Статический тиристорный возбудитель с микропроцессорным управлением типа ВТ2ТС-295-255-ММП2-11 УХЛ4 для турбогенератора отл4 Астанинской ТЭЦ-1

Техническое описание и инструкция по эксплуатации 1СМ. 572. 078

Екатеринбург
2016

Внимание! Допускается изменение типа комплектующих изделий относительно указанных в документации, не ухудшающее качество системы возбуждения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ 4
2. НАЗНАЧЕНИЕ. 4
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ 4
4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ВОЗБУДИТЕЛЯ. 6
5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ. 8
6. РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ. 34
7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ. 34
8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ. 34
9. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ. 35
9.1. ПРОВЕРКА ИЗОЛЯЦИИ. 35
9.2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ. 36
ПРОВЕРКА ВТ ПРИ РАБОТЕ ГЕНЕРАТОРА НА ХОЛОСТОМ ХОДУ И ВОЗБУЖДЕНИИ ОТ РЕЗЕРВНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ. 46
ПРОВЕРКА ВТ ПРИ РАБОТЕ ГЕНЕРАТОРА В СЕТИ И ВОЗБУЖДЕНИИ ОТ РЕЗЕРВНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ. 46
ПРОВЕРКА ВТ ПРИ РАБОТЕ ГЕНЕРАТОРА НА ХОЛОСТОМ ХОДУ 47
ПРОВЕРКА ВТ ПРИ РАБОТЕ ГЕНЕРАТОРА В СЕТИ. 48
10. ПОРЯДОК РАБОТЫ. 50
11. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ. 52
12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ. 52

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рис. 1. Блок датчиков параметров. 15
Рис. 2. Блок **АРВ** и **СИФУ** 17
Рис. 3. Блок системного стабилизатора. 20
Рис. 4. Блок задания уставки АРВ, ограничителей перегрузки и В/Гц. 21
Рис. 5. Блок управления режимами работы системы возбуждения. 23
Рис. 6. Блок диагностики. 25
Рис. 7. Блок защит. 27
Рис. 8. Блок выбора каналов управления 30
Рис. 9. Сервисный блок для проведения наладочных работ 31
Рис. 10. Устройство **UN002** для наладки АРВ. 31
Рис. 11. Панель оператора **OP1S**. 32
Рис. 12. Изображение на дисплее PC при открытии файла *.dnl 38
Рис. 13. Таблица параметров SIMOREG 39
Рис. 14. Ввод параметров. 39
Рис. 15. Изображение на дисплее PC при включении осциллографа. 40
Рис. 16. Окна настройки осциллографа. 40
Рис. 17. Примерный вид осциллограммы. 41
Рис. 18 Схема электрическая принципиальная (упрощенная) и соединений. 53
Рис. 19. Схема подключений по цепям вторичной коммутации. 54
Рис. 20. Габаритно – установочные размеры оборудования. 55
Рис. 21. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 1/5. 56
Рис. 22. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 2/5. 57
Рис. 23. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 3/5. 58
Рис. 24. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 4/5. 59
Рис. 25. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 5/5. 60
Рис. 26. Ячейка УВ (UV06) управления выключателем. 61
Рис. 27. Ячейка СВС (R007). 62
Рис. 28. Ячейка питания ЯП1 (P004). 63
Рис. 29. Ячейка резервного питания ЯРП (P001). 63

Рис. 30. Ячейка ЯД (D003-1). 64
Рис. 31. Ячейка Z005 (ЯЗ3). 65
Рис. 32. Ячейки ЯИС (S001). Лист1/2. 66
Рис. 33. Ячейка ЯИС (S001). Лист2/2. 67

1. Введение

1.1. В настоящем техническом описании и инструкции по эксплуатации (ТО) содержатся необходимые сведения по устройству, принципу работы, эксплуатации, обслуживанию и регулированию статического тиристорного возбудителя с микропроцессорным управлением типа **ВТ2ТС – 295 – 255 – ММП2 – 11 УХЛ4** (в дальнейшем «**ВТ**») и его составных частей.

1.2. При эксплуатации **ВТ** следует дополнительно руководствоваться следующими эксплуатационными документами, поставляемыми совместно с оборудованием:

- Паспорт 1СМ.572.043 ПС;
- Выключатели автоматические серий ВА51 и ВА52. Техническое описание ВИАК.641000.007 ТО и инструкция по эксплуатации ВИАК.641600.001 ИЭ;

1.3. **ВТ** разработан коллективом сотрудников СКБ «ЭЦМ» в составе:

Шелепов А.С. – главный конструктор, Синепольский В.А. – начальник сектора систем возбуждения, Куминова Г.И. – начальник КБ, Лешко М.И., Давыдова А.А., Андронов В.А. и др.

2. Назначение.

2.1. **ВТ** предназначен для питания обмотки возбуждения синхронного генератора автоматически регулируемым выпрямленным током.

2.2. Структура условного обозначения возбудителя:

ВТ2 Т С(Н)-ХХХ-ХХХ-ММП Х-Х-Х УХЛ4

Климатическое исполнение и категория размещения
0 - без защиты от "земли" в роторе **1- с защитой от "земли" в роторе**
0- без автоматического регулятора возбуждения **1 - с автоматическим регулятором возбуждения**
Р - с аналоговым резервным управлением **2 - с микропроцессорным резервным управлением**
ММП - мостовая схема выпрямления с микропроцессорным управлением
Номинальное напряжение, В
Номинальный ток, А
С-по схеме самовозбуждения **Н-по схеме независимого возбуждения**
Т-турбогенератора
Возбудитель тиристорный, исполнение 2

2.3. Климатическое исполнение **ВТ** - для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом.

2.4. **ВТ** предназначен для эксплуатации в помещении с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых вентилируемых помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги). При этом:

2.4.1. нормальное значение температуры окружающего воздуха от +5 до +40°С, предельное верхнее значение температуры +45°С,

2.4.2. окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих уровень изоляции в недопустимых пределах,

2.4.3. запыленность неагрессивной пылью не более 0,7 мг/м^3,

2.4.4. высота над уровнем моря не более 1000м.

3. Технические данные

3.1. **ВТ** представляет собой комплекс оборудования, необходимый и достаточный для возбуждения турбогенератора во всех режимах работы.

3.2. **ВТ2ТС** выполнен по одногрупповой схеме параллельного самовозбуждения, а **ВТ2ТН** по одногрупповой схеме независимого возбуждения.

3.3. Основные технические данные и характеристики **ВТ** приведены в Табл. 1

Табл. 1

1. Номинальное напряжение / номинальное напряжение возбуждения, В	255 / 214
2. Номинальный ток / номинальный ток возбуждения, А	295 / 251
3. Потолок возбуждения по напряжению[1], о.е.	2,5
4. Потолок возбуждения по току[2], о.е.	2,0
5. Длительность форсировки, с	20
6. Быстродействие[2], с, не более	0,04
7. Частота напряжения питающей сети, Гц	50
8. Допустимое изменение частоты напряжения питающей сети, Гц: длительно кратковременно, не более 20с	 +2; -3 +15;-10
9. Питание электронных устройств систем управления преобразователем производится от вентильных обмоток преобразовательного трансформатора через трансформатор собственных нужд ТСН и составляет, В	380
10. Допустимое изменение напряжения питания **ВТ** от статора генератора, %: длительно кратковременно, не более 1с кратковременно, не более 20с	 +10; -20 +40 +20; -93[3]
11. Напряжение питания собственных нужд от сети 50Гц, В	380
12. Напряжение питания собственных нужд от сети постоянного тока, В	220
13. Потребление мощности собственными нуждами **ВТ** при номинальном напряжении питания, не более: ♦ От станционной сети ~3N*380В, кВА ♦ От станционной сети постоянного тока 220В, кВт: ❖ Устройством начального возбуждения в течение 10с ❖ По цепям оперативного тока при коммутациях **УГП** ❖ По цепям резервного питания ♦ От измерительных трансформаторов напряжения генератора, ВА ♦ От измерительного трансформатора тока генератора, ВА	 0,3 ≈3,5 2,0 0,3 3 8
14. Коэффициент полезного действия (расчетное значение), %	96
15. Общий уровень шума, dB, не более	75
16. Охлаждение	Естественное воздушное

3.4. **ВТ** содержит один тиристорный преобразователь с двумя каналами управления и регулирования – основным (**ОКУ**) и резервным (**РКУ**). Оба канала выполнены цифровыми на базе микропроцессорного модуля управления **SIMOREG** фирмы SIEMENS AG.

3.5. **ВТ обеспечивает следующие режимы работы генератора:**

3.5.1. Автоматическое управление возбуждением генератора;
3.5.2. Автоматический и ручной перевод управления с ОКУ на РКУ и обратно;
3.5.3. Пуск и остановку, начальное возбуждение и включение в сеть методом точной (ав-

---

[1] При номинальном напряжении прямой последовательности на выводах генератора

[2] При напряжении прямой последовательности на выводах генератора, превышающем 80% номинального значения, а так же при продолжительности короткого замыкания не более 0,18с для генератора, работающего на сеть 110кВ и выше, и 0,3с для генератора, работающего на сеть 35кВ и ниже при условии, что после отключения короткого замыкания напряжение прямой последовательности на выводах генератора, превышает 80% номинального значения. В противном случае допускается снижение потолка возбуждения по току до значения, равного произведению напряжения прямой последовательности в относительных единицах на коэффициент 2,5; требования к быстродействию в этом случае не устанавливают.

[3] При наличии резервного питания от сети 220В постоянного тока.

томатической и ручной) синхронизации и самосинхронизации;

3.5.4. Работу в энергосистеме с нагрузками от холостого хода до номинальной и перегрузками в соответствии с перегрузочной характеристикой генератора;

3.5.5. Устойчивую работу в переходных и аварийных режимах (набросы и сбросы нагрузки, короткие замыкания);

3.5.6. Работу в режимах недовозбуждения, допускаемых генератором;

3.5.7. Аварийные режимы генератора без повреждений (асинхронный ход при соответствующей для генератора мощности или асинхронные провороты с последующей ресинхронизацией или отключением генератора от сети и режимы внезапных коротких замыканий);

3.5.8. Перевод возбуждения генератора с ВТ на резервный возбудитель и обратно без перерыва питания обмотки возбуждения;

3.5.9. Форсировку возбуждения с заданной кратностью и развозбуждение при нарушениях в энергосистеме, вызывающих, соответственно, снижение или увеличение напряжения на шинах станции;

3.5.10. Развозбуждение и гашение поля при нормальной остановке генераторов переводом тиристорного преобразователя в инверторный режим;

3.5.11. Гашение поля в аварийных режимах устройством гашения поля (УГП);

3.5.12. Регулирование тока возбуждения по отклонению и производной напряжения генератора, по отклонению и производной частоты напряжения генератора, по производной тока возбуждения;

3.5.13. Дистанционное изменение уставки напряжения генератора в пределах от 80 до 110% номинального значения;

3.5.14. Ограничение тока возбуждения генератора двукратным значением по отношению к номинальному току возбуждения без выдержки времени, а так же ограничение перегрузки по току возбуждения по время-зависимой характеристике;

3.5.15. Ограничение минимального тока возбуждения с уставкой, зависящей от активной мощности генератора, в режиме потребления реактивной мощности из сети;

3.5.16. Автоматическое уменьшение уставки напряжения генератора при снижении частоты с коэффициентом 2% по напряжению генератора на 1Гц изменения частоты;

3.6. **Состав возбудителя.**

В состав **ВТ** входят следующие составные части:

- Трансформатор преобразовательный,
- Шкаф возбудителя,
- Комплект запасных частей к возбудителю,
- Комплект эксплуатационной документации на ВТ в соответствии с п.1.2.

4. Устройство и работа возбудителя.

4.1. Принципиальная электрическая схема **ВТ** приведена на Рис. 18.

4.2. Первичная обмотка трансформатора возбуждения **TU** подключена либо непосредственно к статорному шинопроводу (вариант **ВТ2ТС**), либо через защитный выключатель SF к щиту 0,4кВ собственных нужд ТЭЦ (вариант **ВТ2ТН**), а вторичная обмотка через разъединитель QS1 подключена к тиристорному преобразователю.

4.3. Тиристорный преобразователь, вся коммутационная аппаратура и электронные устройства схемы управления, регулирования, защиты и сигнализации расположены в шкафу **ВТ**.

4.4. Тиристорный преобразователь подключается к обмотке возбуждения с помощью выключателя **QR1**.

4.5. Подключение резервного возбудителя производится с помощью разъединителя **QS2** и выключателя **QR2**.

4.6. Подключение преобразовательного оборудования к трансформатору возбуждения **TU**, измерительным трансформаторам **TV1**, **TV2**, **TAB** и обмотке возбуждения производится в соответствии с Рис. 18. Подключение шкафа **ВТ** к оборудованию электростанции по цепям вторич-

ной коммутации производится в соответствии с Рис. 19.

4.7. Габаритно-установочные размеры преобразовательного оборудования приведены на Рис. 20.

4.8. Защита роторных цепей и преобразователя от перенапряжений осуществляется устройством защиты от перенапряжений, состоящим из тиристорного разрядника **FV** и разрядного резистора $\mathbf{R_{cc}}$.

4.9. Выключатели **QR1** и **QR2** совместно с тиристорным разрядником образуют устройство гашения поля **УГП** при работе соответственно на рабочем или резервном возбудителе.

