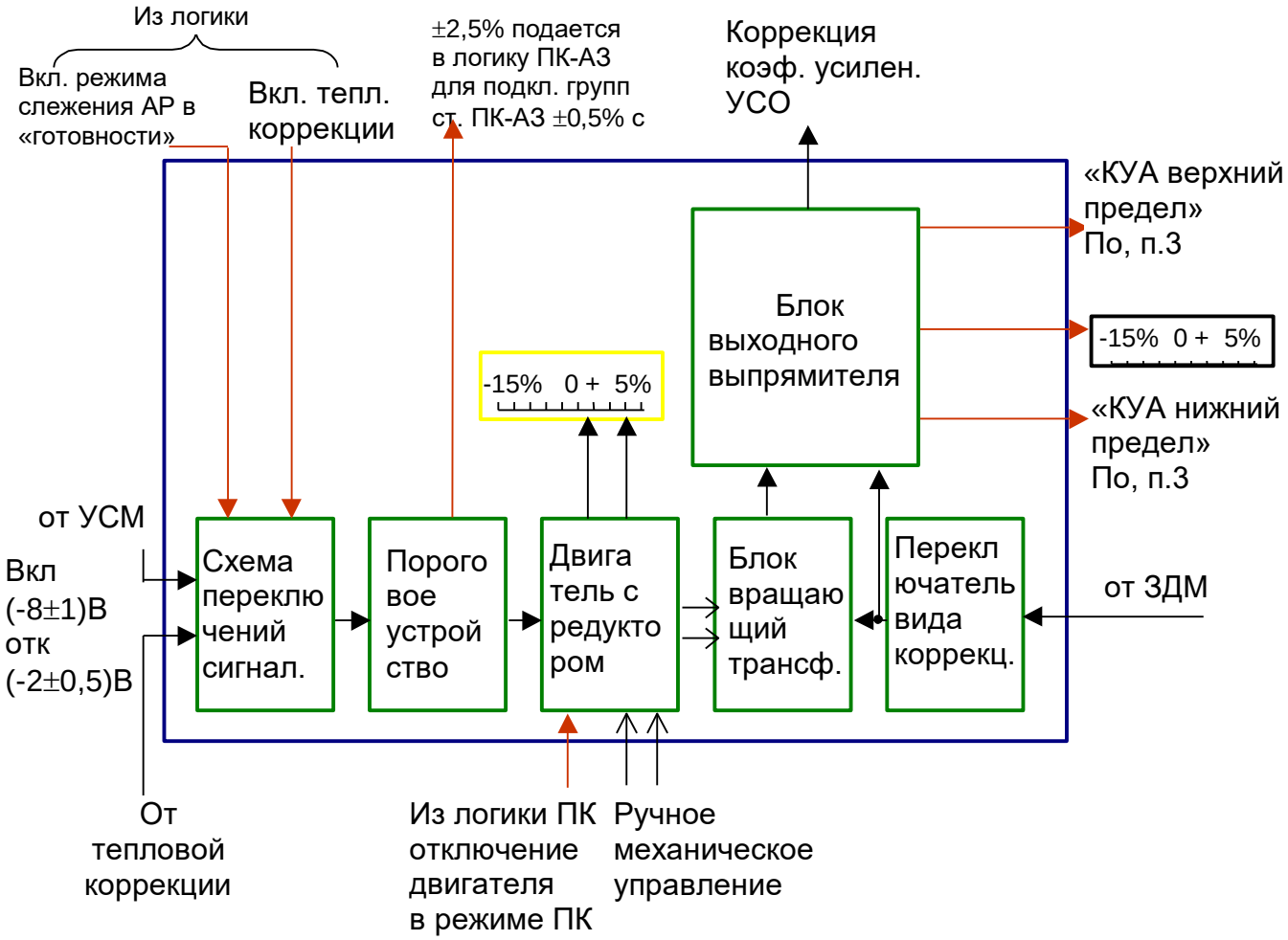

Рисунок 8 Функциональная схема корректора уставки КРУ.4

3.8 Блок синхронного перемещения БСП.36

Блок синхронного перемещения типа БСП.36 работает совместно с двумя задатчиками мощности ЗДМ.5 и предназначен для приведения в соответствие (синхронизации) уставок задатчиков 1АР и 2АР.

Входными прибора являются:

- напряжение постоянного тока от 13М и 23М, пропорциональные уставки обоих задатчиков.

Прибор осуществляет сравнение уставок задатчиков мощности, выдачу сигналов напряжения постоянного тока с двумя уровнями «0» и «1» в схему управления 1-го и 2-го при расхождении уставок более, чем на ±0,5% номинального уровня. Индикация знака расхождения уставок осуществляется с помощью сигнальных ламп «N1> N2» и «N2> N1» на лицевой панели прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ: описать принцип работы.