4.10. В части питания оперативных цепей и цепей сигнализации схема **ВТ** выполнена следующим образом:

- Цепи 300, 600 - оперативный ток **ВТ**, в том числе и выключателя **QR1**,
- Цепи 100, 200 - оперативный ток контактора самосинхронизации **КСС**,
- Цепи Р501, Р502 -оперативный ток резервного возбудителя, в том числе выключателя **QR2**,
- Цепи 701, 702 – питание цепей сигнализации рабочего возбудителя,
- Цепи Р701, Р702 – питание цепей сигнализации резервного возбудителя.

4.11. Команды управления выключателями, подачи возбуждения и гашения, изменения уставки **АРВ** подаются с верхнего уровня управления (в дальнейшем по тексту «**ВУУ**»).

4.12. Схемой управления предусмотрена возможность включения генератора в сеть методом точной синхронизации и самосинхронизации.

4.12.1. При точной синхронизации реализуется следующий алгоритм:

- При подаче команды на возбуждение включается контактор начального возбуждения **КНВ** и в обмотку возбуждения подается ток от ЩПТ-0,22кВ. Значение тока выбирается достаточным для подъема напряжения статора генератора до 0,07…0,1 номинального значения. При этом на тиристоры преобразователя подаются управляющие импульсы и дальнейший процесс возбуждения определяется работой преобразователя;
- **КНВ** отключается при достижении током возбуждения значения 12-15% номинального тока возбуждения. Процесс возбуждения происходит до номинального напряжения генератора, что определяется работой микропроцессорного модуля управления **SIMOREG** (в дальнейшем по тексту «**АС**»);
- В **АС** включается схема подгонки напряжения генератора к напряжению сети (при условии, что в схему подано напряжение сети). При $U_S=U_{СЕТИ}$ **АС** выдает во внешнюю схему сигнал о готовности **ВТ** к включению генератора в сеть. Генератор синхронизируется и включается в сеть;
- Если за время около 12с генератор не возбудился, то работает схема фиксации неуспешного начального возбуждения, подающая команду на отключение **УГП**.

4.12.2. При поступлении с **ВУУ** команды *САМОСИНХРОНИЗАЦИЯ* схемой автоматики реализуется следующий алгоритм:

- В схеме формируется команда на гашение тока ротора инвертированием;
- Выдается сигнал готовности **ВТ** к включению генератора в сеть (при работе на ОКУ);
- После включения генератора в сеть через 1с подается возбуждение. При этом **АС** на 3с переключает **АРВ** с регулирования напряжения на поддержание нулевого реактивного тока генератора. В это время происходит подгонка уставки **АРВ** по напряжению. После этого внешним воздействием на уставку устанавливается требуемый ток возбуждения генератора.

4.13. Для повышения «живучести» **ВТ** питание измерительных цепей напряжения производится от разных трансформаторов напряжения:

- От трансформатора **TV1** через выключатель **SF-ОКУ** производится питание цепей напряжения **ОКУ**,
- От трансформатора **TV2** через выключатель **SF-РКУ** производится питание цепей напряжения **РКУ**;

4.14. **ВТ** оснащен устройством диагностики, фиксирующим:

- Неисправность источников питания;
- Потерю возбуждения генератора, работающего в сети.

4.15. При возникновении неисправностей на внешний клеммник шкафа **ВТ** выдаются сле-

дующие сигналы:

- Аварийное отключение возбуждения,
- Обрыв цепей управления выключателем QR1,
- Обрыв цепей управления выключателем QR2,
- Потеря оперативного тока ВТ,
- Потеря оперативного тока резервного возбудителя,
- Ограничение режимов,
- Rи=0,
- Потеря напряжения питания цепей сигнализации ВТ,
- Неисправность (общий сигнал).

4.16. Возникающие неисправности фиксируются схемой диагностики и **АС**, визуализируются с помощью ячейки **ЯИС** и дисплея панели управления **PMU** или **OP1S**. Расшифровка сообщений ячейки **ЯИС** произведена в виде надписей на фасаде двери шкафа **ВТ**. При возникновении любой неисправности на верхний уровень управления подаются общий сигнал «**Неисправность**» и вызывной сигнал продолжительностью около 12с.

4.17. **ВТ оснащен следующими защитами:**

4.17.1. *Защитой от повышения напряжения генератора, работающего на холостом ходу.* Защита с уставкой $U_{ср}=1,2*U_{sn}$ действует без выдержки времени на отключение **УГП**;

4.17.2. *Защитой трансформатора возбуждения.* Защита с уставкой $I_{ср}=3,6*I_{fn}$ и выдержкой времени Тз ≈15мс действует на отключение УГП и выдает сигнал на отключение генератора от сети;

4.17.3. *Защитой от неограниченной по току форсировки.* Защита с уставкой $I_{ср}=2,2I_{fn}$ действует мгновенно на переключение канала управления и (при продолжении форсировки) с выдержкой времени 2с на отключение **УГП**;

4.17.4. *Защитой от потери возбуждения.* Защита при работе генератора в сети с уставкой $I_f=0,1*I_{fn}$ и задержкой 1с действует на включение **КСС**, переключение канала управления. Если при этом нормальный режим возбуждения не восстанавливается, то **КСС** остается включенным, а на **ВУУ** подается сигнал о включенном положении **КСС**;

4.17.5. *Защитой ротора от перегрузки током возбуждения.* Защита трехступенчатая, имеет интегральную характеристику и фиксирует перегрев ротора. При срабатывании фиксатора перегрева в схему **АС** подается команда на разгрузку по току возбуждения. Если команда на разгрузку не будет выполнена, то с задержкой, длительность которой зависит от кратности перегрузки, подается команда на перевод управления на **РКУ**. Если и после этого перегрузка не будет снята, то с задержкой, длительность которой также зависит от кратности перегрузки, подается команда на отключение **УГП**;

4.17.6. *Защитой от «земли» в роторных цепях.* Защита двухступенчатая и выдает сигналы при снижении сопротивления изоляции цепей возбуждения относительно вала генератора (или «земли» при отсутствии измерительной щетки вала) до значений 50кОм и 10кОм (заводская установка). Обеспечивается возможность настройки при вводе в эксплуатацию на другие уставки, соответствующие местным условиям. Защита выдает также сигнал при потере контакта со щеткой вала;

4.17.7. Защитой от перенапряжений в роторных цепях. Защита выполнена с помощью тиристорного разрядника многократного действия и действует путем закорачивания обмотки возбуждения на сопротивление самосинхронизации.

5. Устройство и работа составных частей.

5.1. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ** приведена на Рис. 21…Рис. 25. Шкаф **ВТ** содержит следующие функциональные устройства:

- Тиристорный преобразователь **ТП**,
- Коммутационную аппаратуру ввода рабочего и резервного возбудителей,
- Устройство начального возбуждения,
- Устройство защиты от перенапряжений,
- Устройства измерений и сигнализации.
- Аппаратуру основного канала управления,

- Аппаратуру резервного канала управления.

5.2. **ТП** выполнен по 3-х фазной мостовой схеме выпрямления. Охлаждение тиристоров естественное воздушное. Каждый тиристор оснащен индивидуальными охладителями для двухстороннего охлаждения. Защита трансформатора возбуждения от коротких замыканий в нагрузке, в том числе при пробое тиристора, выполнена на предохранителях FU1…FU3. Для ограничения коммутационных перенапряжений на входе преобразователя включены демпфирующие цепи RA – CA, RB – CB, RC – CC.

5.3. Подключение тиристорного преобразователя к источнику питания и нагрузке производится с помощью разъединителя **QS1** и выключателя **QR1**. Подключение **ВТ** к магистрали резервного возбуждения производится с помощью разъединителя **QS2** и выключателя **QR2**. Управление выключателями производится с помощью унифицированных по схеме ячеек **УВ1** и **УВ2** (**UV06**).

5.4. Принципиальная электрическая схема ячейки **UV06** приведена на Рис. 26. Ячейка функционирует следующим образом:

Команда на включение выключателя поступает на управляющий электрод тиристора 1V1. Тиристор 1V1 включается при условии, что отсутствует команда на отключение выключателя (в противном случае открывается транзистор 1V2 и блокирует команду на включение). При включении тиристора 1V1 на катушки электромагнитов привода YA1 и YA2 подается напряжение и выключатель включается.

Команда на отключение выключателя поступает одновременно на управляющие электроды тиристоров 2V1, 3V1. Через тиристор 2V1 подается команда на электромагнитный привод, а через тиристор 3V1 – на независимый расцепитель. Схема управления выполнена так, что команда на отключение выключателя **QR1** (**QR2**) от ключа проходит при условии, что оба выключателя включены. Команда на отключение от защит поступает в ячейки **УВ1** и **УВ2** непосредственно, независимо от положения выключателей.

Реле и оптроны выполняют следующие функции:

- К1 – контроль наличия оперативного тока выключателя,
- 5V2 – выдача сигнала о включенном положении выключателя,
- 5V1, 5V3, К2 –контроль исправности цепи отключения независимым расцепителем. Транзистор 6V1 блокирует работу схемы контроля исправности цепи отключения независимым расцепителем при отключенном выключателе,
- К4 – контроль наличия напряжений сигнализации (**УВ1**) и питания устройства начального возбуждения (**УВ2**);
- К5 – контроль наличия напряжения питания **КСС** (**УВ1**);
- К3 и 7V2 – сигнализация о подключении резистора самосинхронизации.

5.5. Силовые контакты выключателей включены в контур протекания тока возбуждения последовательно, так что при их отключении образуется три разрыва. Напряжение на электрической дуге каждого разрыва составляет ок. 400В, а суммарное напряжение – ок. 1200В. Под действием этого напряжения включается тиристор 2VS2 в **УЗП** и напряжение, прикладываемое к цепям возбуждения, ограничивается значением, соответствующим уставке разрядника. Ток ротора переключается в разрядную цепь, состоящую из тиристора 2VS2 и сопротивления самосинхронизации **Rcc**. При этом дуга на контактах выключателей гаснет, а ток ротора затухает в разрядной цепи. Кроме того, при отключенном положении **QR1** и **QR2** включается и остается включенным контактор самосинхронизации **КСС**, шунтирующий своими силовыми контактами разрядник **УЗП**.

- Тиристорный разрядник **УЗП** состоит из встречно-параллельно включенных тиристоров 2VS1, 2VS2 со схемой управления. Величина уставки срабатывания **УЗП** определяется количеством последовательно включенных стабилитронов, часть из которых может быть выведена из работы установкой соответствующей перемычки. При срабатывании **УЗП** обмотка возбуждения закорачивается на сопротивление **Rcc**. При этом по сигналу о срабатывании **УЗП** производится перевод управляющих импульсов одного из тиристоров в область инверторного режима, в кривой выпрямленного напряжения образуется провал, вследствие чего тиристор разрядника выключается. В качестве сигнала о включении УЗП используется напряжение, снимаемое с резистора Rcc.

5.6. Трансформатор собственных нужд **ТСН**, ячейки индикации **ЯИС** и земляной защиты **ЯЗЗ** являются общими для **ОКУ** и **РКУ**.

5.7. Трансформатор **ТСН** питается от шин А, В, С параллельно с тиристорным преобразователем. Номинальное выходное напряжение **ТСН** равно 380В. Нулевой вывод вторичной обмотки глухо заземлен.

5.8. *Принципиальная электрическая схема ячейки* **ЯИС** (S001) приведена на Рис. 32 и Рис. 33. **ЯИС** выполняет следующие функции:

- Индикацию с помощью светодиодов событий без запоминания и выдачи сигналов во внешние цепи. Для этого служат 5 каналов, элементы которых имеют индексы от 1 до 4;
- Индикацию с помощью светодиодов событий с выдачей во внешние цепи вызывного сигнала и сигнала «Неисправность» без запоминания. Для этого служат 8 каналов, элементы которых имеют индексы от 5 до 12;
- Индикацию с помощью светодиодов событий с выдачей во внешние цепи вызывного сигнала и сигнала «Неисправность» с запоминанием. Для этого служат 14 каналов, элементы которых имеют индексы от 13 до 26. Индикация снимается после квитирования схемы;

На элементах схемы с индексом 27 выполнена схема формирователя длительности вызывного сигнала. Вызывной сигнал отличается от сигнала «**Неисправность**» тем, что подается на 10…12с при возникновении каждой последующей неисправности, а сигнал «**Неисправность**» включается и остается включенным при появлении первого сигнала неисправности, фиксируемого с запоминанием.