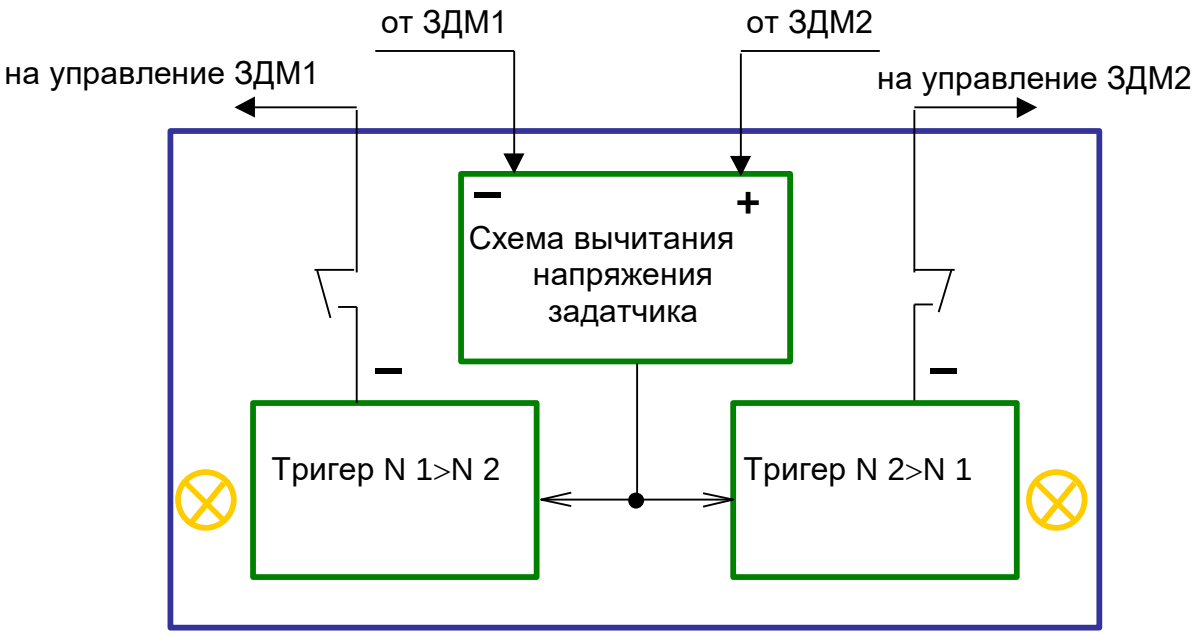

Рисунок 9 Функциональная схема блока синхронного перемещения задатчиками мощности БСП.36

3.9 Усилитель защиты по мощности

Усилитель защиты по мощности УЗМ.11 предназначен для работы совместно с задатчиком мощности типа ЗДМ.5 в схеме аварийной защиты реактора (АЗММ, АЗМ).

Входными сигналами прибора являются:

1. ток ионизационной камеры, изменяющейся с 0 до 100МКА (вход+ и -);
2. напряжение постоянного тока от задатчика мощности, изменяющегося в пределах от-5 до -120 В.

Прибор осуществляет:

1. выдачу сигналов АЗ и ПС при превышении тока камеры заданного значения на величину выбранной уставки. В приборе устанавливается уставка АЗ (6,10,15 или 20 мкА), срабатывание ПС происходит при превышении тока камеры над заданной на величину, равную половине значения уставки АЗ;
2. индикацию отклонения тока камеры в пределах заданной уставки АЗ встроенным и выносным электрическими индикаторами разбалансов, на шкалах, которых нанесены зоны срабатывания «ПС» и «АЗ»;
3. непрерывный контроль исправности прибора. При возникновении неисправности в тракте прибора выдается сигнал ПС и АЗ.(рис.9)