5.9. З*ащита от снижения сопротивления изоляции цепей возбуждения*. В части материального исполнения схема защиты состоит из двух частей:

- основная часть, выполняющая защитные функции при возбуждении генератора как от рабочего, так и резервного возбудителей, выполнена в виде ячейки **ЯЗЗ** (Z005),
- вторая часть, выполняющая функции вычислителя текущего значения сопротивления изоляции, выполнена в **АС** в виде программного продукта. Значение сопротивления изоляции выводится на дисплей панели управления **OP1S**. Функция вычисления и индикация значения сопротивления изоляции реализуется только при включенном **АС**;

5.9.1. Принципиальная электрическая схема ячейки **ЯЗЗ** приведена на Рис. 31. **ЯЗЗ** содержит следующие функциональные устройства:

- источник стабилизированного напряжения ±12В, выполненный на трансформаторах Т1, Т2 и элементах схемы с индексом 1,
- источник контрольного стабилизированного напряжения 180В, выполненный на трансформаторах Т1, Т2 и элементах схемы с индексом 2. Этот источник с частотой ≈0,5Гц подключается оптоэлектронным реле 2V5 между плюсовой шиной цепей возбуждения и измерительной щеткой вала. При этом от плюсовой шины через резисторы 2R4, 2R5 и сопротивление изоляции протекает ток, значение которого определяется значением сопротивления изоляции, напряжением возбуждения, а при подключении источника контрольного напряжения – и значением этого напряжения,
- формирователь и распределитель импульсов (микросхемы D1 – D4), управляющий транзисторами 3V1 – 3V4 и задающий алгоритм работы схемы измерения падения напряжения на резисторе 2R5,
- три схемы выборки – хранения, фиксирующие в соответствии с заданным алгоритмом значение падения напряжения на резисторе 2R5.Считывание сигнала происходит в момент приложения к затвору полевого транзистора (4V1 – 6V1) отрицательного напряжения, что возможно при поступлении на базу управляющего транзистора (3V2 – 3V4) сигнала лог.1. Алгоритм работы схем выборок – хранения выбран с учетом распределенной емкости цепей возбуждения относительно вала (корпуса) генератора и задан комбинацией сигналов, поступающих на входы микросхем D4.1, D3.3, D3.1 и базу транзистора 3V1 с выхода делителя частоты D2. Схема выборки – хранения, выполненная на элементах с индексом 4, фиксирует значение измеряемого напряжения при приложении к сопротивлению изоляции напряжения возбуждения и контрольного напряжения в начале полупериода импульса контрольного напряжения (чтобы использовать влияние тока заряда емкости в схеме выявления потери контакта со щеткой вала). Схема выборки – хранения, выполненная на элементах с индексом 5, фиксирует значение измеряемого

напряжения при приложении к сопротивлению изоляции напряжения возбуждения и контрольного напряжения в конце полупериода импульса контрольного напряжения (чтобы исключить влияние тока заряда емкости) Схема выборки – хранения, выполненная на элементах с индексом 6, фиксирует значение измеряемого напряжения при приложении к сопротивлению изоляции только напряжения возбуждения так же в конце полупериода импульса контрольного напряжения (чтобы исключить влияние тока заряда емкости).

Фиксация измеряемого напряжения в начале полупериода контрольного напряжения обеспечивает за счет всплеска тока заряда емкости существенное значение измеряемого сигнала даже при высоких значениях сопротивления изоляции. На элементах с индексом 10 выполнена схема фиксации потери контакта со щеткой вала. Компаратор на микросхеме 10А1 переключается, когда значение входного сигнала становится меньше 0,6В. При этом в ячейку ЯИС подается сигнал «обрыв щетки вала».

Фиксация измеряемого напряжения в конце полупериода контрольного напряжения позволяет практически исключить влияние емкостных токов на результаты измерений. На элементах с индексом 7 выполнена схема измерителя, позволяющая по результатам двух измерений выделить составляющую, значение которой определяется только контрольным напряжением. На входе операционного усилителя 7А2 производится алгебраическое сложение инвертированного результата измерений при подключенном источнике контрольного напряжения и результата измерений при приложении к сопротивлению изоляции только напряжения возбуждения. В результате на выходе операционного усилителя формируется сигнал, значение которого определяется параметрами контрольного напряжения и сопротивления изоляции. С помощью резистора 7R6 настройка схемы производится таким образом, чтобы при металлическом коротком замыкании цепи возбуждения на вал генератора напряжение в контрольной точке «КИ» имело значение 10В. Устройство 7А5 представляет собой датчик напряжения, передающий сигнал с выхода измерителя на вход вычислителя с обеспечением гальванической развязки. Питание датчика осуществляется напряжением ±12В от интегральных стабилизаторов напряжения 7А3, 7А4.

На элементах с индексом 8 выполнена первая ступень схемы фиксации снижения сопротивления изоляции. С помощью резистора 8R1 схема настраивается на выдачу предупредительного сигнала «**Rи<min**» (заводская установка – 50кОм).

На элементах с индексом 9 выполнена вторая ступень схемы фиксации снижения сопротивления изоляции. С помощью резистора 9R1 схема настраивается на выдачу аварийного сигнала «**Rи=0**» (заводская установка – 10кОм);

5.9.2. **Состав ОКУ и РКУ.**

ОКУ и **РКУ** содержат одинаковый комплект аппаратуры: ячейки согласования входных сигналов **СВС1** (**СВС2**) типа R007, питания **ЯП1** (**ЯП2**) типа P004, резервного питания **ЯРП1** (**ЯРП2**) типа P001, ячейка датчиков **ЯД1** (**ЯД2**) типа D003-1 и микропроцессорный модуль управления АС1 (**АС2**) типа **SIMOREG**.

5.9.3. *Принципиальная электрическая схема ячейки **СВС*** приведена на Рис. 27.

Ячейка служит для гальванической развязки входных и выходных сигналов и команд, имеющих потенциал 220В, от потенциала 24В, на котором происходит обмен информацией с **АС**.

Ячейка содержит 12 идентичных по схеме каналов, для которых входной сигнал имеет потенциал 220В, и 11 также идентичных по схеме каналов, для которых входной сигнал имеет потенциал 24В.

Сигнал «**Возбуждение**» не должен теряться при потере оперативного тока, на котором осуществляется его передача. С этой целью ячейка содержит запоминающий триггер, выполненный на элементах схемы с индексом 24.

Питание ячейки осуществляется напряжением +24В от **АС**.

5.9.4. *Принципиальная электрическая схема ячейки **ЯП*** приведена на Рис. 28.

Ячейка служит для обеспечения резервного питания электронных устройств канала от сети 0,4кВ собственных нужд станции.

Ячейка содержит трансформаторы T1…T3, к вторичным обмоткам которых подключен выпрямитель с выходным напряжением ±24В, выполненный на диодах V1…V12.

На диодах V15…V18 выполнен источник напряжения 500В.

5.9.5. *Принципиальная электрическая схема ячейки* ***ЯРП*** приведена на Рис. 29.

Ячейка служит для обеспечения резервного питания путем преобразования постоянного напряжения 220В в гальванически развязанные напряжения источников ±24В и 500В.

Преобразователь постоянного напряжения в постоянное выполнен по полумостовой схеме на транзисторах 1V2, 2V2, конденсаторах 1C1, 2C1, трансформаторе T1 и соответствующих диодных выпрямителях с конденсаторными фильтрами.

Управление транзисторами преобразователя осуществляется схемой, содержащей генератор импульсов (D1, C2, R3), делитель частоты D2, схему совпадения на микросхеме D3, усилители тока управления на транзисторах 1V1, 2V1.

Схема совпадения обеспечивает время на восстановление запирающей способности силовых транзисторов, что необходимо для исключения протекания через транзисторы сквозного тока.

5.9.6. *Принципиальная электрическая схема ячейки* ***ЯД*** (D003-1) приведена на Рис. 30.

Каждый датчик состоит из согласующего трансформатора и электронной части, формирующей выходной сигнал датчика. В ячейке **ЯД** выполнены схемы следующих датчиков:

- Датчик напряжения генератора (элементы схемы с индексом 1 и 2). Выходной сигнал датчика – Us;
- Датчик активного тока генератора (элементы схемы с индексом 3). Выходной сигнал датчика - Ip;
- Датчик реактивного тока генератора (элементы схемы с индексом 3). Выходной сигнал датчика – Iq;

Питание схемы ячейки **ЯД** осуществляется стабилизированным напряжением ±12В от интегральных стабилизаторов A1, A2.

5.9.7. Состав, устройство и работа модуля управления **SIMOREG**.

SIMOREG является компактным цифровым устройством и предназначен для управления тиристорными преобразователями в регулируемых электроприводах постоянного тока, а также в других применениях преобразовательной техники.

5.9.7.1. Состав модуля SIMOREG:

- базовая электронная плата CUD1 (C98043-A7001),
- плата интерфейса с силовой частью C98043-A7042,
- плата импульсных трансформаторов C98043-A7043,
- плата интерфейсная C98043-A7009,
- панель индикации PMU (C98043-A7005),
- адаптер локальной шины LBA,
- плата дополнительная ADB,
- плата расширения EB1,
- плата расширения EB2,
- панель оператора OP1S.

5.9.7.2. Устройство и работа модуля управления **SIMOREG**:

Базовая электронная плата представляет собой микропроцессорный контроллер, выполняющий функции системы автоматического регулирования, системы импульсно-фазового управления, функции защиты, сигнализации и диагностики. Все перечисленные функции реализуются программным путем.

Плата интерфейса с силовой частью выполняет функции преобразования сигналов обратных связей для системы регулирования, управления силовой коммутационной аппаратурой, ввода сигналов диагностики из силовой части.

Плата импульсных трансформаторов выполняет функцию усиления и потенциального разделения импульсов управления для тиристорного преобразователя, вырабатываемых микропро-

цессорным устройством.

Панель индикации PMU снабжена пятиразрядным индикатором, тремя светодиодными индикаторами и тремя клавишами параметрирования. На панели управления находится также соединитель типа X300 с интерфейсом USS, соответствующим стандарту RS232 или RS485. Панель PMU обеспечивает всё необходимое для регулирования и настройки, а также отображения измеренных значений, необходимых для запуска модуля,

Интерфейсная плата предназначена для связи базовой электронной платы с платой интерфейса, силовой частью и панелью PMU.

Платы расширения EB1 и EB2 обеспечивают увеличение количества дискретных и аналоговых входов и выходов контроллера.

Панель оператора OP1S выполняет функции аналогичные PMU, но с более широкими возможностями. Панель управления OP1S расположена на двери шкафа, подключается к АС с помощью соединителя X300 и имеет ЖКИ дисплей с количеством символов 4x16, предназначенный для отображения имен параметров в виде простого текста. В качестве языка отображения можно выбрать немецкий, английский, французский, испанский или итальянский. Пользуясь панелью OP1S можно сохранять наборы параметров для их последующей загрузки в другие устройства.

Параметрирование модуля SIMOREG можно также осуществить через стандартный PC-совместимый компьютер с установленным программным обеспечением Drive Monitor. ЭВМ подключается к базовому блоку с помощью последовательного интерфейса. Этот интерфейс используется во время запуска, для сохранения параметров при выключении, а также для диагностики во время работы. Более того, обновленное программное обеспечение можно загрузить через этот интерфейс для хранения во флэш- памяти.

Интерфейс USS обеспечивает связь контроллера с PC-совместимым компьютером.

Программное обеспечение АС состоит из отдельных функциональных блоков, выполненных в цифровом виде (как программные устройства). В программном обеспечении выделяются коннекторы, бинекторы и параметры.

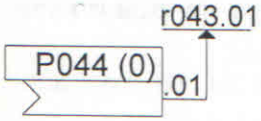
Все выходные переменные и результаты промежуточных вычислений внутри функциональных блоков доступны в виде «Коннекторов» (например, для последующей обработки в виде входного сигнала на другой функциональный блок или для осциллографирования этого сигнала). Величины, которые доступны через коннекторы, соответствуют выходным сигналам (обозначаются буквой «К», например, К9210 – коннектор, в котором записано текущее значение напряжения статора генератора).

Все двоичные выходные параметры и необходимые двоичные выходные сигналы функциональных блоков доступны через «Бинекторы» (коннекторы для двоичных сигналов). Бинекторы могут принимать значения логической единицы «1» или логического нуля «0». Бинекторы обозначаются буквой «В», например, В0022 – бинектор, отображающий положение выключателя генератора. При включенном в сеть генераторе В0022=1.

Параметры служат для подключения к входу функционального блока необходимых коннекторов или бинекторов, а так же для задания выбранной конфигурации функционального блока или задания численных величин. Параметры обозначаются буквой «P» или «U».

Считывание значений аналоговых и дискретных сигналов (значения величин, записанных в коннекторы, и состояние бинекторов) производится с помощью параметров наблюдения, обозначаемых как «r» или «n». Некоторые параметры наблюдения жестко закреплены за определенными коннекторами и бинекторами. Значения остальных коннекторов и бинекторов могут быть считаны выполнением специальной процедуры выбора. В обоих случаях считывание производится с помощью панелей управления PMU или OP1S, либо PC-совместимого компьютера с установленным программным обеспечением Drive Monitor.

Считывание значения коннекторов производится с помощью параметра выбора коннекторов P044.01…P044.07, которым соответствуют параметры наблюдения r043.01…r043.07.



Например, при наборе P044.01=K9210 значение величины, записанной в коннекторе К9210 (напряжение статора генератора) может быть прочитано в точке замера r043.01. Таким способом могут быть считаны значения величин, записанные в любом коннекторе.

Аналогично, при установке P046.01=B0024 в точке замера r045.01 может быть считано

значение бинектора B0024 (состояние выключателя генератора). Таким способом могут быть считаны значения величин, записанные в любом бинекторе.

5.9.7.3. В АС выполнены следующие укрупненные функциональные блоки:

- блок датчиков,
- блок АРВ и СИФУ,
- блок системного стабилизатора,
- блок задания уставки и ограничителя перегрузки,
- блок управления режимами работы системы возбуждения,
- блок диагностики,
- блок контроля проводимости параллельных ветвей,
- блок защит,
- блок выбора канала управления,
- сервисный блок.

Схемы всех блоков в **ОКУ** и **РКУ**, кроме блока выбора каналов управления, идентичны. В дальнейшем при описании функционирования блоков канал, введенный в работу, называется «активный», а канал, пребывающий в горячем ненагруженном резерве – «пассивный».

5.9.7.4. **Блок датчиков**.

Функциональная схема блока датчиков параметров представлена на Рис. 1.

Напряжение статора генератора после преобразования в ячейке датчиков **ЯД** поступает в **АС** на клемму X164:8. Значение напряжения записано в коннекторе K0017 и доступно для визуализации в точке замера r004. Номинальному напряжению статора соответствует 100%. Для обеспечения этого условия служит параметр P721, позволяющий изменять коэффициент передачи датчика. Значение измеренного напряжения записывается в коннектор K0017 при условии, что генератор возбужден (B9461=1) или включен в сеть (B9556=1).

В коннекторе K0305 записано значение напряжения питания преобразователя, отличающееся (в относительных единицах) от напряжения статора генератора на величину падения напряжения в трансформаторе возбуждения. Просуммировав эту величину с величиной, пропорциональной току возбуждения, получаем расчетное значение напряжения генератора в коннекторе K9120. Параметры U099.02 и U099.03 служат для задания необходимых коэффициентов пропорциональности. В параметре P078.1 записано напряжение питания преобразователя, снимаемое с вторичной обмотки ТСН, умноженное на 0,7.

Переключение с измеренного на расчетное значение напряжения происходит при отключении выключателя в цепи измерения напряжения статора, отказе источника питания ячейки датчиков, невозбужденном генераторе, а так же в случае отличия измеренного напряжения от расчетного более чем на 15%.

Величина, пропорциональная активному току генератора, после преобразования в ячейке датчиков ЯД поступает в АС на клемму X174:6. Значение активного тока записано в коннекторе K0015 и доступно для визуализации в точке замера r003. Номинальному активному току соответствует 100%. Для обеспечения этого условия служит параметр P711, позволяющий изменять коэффициент передачи датчика. Для обеспечения устойчивости в режиме ОМВ в цепь этого сигнала введена инерционность с постоянной времени 5с (задается параметром P715).

Величина, пропорциональная реактивному току генератора, после преобразования в ячейке датчиков ЯД поступает в АС на клемму X164:10. Значение реактивного тока записано в коннекторе K0019 и доступно для визуализации в точке замера r005. Номинальному реактивному току соответствует 100%. Для обеспечения этого условия служит параметр P731, позволяющий изменять коэффициент передачи датчика.

В коннекторы K0019 и K0015 записывается значение, равное 0 (при B9351=0) при неисправных датчиках (в этом случае идет так же переключение на расчетное значение напряжения статора генератора) или работе генератора на холостом ходу. В коннектор K0015 записывается значение, равное 0 также при поступлении команды на разгрузку генератора по реактивной мощности.

Сигналы, пропорциональные току возбуждения генератора, поступают в АС от двух датчиков:

- Через разъем X3:1...4 подается сигнал от трансформаторов тока, установленных на вхо-

де преобразователя. После обработки и нормализации параметром U099.01 значение тока возбуждения записано в коннекторе К9150. Номинальному значению тока возбуждения соответствует 50%.

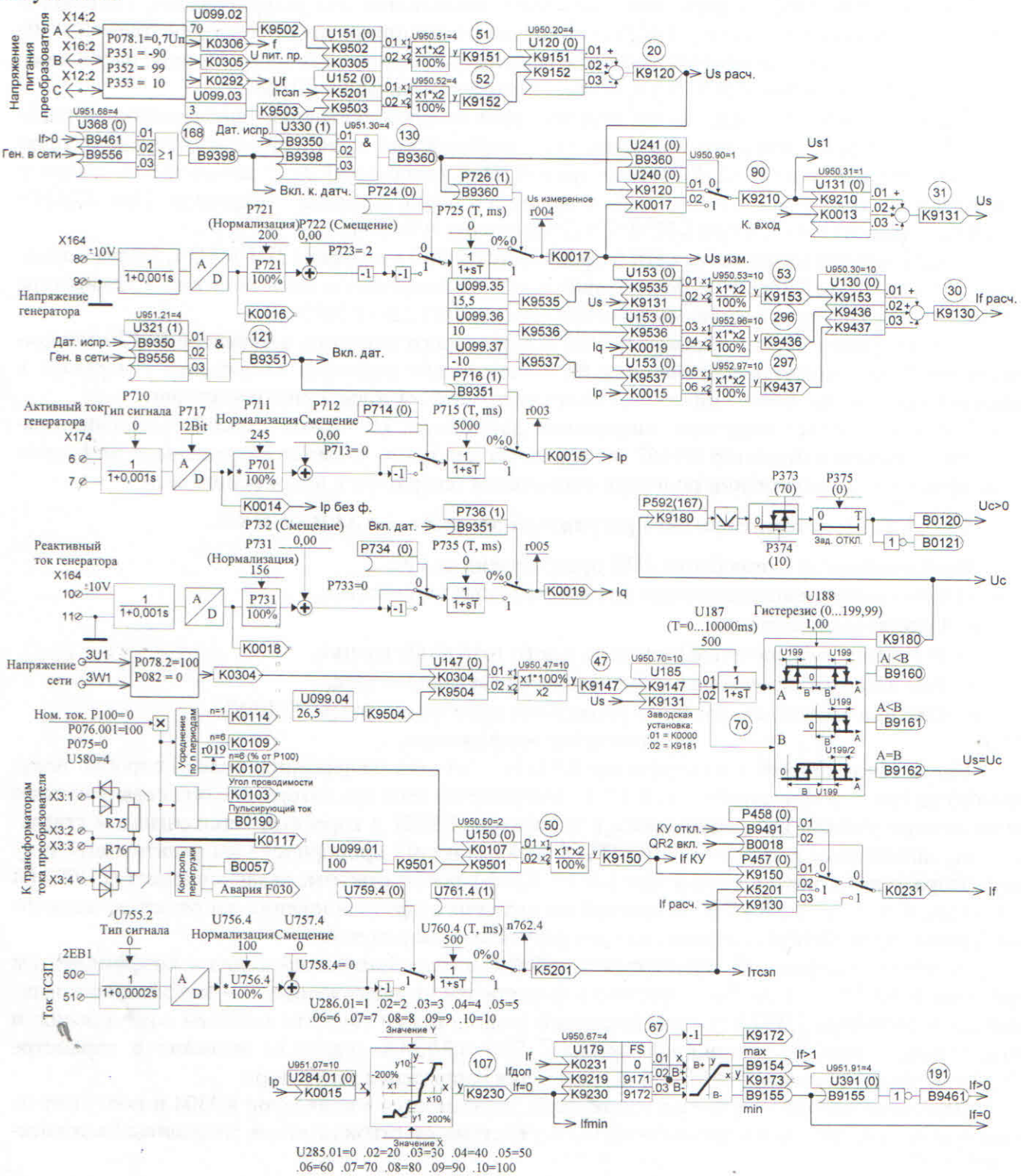


Рис. 1. Блок датчиков параметров.

♦ На клеммы 2EB1:50, 51 подается сигнал, пропорциональный первичному току трансформатора возбуждения TU. С достаточной точностью сигнал можно считать пропорциональным току возбуждения генератора. После обработки в АЦП и нормализации значение тока ТСЗП записано в коннекторе К5201 и доступно для визуализации в точке замера n762.4. Номинальному значению тока возбуждения соответствует 50%, устанавливается с помощью параметра U756.4.

♦ В коннекторе К9130 записано расчетное значение тока возбуждения, полученное путем суммирования напряжения генератора с составляющими активного и реактивного тока статора

генератора. Номинальному значению тока возбуждения соответствует 50%, настройка производится с помощью параметров U099.35, U099.36, U099.37.

Значение тока возбуждения, используемое в дальнейшем для регулирования, контроля и защит, записывается в коннектор K0231. Оно равно измеренному току преобразователя (K9150) в активном АС, току трансформатора возбуждения (K5201) в пассивном АС или расчетному значению тока возбуждения (K9130) при работе на резервном возбудителе.

Схемой выделения предельного значения производится сравнение записанного в коннектор K0231 значения текущего значения тока возбуждения с допустимым значением Ifдоп (K9219) и минимальным (K9230). Параметром U286 в коннектор K9230 записывается значение минимального тока возбуждения, зависящее от активной нагрузки генератора. При K0231> K9219 бинектор B9154=1, а при K0231<K9230 бинектор B9155=1.

Измерительное напряжение сети подключается в АС к клеммам 3U1 и 3W1. После нормализации параметром U099.04 и фильтрации значение напряжения сети записано в коннекторе K9180. Номинальному значению напряжения сети соответствует 100%.

Если напряжение сети превышает 70% номинального значения, в бинектор B0120 записывается лог.1, что является разрешением на работу схемы подгонки напряжения генератора к напряжению сети при включении генератора в сеть методом точной синхронизации.

Когда в процессе подгонки напряжения достигается Us=Uсети, схемой выделения предельного значения в бинектор B9162 записывается лог.1, что является разрешением на формирование сигнала о выполнении подгонки напряжения генератора к напряжению сети.

5.9.7.5. **Блок автоматического регулятора напряжения АРВ с СИФУ**.

Функциональная схема блока АРВ представлена на Рис. 2.

В блоке выполнены следующие функциональные устройства:

- Регулятор напряжения,
- Регулятор (ограничитель) максимального тока возбуждения,
- Регулятор (ограничитель) минимального реактивного тока,
- Система импульсно-фазового управления преобразователем (СИФУ).

Регулятор напряжения.

Напряжение статора Us (коннектор K9131) с датчика напряжения, более подробно показанного на Рис. 1 и описанного в п. 5.9.7.4, поступает на вход сумматора, где оно сравнивается с напряжением уставки Us*, записанным в коннекторе K9127 и корректируется сигналом статизма Uст, записанным в коннекторе K9433. Сигнал статизма пропорционален реактивному току генератора, записанному в коннекторе K0019. Коэффициент статизма задан в параметре U099.08 и записан в коннекторе K9508. Выходной сигнал сумматора (отклонение напряжения, записанное в коннекторе K0165) поступает на вход регулятора напряжения.

Регулятор напряжения представляет собой быстродействующий канал с коэффициентом усиления K0U=3*Кф, (где Кф – кратность форсировки по напряжению, 3 – коэффициент записанный в параметре U537.01), определяющий динамические свойства системы возбуждения, и интегральный канал с постоянной времени T0U=0,3/K0Uc (где 0,3с записано в параметре U539.01), обеспечивающий точность поддержания напряжения генератора.

Выходной сигнал регулятора напряжения записывается в коннектор K9304 и поступает на вход сумматора, где к нему добавляется выход системного стабилизатора, записанный в коннекторе K9217.

Регулятор (ограничитель) максимального тока возбуждения.

Уставка ограничителя максимального тока возбуждения задается параметром U665 на уровне двукратного тока возбуждения (U665=100).

При длительном (более 2с) подключении резистора самосинхронизации бинектор B9667 принимает значение лог. 1 и уставка ограничителя снижается до номинального значения тока возбуждения (задается параметром U667=50);

При работе генератора на холостом ходу бинектор B9557=1 и уставка ограничителя максимального тока возбуждения снижается до уровня, заданного в параметре U668.

Выбранное значение уставки записано в коннекторе K0510. Оно сравнивается с текущим значением тока возбуждения. Разность текущего и заданного значения записывается в коннектор K9121 и после усиления (коэффициент усиления задается параметром U537.02) и интегри-

рования (постоянная времени интегрирования задается параметром U539.02) поступает на ограничитель выхода АРВ в качестве верхнего предела (коннектор К9314);

Благодаря введению в состав ограничителя интегрального канала характеристика ограничителя максимального тока возбуждения астатическая.

Элементы 73 и 243 служат для задержки вступления ограничителя, что необходимо для пропуска наведенной составляющей тока возбуждения при КЗ генератора.

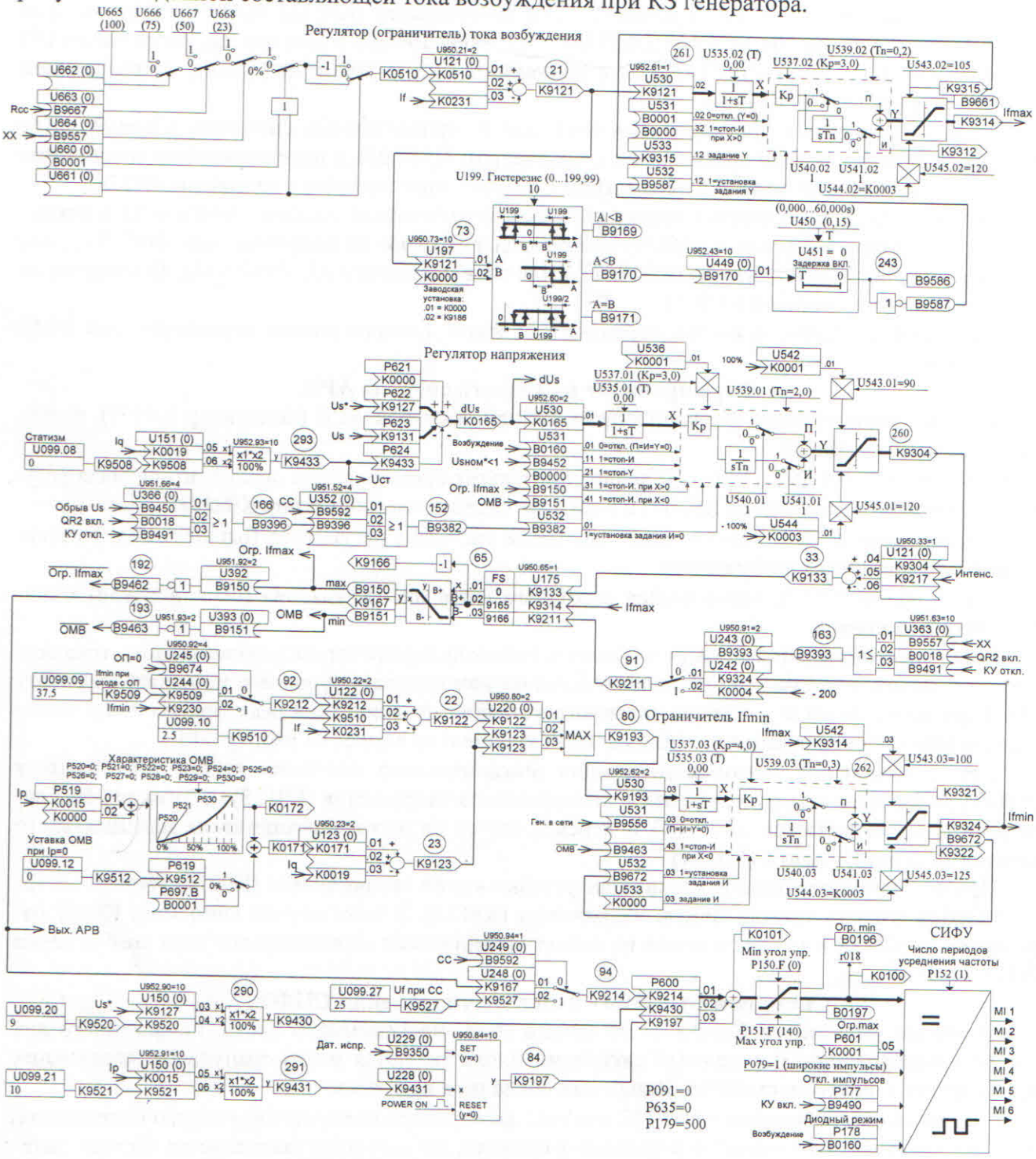


Рис. 2. Блок **АРВ** и **СИФУ**.