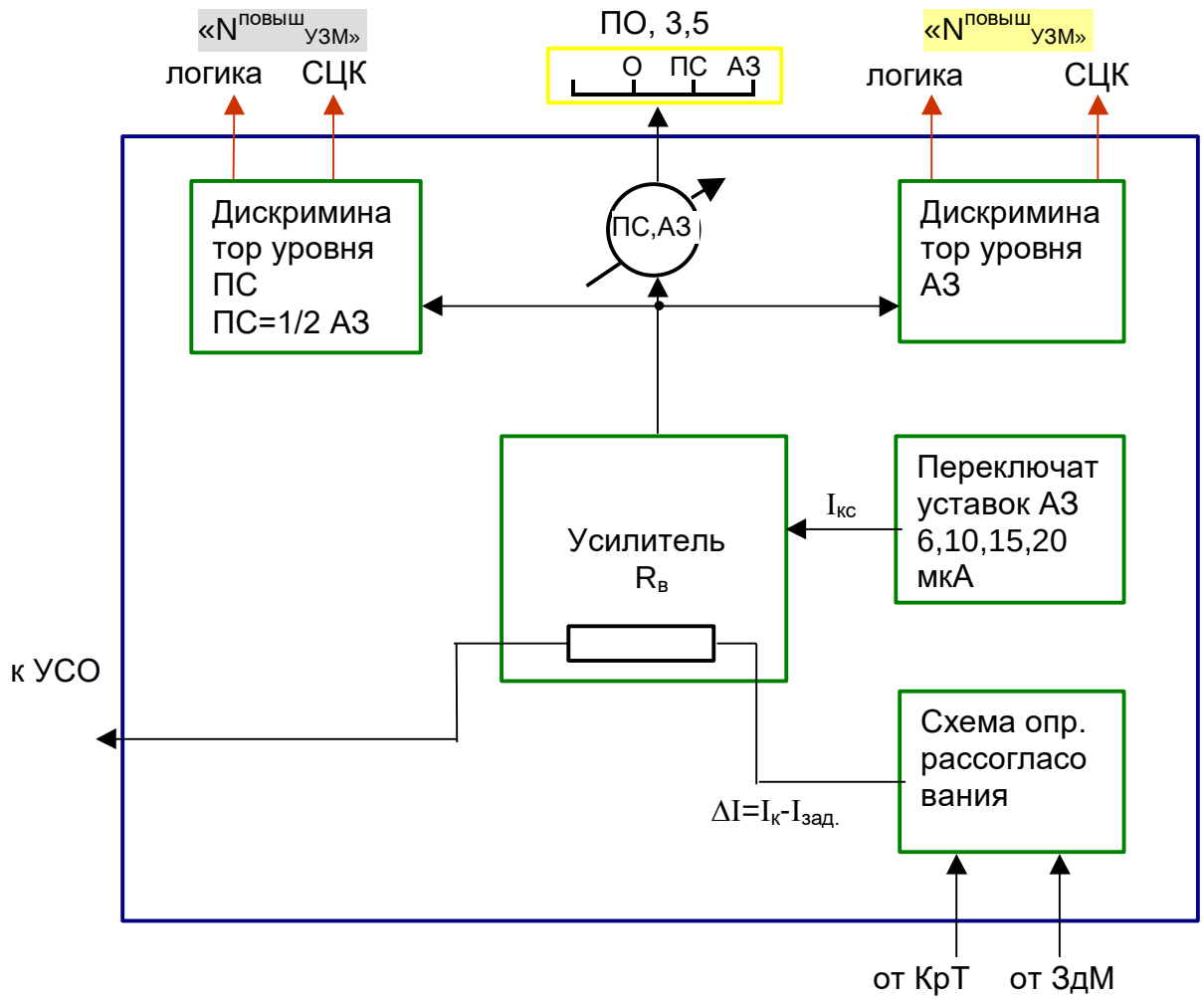

Рисунок 10 Функциональная схема усилителя защиты по мощности УЗМ.11

Контрольные вопросы достижения учебных целей:

1. Перечислить все основные части АРМ-АЗММ и АР-АЗМ.
2. Назвать по каждой из основных частей АРМ-АЗММ и АР-АЗМ формирование сигналов в логику и СЦК «Скала».
3. Объяснить различия и сходства в работе АРМ-АЗММ и АР-1,2.

ЗАНЯТИЕ 4. ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ И РЕАКТИВНОСТИ. РЕАКТИМЕТР, КСПВ-4

Промежуточные учебные цели:

1. Сформулировать назначение, перечислить состав, рассказать размещение КСПВ-4, реактиметра.
2. Назвать пределы измерений, КСПВ-4 и реактиметра.
3. Нарисовать структурную схему измерительных каналов регистрации нейтронной мощности и реактивности и рассказать принцип работы.