Регулятор (ограничитель) минимального тока возбуждения.

Уставка ограничителя минимального возбуждения (**OMB**) получается путем суммирования величины, записанной в параметре U099.12 и определяющей уровень допустимого реактивного тока при нулевой активной нагрузке генератора, и числа, записанного в коннекторе К0172 и являющегося нелинейной функцией активного тока генератора. Вид этой нелинейности (характеристика **OMB**) задается параметрами Р520…Р530. Параметр Р520 задает значение коннектора К0172 при активном токе генератора равном 0, Р521 – при 10% номинальной активной нагрузки, Р522 – при 20% и т.д. Р530 задает значение К0172 при активной нагрузке равной и

большей номинальной.

Значение уставки записано в коннекторе К0171. Оно сравнивается с текущим значением реактивного тока генератора. Разность текущего и заданного значения записывается в коннектор К9123. Затем она сравнивается схемой выделения максимального сигнала с значением отклонения тока возбуждения от заданного минимального значения (К9122).

Уставка ограничителя минимального тока возбуждения (К9212) задается в параметрах U099.09+U099.10 на уровне 80% Ifn (U099.09=37,5, U099.10=2,5) в том случае, когда выход ОП не равен нулю или в параметре U099.10 и коннекторе К9230 (Ifmin) на уровне, превышающем Ifmin на 5% в противном случае.

На вход регулятора проходит максимальный из сравниваемых сигналов, который после усиления (коэффициент усиления задается параметром U537.03) и интегрирования (постоянная времени интегрирования задается параметром U539.03), записывается в коннектор К9324.

Этот сигнал ограничивается сверху сигналом ограничителя максимального тока и отключается (устанавливается равным –200%) при работе генератора на холостом ходу (В9557=1) или работе на резервном возбудителе (В0018=1), а так же в пассивном АС (В9491=1). Окончательно выход ограничителя записан в К9211.

Благодаря введению в состав ограничителя интегрального канала характеристика **ОМВ** астатическая.

Формирование выходного сигнала АРВ.

На вход ограничителя, формирующего выходной сигнал **АРВ** (коннектор К9167), поступают следующие сигналы:

- Коннектор К9133, в котором записан результат суммирования выходного сигнала регулятора напряжения (коннектор К9304) и блока интенсивности (коннектор К9217),
- Коннектор К9314, являющийся выходным сигналом регулятора (ограничителя) максимального значения тока возбуждения,
- Коннектор К9211, являющийся выходным сигналом регулятора (ограничителя) минимального возбуждения.

Если ток возбуждения меньше заданного уставкой ограничителя максимального тока возбуждения, выход ограничителя устанавливается на максимальном уровне и не влияет на работу АРВ. Если реактивный ток больше заданного уставкой ограничителя реактивного тока, выход ограничителя устанавливается на минимальном уровне и не влияет на работу АРВ.

При превышении током возбуждения максимального значения выход ограничителя (К9314) снижается и становится меньше выхода канала напряжения (К9133). В этом случае коннектор К9167 отключается от К9133 и переключается на выход ограничителя максимального значения тока возбуждения (К9314).

При снижении реактивного тока ниже уставки выход ограничителя (К9211) увеличивается и становится больше выхода канала напряжения (К9133). В этом случае коннектор К9167 отключается от К9133 и переключается на выход ограничителя минимального тока возбуждения (К9211).

Система импульсно - фазового управления СИФУ.

В модуле управления **СИФУ** выполнена в виде программного блока, недоступного для перепрограммирования. Выходными сигналами блока являются шесть импульсов, следующих друг за другом с интервалом 60°эл. Входными сигналами являются:

- установленное в параметре Р152 количество периодов синхронизирующего напряжения, в течение которого производится усреднение времени, по которому вычисляется частота питающего напряжения;
- заданная значением, установленным в параметре Р079, длительность выходных импульсов. При Р079=0 формируются узкие импульсы длительностью ≈0,89мс. При Р079=1 формируются широкие импульсы длительностью на 0,1мс меньше интервала между импульсами, управляющими тиристорами (1-3-5, 2-4-6);
- параметр Р178 – задание на перевод тиристорного преобразователя в режим работы диодного преобразователя, когда управляющие импульсы подаются одновременно на все тиристоры. Режим диодного преобразователя возможен только при наличии команды «**Возбуждение**» (В0160=1) и отсутствии либо недопустимом снижении синхронизирующего напряжения;
- задание режима блокирования (снятия) управляющих импульсов производится установ-

кой соответствующего значения в бинектор, выбранный в параметре Р177 (в данном случае В9490). При В9490=0 управляющие импульсы снимаются. Это свойство **СИФУ** используется в схеме выбора канала управления (см. Рис. 8).

При отсутствии команд на самосинхронизацию (**СС**) и разгрузку (**Разгр.**) выходной сигнал **АРВ** проходит последовательно через две схемы выбора управляющего сигнала, переписываясь в коннектор К9214. Сигнал задания для **СИФУ** записывается в коннектор К0101 и представляет собой результат суммирования значений трех коннекторов:

- К9214, в котором записано значение выходного сигнала **АРВ**,
- К9430, в котором записано значение, пропорциональное уставке напряжения Us*. Коэффициент пропорциональности задан в параметре U099.20,
- К9197, в котором записано напряжения смещения, пропорциональное текущему значению активной составляющей тока генератора. Коэффициент пропорциональности задан в параметре U099.21. Прохождение сигнала блокируется при неисправном блоке датчиков.

В результате во всех статических режимах выход сигнал **АРВ** близок к нулю.

Параметрами Р150 и Р151 задаются значения максимального и минимального углов регулирования. С выхода ограничителя сигнал записывается в коннектор К0100 и поступает на вход СИФУ.

После включения невозбужденного генератора в сеть методом самосинхронизации формируется сигнал **СС** (бинектор В9592=1). При этом в коннектор К9214 записывается число, заданное в параметре U099.27. Тиристорный преобразователь в это время работает с фиксированным углом управления. Сигнал «**СС**» действует ок. 2с, после чего автоматически снимается. За время действия сигнала уставка по напряжению Us* подгоняется к напряжению сети, реактивный ток генератора принимает минимальное значение. После этого по внешней команде устанавливается требуемый режим работы генератора.

5.9.7.6.Блок системного стабилизатора.

Функциональная схема блока системного стабилизатора приведена на Рис. 3.

Системный стабилизатор включает в себя следующие каналы:

- производной тока возбуждения. Коэффициенты Ki'f и Ki'fmax задаются соответственно параметрами U099.13 и U099.17;
- производной напряжения генератора. Коэффициент Ku' задается параметром U099.14;
- производной частоты. Коэффициенты Kf' и Kf'max задаются соответственно параметрами U099.15 и U099.18;
- отклонения частоты. Коэффициенты Kdf и Kdfmax задаются соответственно параметрами U099.16 и U099.19.

Сумма выходных сигналов всех каналов записывается в коннектор К9124 и поступает на вход ограничителя, где она, (так же как сигнал производной тока возбуждения) ограничивается сверху на уровне 0%, при увеличении напряжения генератора более, чем на 5% (dUs≥5%) или снизу на уровне 0% при снижении напряжения генератора более, чем на 5% (dUs≤5%). Блокировка при снижении напряжения снимается с задержкой 1,5с (устанавливается в параметре U456).

Кроме того, суммарный сигнал производных полностью блокируется при работе ограничителей **Ifmax** (форсировка возбуждения) и ОМВ (развозбуждение), при работе данного канала в пассивном режиме, при включенном выключателе QR2, а так же при активной нагрузке генератора меньшей 30% номинального значения. Блокировка снимается с задержкой 1с (устанавливается в параметре U453).

5.9.7.7.Блок задания уставки АРВ, ограничителей перегрузки и В/Гц.

Функциональная схема блока задания уставки **АРВ** представлена на Рис. 4.

Управление уставкой АРВ.

Уставка напряжения генератора складывается из следующих составляющих:

- Постоянной части, записанной в коннекторе К9236. При снятом возбуждении эта часть равна 0, а при подаче возбуждения за время, заданное в параметре U302, нарастает до 65% (задается параметром U099.25) и остается на этом значении до снятия возбуждения.
- Переменной части, записанной в коннекторе К0240. Эта часть изменяется в диапазоне от

15 (задается параметром Р469) до 45% (задается параметром Р468) с темпом, определяемым параметрами Р462 (увеличение) и Р463 (снижение). При подаче питания на модуль управления в коннектор К0240 записывается 35% (задается параметром Р467). Таким образом, при начальном возбуждении величина уставки сначала устанавливается равной 35%, затем она монотонно возрастает до 100%, после этого может регулироваться в диапазоне от 80 до 110%;

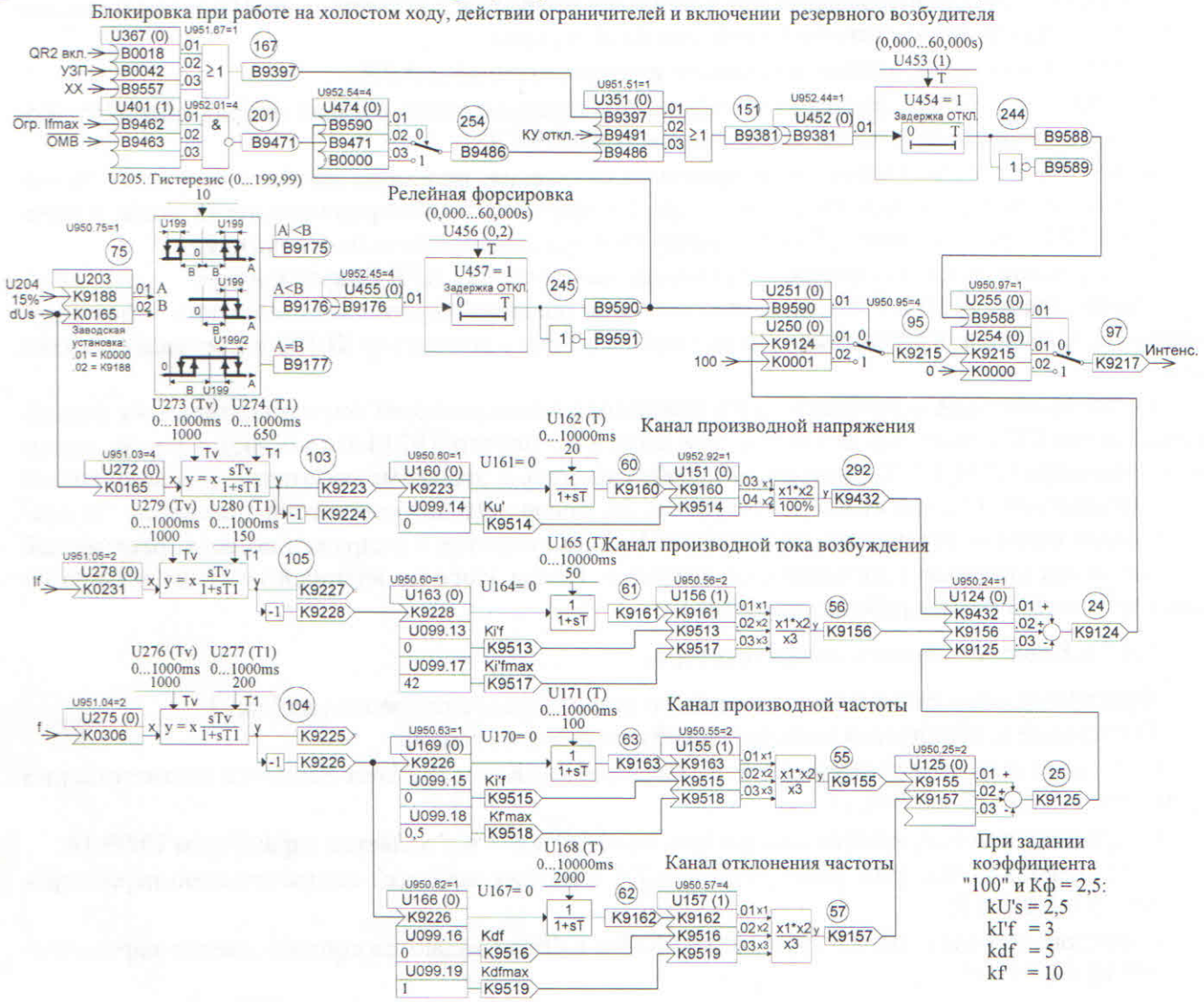


Рис. 3. Блок системного стабилизатора.

Управление уставкой производится от ключа на щите управления через ячейки потенциальной развязки и согласования уровня сигнала **СВС1** (**СВС2**) или схемой подгонки уставки.

Изменение уставки запрещается:

- на увеличение – при If>1 (В9154=1),
- на снижение – при работе ОМВ (В9151=1).

Значение уставки корректируется:

- сигналом выхода ограничителей В/Гц при работе генератора на холостом ходу или ОП при работе в сети, записанным в коннекторе К9218. В нормальном режиме работы генератора выход ограничителей равен 0,
- Сигналом статизма, записанным в коннекторе К9433, пропорциональным реактивному току генератора. Коэффициент статизма задается в параметре U099.08,

При включении генератора в сеть методом точной синхронизации и поданном на вход системы возбуждения напряжения сети (при этом В0120=1) бинектор В9358=1. Поэтому в коннектор К9267 записывается число, пропорциональное текущему значению напряжения сети. Результат алгебраического суммирования коннекторов К9267, К9433, К9525 записывается в коннектор К9128. Так как при этом бинектор В9399=1, то в коннектор К0240 записывается число, равное записанному в коннектор К9128, устанавливая уставку **АРВ** соответствующей напряжению сети.

Если канал управления пассивный, то бинектор B9491=1. Поэтому происходит непрерывная запись уставки **АРВ** соответствующей напряжению генератора, благодаря чему обеспечивается неизменность режима работы генератора при переводах управления с **ОКУ** на **РКУ** и обратно.

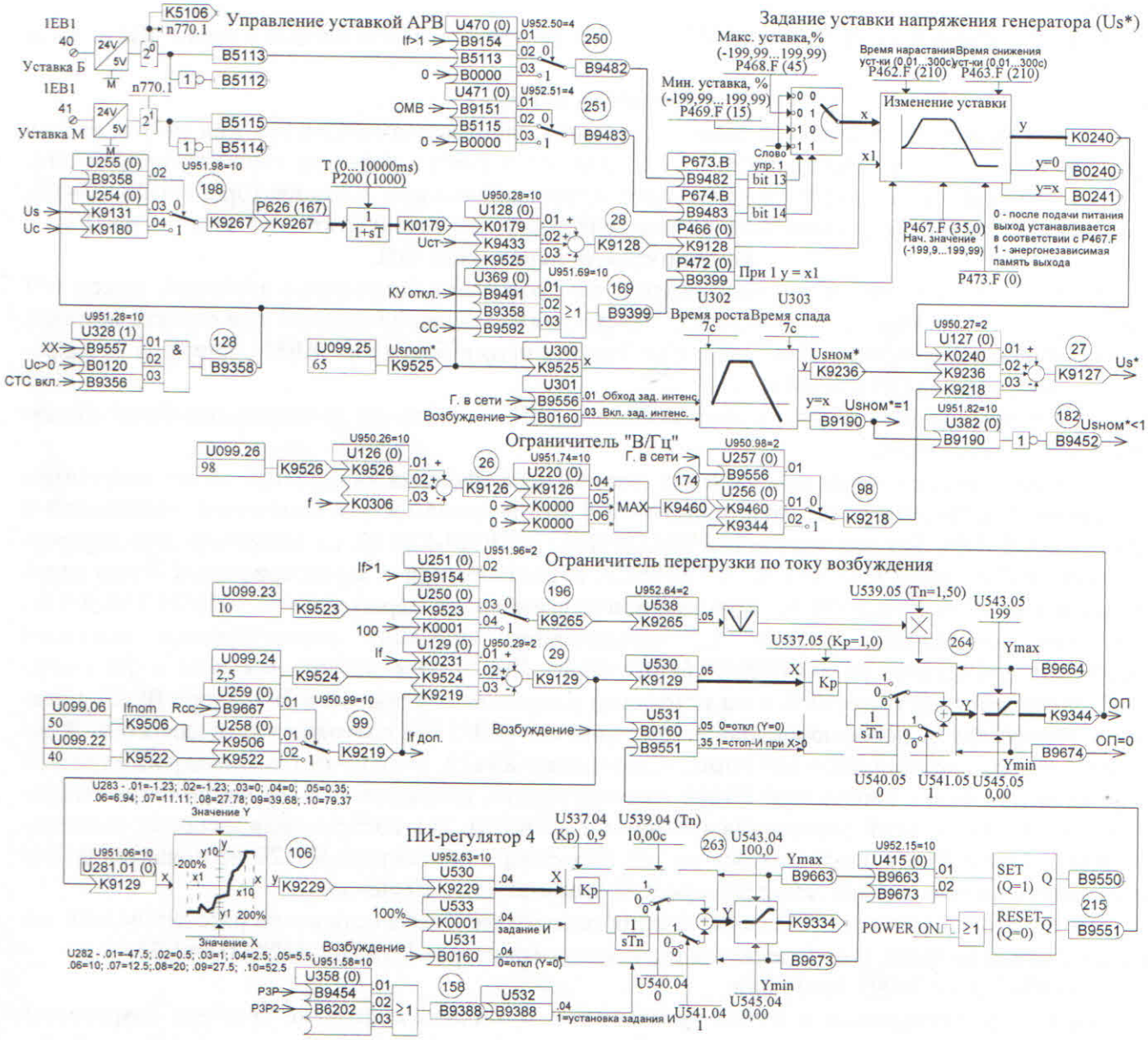


Рис. 4. Блок задания уставки АРВ, ограничителей перегрузки и В/Гц.

Формирование команд и сигналов, обеспечивающих отработку требуемого алгоритма при самосинхронизации, приведено на Рис. 5:

- независимо от метода включения генератора в сеть после подачи питания в введенном в работу АС до подачи управляющих импульсов формируется сигнал «Разр. СС» (B9361=1), сигнализирующий о том, что QR1 включен и ток возбуждения равен нулю.
- при поступлении в **АС** на клемму 1EB1:42 команды «**СС**» формируется и запоминается сигнал «**Вкл. СС**» (B9570=1). Так как до включения генератора в сеть бинектор B9581=1, то на клемме 2EB1:45 формируется команда «**Вкл. КСС**» (см. Рис. 7). **КСС** включается и на **ВУУ** в виде «сухих» блок-контактов **КСС** поступает соответствующий сигнал,
- при наличии сигнала «**Разр. СС**» (B9361=1) и отсутствии импульсов управления тиристорами преобразователя (B0105=1) на холостом ходу генератора (B9557=1) на клемме X163:50 **АС** формируется сигнал «**Разрешение вкл. в сеть**»,
- генератор выводится на подсинхронные обороты и без возбуждения включается в сеть. При этом формируется сигнал «**Ген. в сети**» (B9556=1), после чего с задержкой в 1с устанавливается B9580=1, B9581=0, B9355=1, B0160=1 и на 2с B9592=1, B9593=0. В результате отключается КСС, на тиристоры подаючся управляющие импульсы и генератор возбуждается;

♦ задание **СИФУ** (см. Рис. 2) во время действия сигнала «**СС**» (В9592=1) определяется суммой значений коннекторов К9527=25 (устанавливается в параметре U099.27) и К9127. Значение уставки **Us*** в это время устанавливается равным напряжению статора генератора (см. Рис. 4);

♦ по истечении 2с В9592=0, а В9593=1. В результате запомненный сигнал «**Вкл. СС**» снимается.

Ограничитель В/Гц.

Ограничитель **В/Гц** снижает значение уставки напряжения генератора при работе его на холостом ходу в случае снижения частоты ниже 49Гц (98% - задается параметром U099.26). Разница значений частоты и 49Гц записывается последовательно в коннекторы К9126, К9460, К9218, снижая значение уставки напряжения генератора на 2% при снижении частоты на 1Гц.

Ограничитель перегрузки ОП.

В исходном состоянии ток возбуждения не превышает допустимое значение, выход ОП (К9344) равен нулю (при этом В9674=1). **ПИ-регулятор 4**, используемый для отсчета времени нагрева обнулен (В9663=0 и В9673=1), в результате чего в бинекторе В9551 записана 1, запрещающая рост выхода ОП в К9344;

При снижении напряжения в энергосистеме АРВ, с целью его поддержания, будет увеличивать ток возбуждения.

При превышении током возбуждения допустимого значения начинается отсчет допустимого времени Т, определяемого характеристикой блока нелинейности и величиной, записанной в параметре U537.04. Так как коннектор К9129=К0231+К9524-К9219, то, например, при двукратном токе возбуждения К9129=100+2,5-50=52,5. В соответствии с характеристикой блока нелинейности при этом К9229=79,37, поэтому допустимое время перегрузки Т=1000/79,37/0,9=14с. При токе возбуждения равном 1,5 номинального значения соответственно получаем К9129=27,5, К9229=36,68, Т=1000/36,68/0,9=30,3с. При начале отсчета времени в бинекторе В9673 появляется логический 0, а по истечении допустимого времени в бинекторе В9663 появляется логическая 1, переключающая выход триггера (В9551) в состояние логического 0. В результате этого положительная величина, записанная в К9129, подключается к входу интегратора и число, записанное в коннекторе К9344, начинает расти, уменьшая уставку напряжения генератора (это будет сигнализироваться появлением 0 в В9674). Ток возбуждения начинает снижаться. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока в коннекторе К9129 не появится 0. Это произойдет при токе возбуждения равном 0,95 номинального значения.

После этого начнется процесс остывания генератора. Время остывания рассчитывается так же, как и время нагрева, и определяется значением параметров U283.01=U283.02=-1,23.

Т=1000/1,23/0,9=903,3с≈15мин.

При начале остывания в В9663 записывается 0, однако, состояние триггера сохраняется (В9551=0), поэтому в случае дальнейшего снижения напряжения в энергосистеме выход ОП будет расти и не допустит роста тока возбуждения.

По истечении времени остывания в бинекторе В9673 появится 1, переключающая триггер, в результате чего в В9551 появится 1, препятствующая поступлению положительного значения на вход интегратора. Поэтому при дальнейшем снижении напряжения в энергосистеме ток возбуждения увеличится, и процесс отсчета времени – ограничения перегрузки повторится;

При восстановлении напряжения в энергосистеме, для того чтобы не допустить чрезмерного снижения тока возбуждения, необходимо как можно быстрее снизить выход интегратора. С этой целью его постоянная времени уменьшается в 10 раз (записано в параметре U099.23). Кроме того, в этом режиме работает ограничитель тока возбуждения, описанный в п. 5.9.7.5, препятствующий снижению тока возбуждения ниже 80% номинального значения.

Блоки защиты в ОКУ и РКУ оснащены защитой ротора от перегрузки током возбуждения (см. Рис. 7, Рис. 8). Выходные сигналы разгрузочной ступени защит в виде бинекторов В9454, В6202 поступают на вход схемы «ИЛИ». При срабатывании защиты соответствующий бинектор принимает значение лог.1, в В9388 также записывается лог.1, в результате на вход **ПИ-регулятора 4** подключается коннектор К0001 (заданное значение интегральной части). Далее, как это описано выше, вводится в работу **ПИ-регулятор 5** и начинается действие **ОП** на снижение тока возбуждения, прекращающееся при достижении током возбуждения значения 0,95 номинального.

5.9.7.8. Блок управления режимами работы системы возбуждения.