4.1 Схема измерения средней мощности и реактивности

Измерение и регистрация средней нейтронной мощности и мгновенной реактивности реактора осуществляется от пяти камер КНК-53М соединенных параллельно. С двух камер токовый сигнал поступает на самописец средней нейтронной мощности КСПВ-4 и с трех камер на реактиметр типа «Памир» и самописец реактивности КСП-2. Все пять камер КНК-53М получают питание от одного блока питания БП.39 (БПСМ) и при неисправности или потери питания БПСМ на БЩУ-0 панели 6 появляется сигнал «Неисправность БПСМ». Диапазон измерения и регистрации нейтронной мощности и реактивности находится в пределах от ($8 \cdot 10^{-8}$ до 1) $N_{ном.}$

4.2 Измерения средней нейтронной мощности реактора

Измерение и регистрация средней нейтронной мощности осуществляется автоматическим наноамперметром КСПВ-4. Диапазоны измерения КСПВ-4 ($8 \cdot 10^{-8}$ до 1) $N_{ном.}$ Пределы измерения изменяются с помощью переключателя пределов на 12 положений, установленного на пульте 0 (секция 1А). Самописец установлен на панели 3 щита 0.

Токовый сигнал на КСПВ-4 поступает с двух камер КНК 53, собирающие электроды которых соединены параллельно.

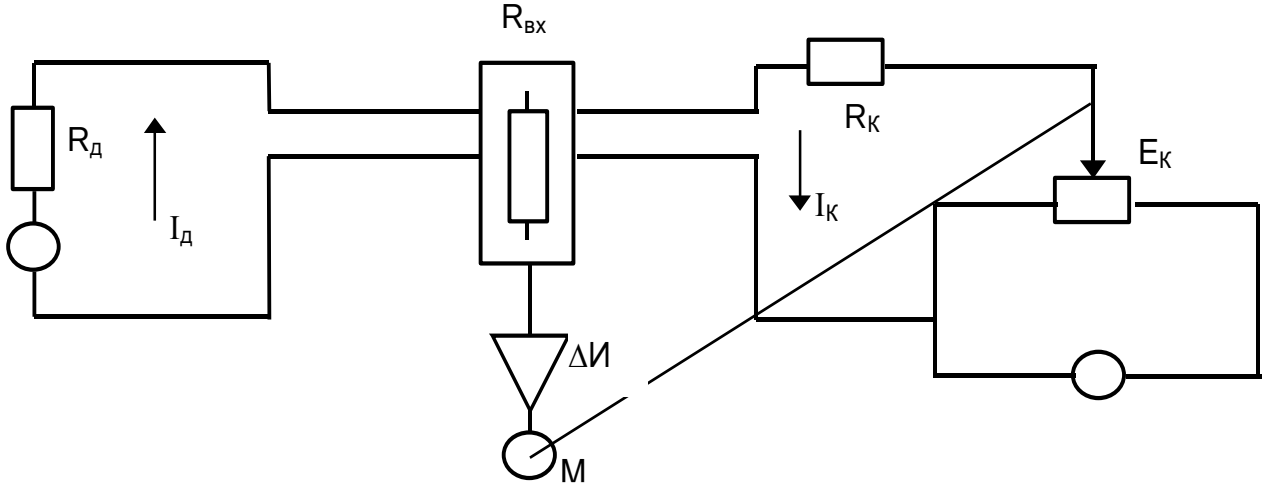

Рисунок 11 Электрическая функциональная схема наноамперметра КСПВ-4

Прибор построен по блочному принципу. Блоки и отдельные элементы размещены внутри корпуса серии КС-4 на выдвижном кронштейне.

В основу принципа работы прибора положен компенсационный метод измерения (сравнения токов).

Где: $I_д$–ток датчика;

$I_К$–ток компенсации;

ΔИ–напряжение снимаемое с реохорда;

$R_{вх}$–сопротивление определяющее предел измерения;

Δ–ошибка.

При неравенстве тока датчика и тока компенсации появляется сигнал разбаланса. Этот сигнал поступает на усилитель, преобразуется в сигнал переменного тока и приводит во вращение двигатель, который вращается пока существует напряжение разбаланса. Вращение выходного вала реверсивного двигателя преобразуется с помощью механической передачи в прямолинейное движение каретки, на которой закреплены контактные реохорда, указатель и напитывающее устройство.

Положение переключателей пределов	Пределы измерения, А
1	1×10^{-10}
2	1×10^{-9}
3	5×10^{-9}
4	1×10^{-8}
5	5×10^{-8}
6	1×10^{-7}
7	5×10^{-7}
8	1×10^{-6}
9	1×10^{-5}
10	5×10^{-5}
11	1×10^{-4}
12	1×10^{-3}

4.3 Измерение мгновенной реактивности реактора

Измерение и регистрация мгновенной реактивности реактора осуществляется реактиметром типа «Памир» и самописцем КСПВ-2. Реактиметр измеряет мощность в виде линейно изменяющегося тока в диапазоне (10^{-11}–10^{-3}) А и реактивности от 0.01 $\beta_{эфф}$ до 10 $\beta_{эфф}$.