Функциональная схема блока представлена на Рис. 5. Блок выполняет функции:

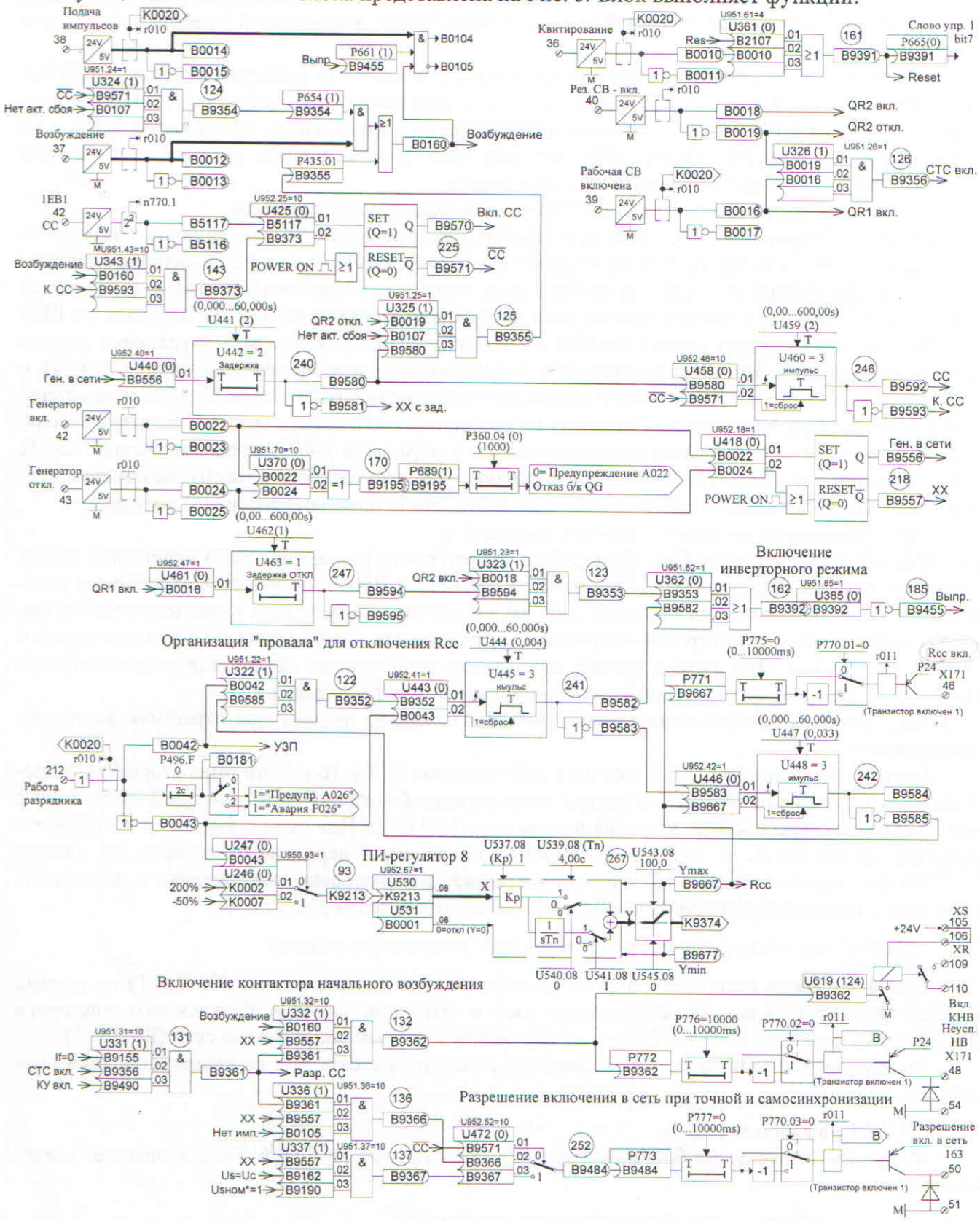


Рис. 5. Блок управления режимами работы системы возбуждения.

1) Включение контактора начального возбуждения.

Команда на начальное возбуждение генератора, работающего на холостом ходу, поступает с ВУУ (клемма X1:11). Команда на подачу возбуждения запоминается в триггере ячейки СВС1 (СВС2) и может быть отключена при поступлении команды на гашение с ВУУ (клемма X1:12). Кроме того, она отключается автоматически при действии защит.

При поступлении команды на возбуждение при работе генератора на холостом ходу,

включенном выключателе **QR1** в бинектор B9362 активного канала записывается 1, что является командой на включение контактора начального возбуждения **КНВ**. Отключение контактора произойдет после того, как ток возбуждения пойдет через тиристорный преобразователь и в бинекторе B9155 появится 0;

Если команда на включение **КНВ** не снимается в течение 10с (задается параметром U776), то на клемме X171:48 формируется сигнал о неуспешном начальном возбуждении «**НВ**», поступающий в ячейки **СВС**. При этом снимается команда на возбуждение, отключается **КНВ** и на двери шкафа активируется сигнал «**Неуспешное НВ**». Снятие сигнала производится подачей команды «**Квитирование**» от кнопки на двери шкафа.

2) *Подача импульсов управления. Инвертирование преобразователя.*

Импульсы управления на тиристоры преобразователя подаются при наличии команды на возбуждение в том случае, если данный канал (например, **ОКУ**) находится в активном режиме (B9490=1). При снятии команды на возбуждение импульсы управления переводятся в область инверторного режима, а после гашения тока возбуждения – снимаются. При переводе на **РКУ** (B9490=0) импульсы управления с выхода **АС** снимаются сразу. Импульсы управления переводятся в область инверторного режима при одновременном включении выключателей **QR1** и **QR2**, что необходимо для безопасного перевода возбуждения с рабочего возбудителя на резервный и обратно. При переводе возбуждения на резервный возбудитель введена задержка на снятие команды на инвертирование (устанавливается в параметре U463) продолжительностью 1с (устанавливается в параметре U462). Этим исключается возможность ложного включения преобразователя, что возможно при опережающем размыкании блок-контактов выключателя.

3) *Организация «провала» для отключения Rcc.*

Сигнал о подключении **Rcc**, (при работе тиристорного разрядника либо включении **КСС**), поступает в **АС** на клемму X161:212 (при этом B0042=1 и B0043=0), после чего начинает работать генератор, собранный на таймерах 241, 242, переводящий импульсы управления на 4мс (задано в U444) в область инверторного режима. Длительность выпрямительного режима задана в U447 и равна 33мс. При этом в кривой напряжения возбуждения образуется участок отрицательного напряжения, вызывающий выключение тиристора разрядника.

Если сигнал о срабатывании разрядника снимается, то дальнейшая отработка алгоритма прекращается.

Если же разрядник не выключается (либо включен КСС), то работа генератора будет продолжаться в течение примерно 2-х секунд, пока выходной сигнал ПИ-регулятора 8 не достигнет потолочного значения (100%, задается в параметре U543.08). При этом в бинектор B9667 записывается сигнал лог.1. В результате блокируется работа генератора импульсов, на клемме X171:46 формируется сигнал «**Rcc вкл.**», запрещается форсировка возбуждения и длительное протекание токак возбуждения более 0,8 номинального значения (см. Рис. 4).

4) *Формирование разрешения на включение генератора в сеть.*

При включении генератора в сеть методом точной синхронизации (B5116=1) на клемме X163:50 формируется сигнал «**Разрешение вкл. в сеть**» при работе возбужденного генератора (B9190=1) на холостом ходу (B9557=1) с напряжением равным напряжению сети (B9186=1).

Формирование разрешения на включение генератора в сеть при самосинхронизации описано в п. 5.9.7.7.

5.9.7.9.**Блок диагностики.**

Функциональная схема блока диагностики представлена на Рис. 6. Блок выполняет следующие функции:

1) *Формирование сигнала о работе ограничителей.*

АС содержит ограничители максимального тока возбуждения «**Огр. Ifmax**», минимального тока возбуждения «**ОМВ**» и перегрузки током возбуждения «**ОП**».

При срабатывании любого из ограничителей B9470=1. При условии, что генератор возбужден и включен в сеть в **АС** активного канала B9365=1. В результате на клемме 1EB1:44 формируется сигнал «**Огр. режима**».

2) *Выдача информационных сообщений.*

При появлении любой нестандартной ситуации, фиксируемой схемой диагностики **АС** и требующей привлечения внимания, формируются предупредительные и аварийные сообщения. Сообщения индицируются на дисплеях панелей **OP1S** и **PMU.** Предупредительные сообщения начинаются на букву «**A**» (ALARM), например A027, а аварийные – на букву «**F**» (FOLT), например F024.

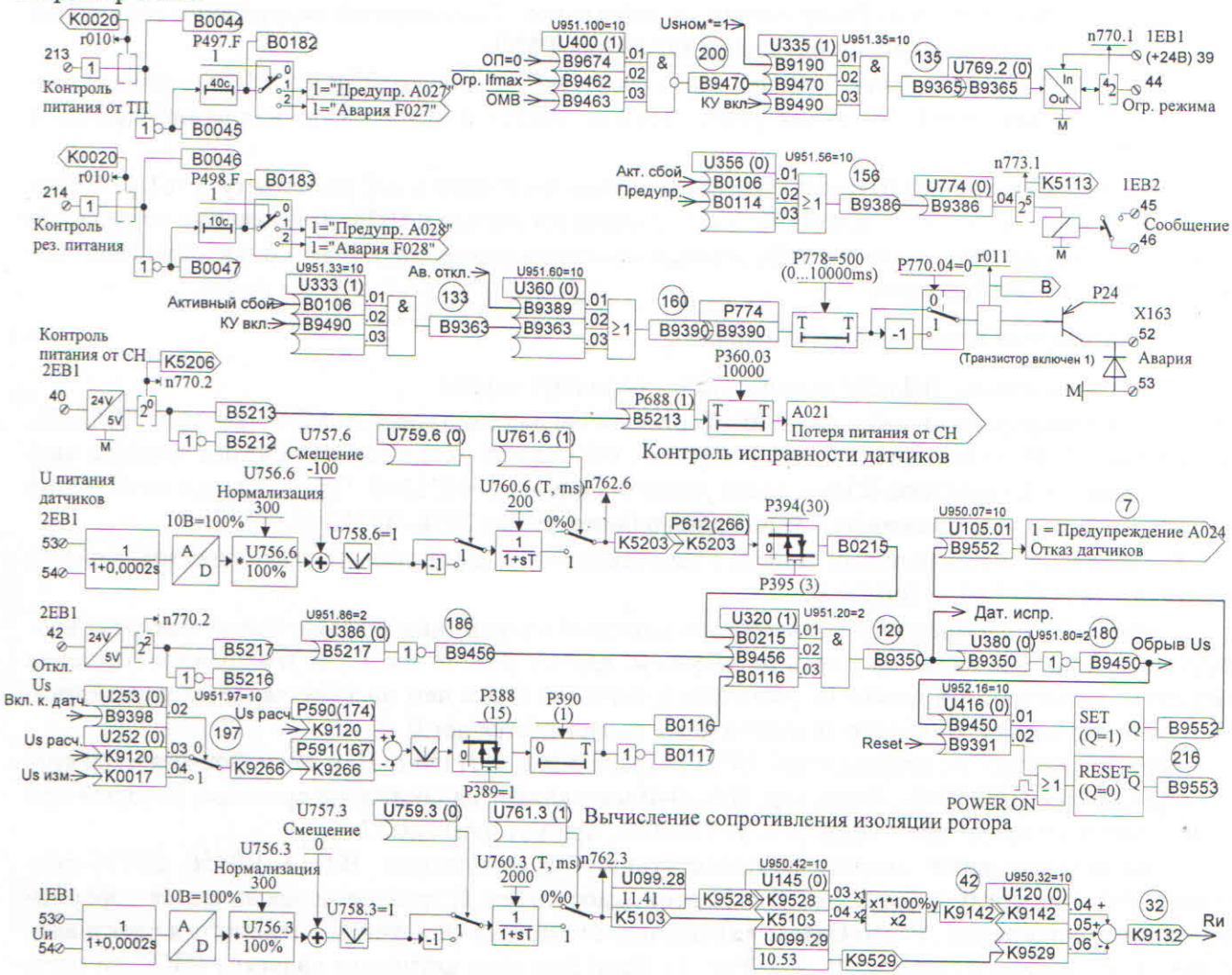


Рис. 6. Блок диагностики.

При наличии любого предупредительного сообщения, как в активном, так и в пассивном каналах, бинектор B0114=1. Аналогично при наличии аварийного сообщения B0106=1. И в том и в другом случае в ячейку **ЯИС** выдается сигнал «**Сообщение АС**». При этом на клемме X164:18 формируется сигнал «**Сообщение**», на двери **ВТ** активируется сигнал «**Сообщение АС**» и на **ВУУ** выдается общий сигнал неисправности и вызывной сигнал. При исчезновении причины, вызвавшей сообщение, сигнал «**Сообщение АС**», как правило, автоматически снимается. В противном случае сигнал снимается только после нажатия на кнопку «**Квитирование**».

При появлении любого аварийного сообщения B0106=1. При этом в активном канале B9490=1 и начинается отсчет времени задержки на выдачу сигнала «**Авария**» (500мс, задается в параметре P778). Если при этом пассивный канал исправен, то происходит переключение управления на него (см. Рис. 8), в бинектор B9490 записывается лог.0 и отсчет времени задержки прекращается. В противном случае по истечении 500мс на клемме X163:52 формируется сигнал «**Авария**», поступающий в ячейку **СВС**. В ячейке **СВС** формируются команда на отключение **QR1** и сигнал «**Аварийное отключение**», поступающий на **ВУУ**.

При появлении команды «**Ав. откл.**» (B9389=1) в **ОКУ** и **РКУ** с выдержкой времени 500мс формируются команда на отключение **QR1** и сигнал «**Аварийное отключение**».

3) Контроль источников питания.

Питание электронных устройств **ВТ** глубоко зарезервировано и производится от трех ис-

точников:

- от входных шин тиристорного преобразователя. Тестовый сигнал поступает в **АС** на клемму X161:213. При отказе источника питания с задержкой 40с формируется сигнал «**А027**» (положение переключателя схемы выбора выходного сигнала устанавливается в параметре P497.F) и в ячейку **ЯИС** поступает сигнал «**Сообщение**». Расшифровка содержания сообщения производится с помощью панели оператора **OP1S** или **PMU**.
- от ЩСН-0,4кВ. Тестовый сигнал поступает в **АС** на клемму 2EB1:40. При отказе источника питания с задержкой 10с формируется сигнал «**А021**» и выдается сигнал «**Сообщение**» в ячейку **ЯИС**.
- от аккумуляторной батареи. Тестовый сигнал поступает в **АС** на клемму X161:214. При отказе источника питания с задержкой 10с формируется сигнал «**А028**» (положение переключателя схемы выбора выходного сигнала устанавливается в параметре P498.F) и в ячейку **ЯИС** поступает сигнал «**Сообщение**».