Динамический диапазон измерения реактивности составляет 4 порядка (декады) т.е. в этих пределах реактиметр производит непрерывное вычисление реактивности без переключения диапазона входного тока. Реактиметр представляет собой аналоговую вычислительную машину, работа которой основана на решении обратного уравнения кинетики реактора.

Токовый сигнал на измеритель реактивности поступает с трех камер КНК 53М соединенных параллельно.

Реактиметр установлен на панели 3 щита 0. Сигнал неисправности блока питания КСПВ-4 и реактиметра выведен на панели 6 щита 0.

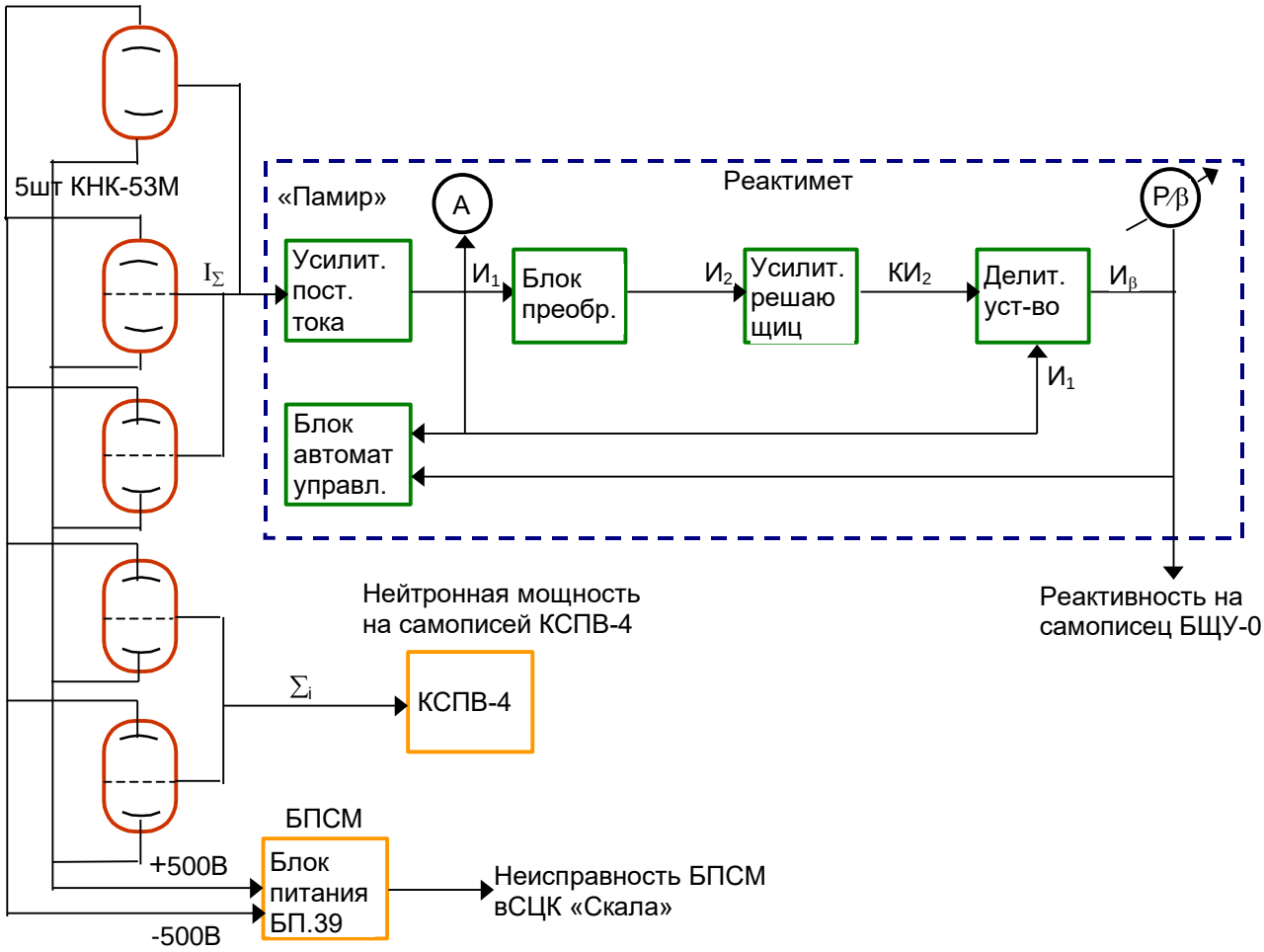

Рисунок 12 Структурная схема каналов измерения реактивности и записи средней мощности