4) Контроль исправности датчиков.

Состояние ячейки **ЯД** контролируется по трем параметрам:

- исправности источника питания. Тестовый сигнал поступает в АС на клеммы 2EB1:53, 54. Параметр U756.6 выбирается таким образом, что бы при исправном источнике питания число, записанное в коннекторе K5203, было равно 0. При этом B0215=1. При отклонении значения контролируемого напряжения от номинального более чем на 30%, B0215=0,
- положению выключателя в цепи измерительного напряжения статора. При отключении выключателя B5217 =1, а B9456=0,
- равенству измеренного и расчетного значений напряжения статора. Канал контроля вводится в работу при наличии команды «**Вкл. к. датч.**» (B9398=1). Если измеренное значение напряжения статора отличается от расчетного значения более чем на 15% (задается параметром P388), в бинектор B0116 вместо значения лог.1 записывается лог.0.

При отсутствии неисправностей B0215=1, B9456=1, B0116=1. При этом формируется сигнал «**Дат.испр**.» (B9350=1), бинектор B9450=0 и не влияет на состояние триггера, который при включении питания устанавливается в положение, при котором B9552=0.

При наличии неисправности соответствующий из бинекторов B0215, B9456, B0116 принимает значение лог.0, в бинектор B9450 записывается лог.1, триггер переключается и формируется предупреждение A024 «**Отказ датчиков**», отключаются датчики активного и реактивного тока и напряжения генератора (см. Рис. 1). Если при этом активным является **ОКУ**, то регулирование переводится на **РКУ**, а при его неисправности либо при активном **РКУ** – на расчетное значение напряжения статора, отключается интегральный канал в регуляторе напряжения (т.к. B9450=0 – см. Рис. 2).

5) Вычисление сопротивления изоляции ротора.

Из ячейки **ЯЗЗ** в **АС** на клеммы 1EB1:53, 54 поступает напряжение, значение которого пропорционально току, протекающему через сопротивление изоляции. После фильтрации, прохождения через АЦП, нормализации с помощью параметра U756.3 значение сигнала записано в коннекторе K5103. После умножения величины, обратной этому значению на коэффициент пропорциональности, записанный в параметре U099.28, в коннекторе K9142 записывается величина, равная сумме сопротивления изоляции и балластных резисторов в схеме контроля. После вычитания значения сопротивления балластных резисторов, сопротивление которых записано в параметре U099.29, измеренное сопротивление изоляции цепей возбуждения относительно корпуса записывается в коннекторе K9132 и может быть считано с дисплея панели OP1S (см. Рис. 11). Сопротивлению изоляции Rи=1кОм соответствует K9132=0,1%, Rи=10кОм соответствует K9132=1%, Rи=1МОм соответствует K9132=100% и т.д.

5.9.7.10. **Блок защит.**

Функциональная схема блока защит представлена на Рис. 7.

1) *Защита от потери возбуждения.*

Защита вводится в работу при работе генератора в сети (B9556=1) и B9361=1 (что свиде-

тельствует о том, что ВТ введен в работу, канал управления активен и ток возбуждения равен 0 - см. Рис. 5). При этом с задержкой 1с устанавливается B9598=1, выдаются команда на включение **КСС** (клемма 2EB1:45), сигнал «**If=0**» (клемма 1EB1:43) в ячейку **ЯИС** и команда «**Перекл.**» (B9387=1) на переключение каналов управления (см. Рис. 8). Если после переключения каналов режим возбуждения нормализуется, то **КСС** отключается. Если режим возбуждения не восстанавливается, то **КСС** остается включенным, а оперативным персоналом принимаются меры в соответствии с местной инструкцией.

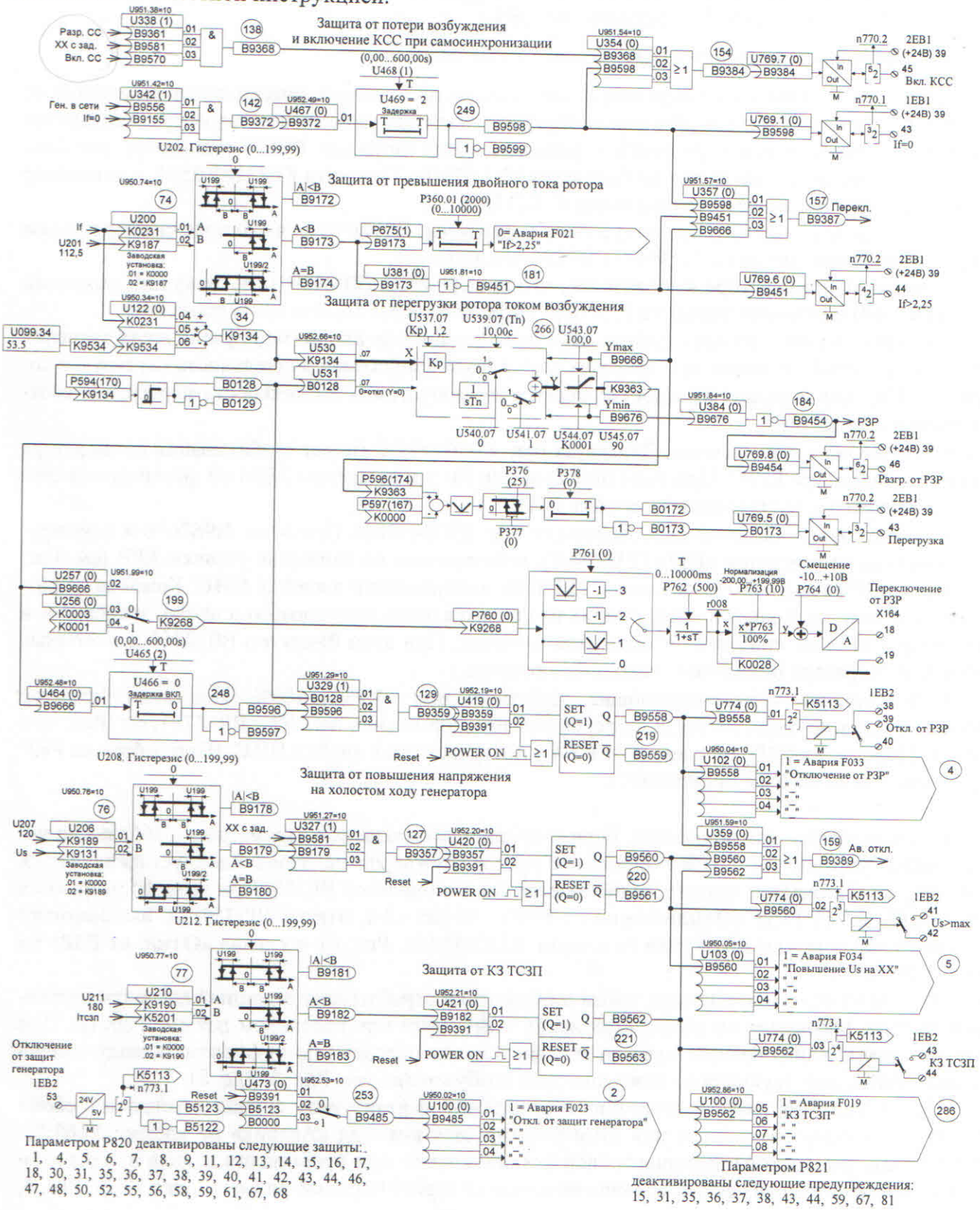


Рис. 7. Блок защит.

2) Защита от превышения двойного тока ротора.

Защита от превышения двойного тока ротора настраивается на срабатывание при If=2,25*Ifn, что обеспечивается установкой параметра U201=112,5. При If>2,25*Ifn B9173=0. При этом:

- подается команда на переключение каналов управления (т.к. B9451=1 и B9387=1),
- на клемме 2EB1:44 формируется сигнал «**If>2,25**», поступающий в ячейку **ЯИС**.
- если форсировка не снимается, то с задержкой 2000мс формируется аварийный сигнал **F021** «**If>2,25**», действующий на отключение **QR1**.

3) Защита от перегрузки ротора током возбуждения.

Защита обеспечивает интегральную зависимость допустимой длительности перегрузки от тока ротора. Тепловая модель обмотки возбуждения выполнена на базе интегратора. Интегратор начинает отсчет времени перегрузки с момента, когда бинектор B0128 принимает значение лог.1. Это происходит, когда ток возбуждения If>1,07*Ifn. При этом K0231>K9534, в коннектор K9134 записывается положительное число и B0128=1.

В исходном состоянии, при отсутствии перегрузки, B0128=0 и выходные сигналы схемы интегратора имеют значения: K9364= 0, B9666=0 и B9676=1.

Параметры интегратора выбраны так, что при If =2*Ifn (K0231=100%) текущий выходной сигнал (K9364) принимает значения 25% через 4,5с, 90% через 16,2с и 100% через 18с.

Защита содержит четыре ступени, действующие поочередно по мере увеличения значения коннектора K9364. В целом при двойном токе ротора допустимая длительность перегрузки составляет 20с, при меньших кратностях перегрузки допустимая длительность перегрузки соответственно возрастает.

- 1-я ступень – сигнальная. Действует при K9364=25%, (порог срабатывания компаратора задается в параметре P376). При этом бинектор B0173=1 и на клемме 2EB1:43 формируется сигнал «**Перегрузка**», поступающий в ячейку **ЯИС**.
- 2-я ступень – разгрузочная. Действует при K9364=90%. При этом B9676=0 и формируются команда на разгрузку «РЗР» (B9454=1), действующая на снижение уставки АРВ (см. Рис. 4), и сигнал «**Разгр. от РЗР**» на клемме 2EB1:46, поступающий в ячейку **ЯИС**. Команда на разгрузку сохраняется, пока ток возбуждения не снизится ниже допустимого и число, записанное в коннектор K9134 не примет отрицательное значение. При этом бинектор B0128=0 и выходные сигналы интегратора принимают исходные значения.
- 3-я ступень – переключающая. Действует при K9364=100%. При этом бинектор B9666=1 и формируются команда на переключение управления на **РКУ** (B9387=1, см. Рис. 8) и сигнал «**Перекл. от РЗР**» на клемме 1EB2:45, поступающий в ячейку **ЯИС**. (При работе на РКУ переключения на ОКУ не происходит).

- 4-я ступень – отключающая. Если в течение 2,0с (задается параметром U465) после переключение управления на **РКУ** снижения тока возбуждения не произойдет, устанавливается B9359=1, переключается триггер, записывается лог.1 в бинектор B9558. При этом формируются аварийный сигнал F033 «**Отключение от РЗР**», сигнал «**Ав. откл.**» (B9389=1), вызывающий формирование команды «**Авария**» на клемме X163:52 (см. Рис. 6), и сигнал «**Откл. от РЗР**» на клемме 1EB2:40.

Защита от перегрузки ротора током возбуждения отрабатывает заданный алгоритм независимо от того, пребывает ли канал управления в активном или пассивном режиме работы. При этом пассивный канал воздействует на активный путем передачи по цифровому каналу обмена команды **РЗР2**, действующей на снижение тока возбуждения (см. Рис. 4, Рис. 8).

При появлении любого аварийного сообщения формируется сигнал «Активный сбой» (B0106=1). В *активном* канале при этом формируется команда «Авария» на клемме X163:52. Защиты, которые должны выполнять свои функции также при пребывании канала в *пассивном* режиме, воздействуют на формирование команды «Авария» через сигнал «Ав. откл.» (см. Рис. 6, Рис. 7).

4) Защита от повышения напряжения на холостом ходу генератора.

Если текущее значение напряжения генератора превышает 1,2 номинального значения (записано в параметре U207), в бинектор B9357 записывается лог.1, переключается триггер и в

бинектор B9560 записывается лог.1. При этом формируются аварийное сообщение **F034** «**Повышение Us на XX**», сигнал «**Ав. откл.**» (B9389=1), сигнал «**Us>max**» на клемме 1EB2:42, поступающий в ячейку **ЯИС**.

5) Защита ТСЗП от КЗ.

В коннекторе K5201 записано число, пропорциональное первичному току трансформатора возбуждения ТСЗП. Если это число превышает число, записанное в коннектор K9190 (устанавливается в параметре U211), в бинектор B9182 записывается лог.1, триггер переключается, в положение B9562=1. При этом формируются аварийное сообщение **F019** «**КЗ ТСЗП**», сигнал «**Ав. откл.**» и сигнал «**КЗ ТСЗП**» на клемме 1EB2:44, поступающий в ячейку **ЯИС**.

6) Отключение от защит генератора.

На клемму 1EB2:53 в **АС** поступает команда на гашение поля от защит генератора. При этом формируется аварийное сообщение **F023** «**Откл. от защит генератора**»

5.9.7.11. **Блок выбора канала управления.**

Функциональная схема блока выбора канала управления представлена на Рис. 8. Блок в **ОКУ** является ведущим – команда на переключение каналов управления исполняется только после обработки ее в блоке **ОКУ**, независимо от того, какое устройство является источником команды. Модули управления **SIMOREG** отрабатывают программу самодиагностики. Функциональные устройства блока, пребывающего в пассивном режиме продолжают функционировать в нормальном режиме, обеспечивая контроль правильности работы активного блока. Так как в пассивном блоке бинектор B9490=0, то управляющие импульсы **СИФУ** отключены.

Обмен информацией между блоками выбора **ОКУ** и **РКУ** производится по последовательному интерфейсу с протоколом взаимодействия равноправных систем – протокол точка-точка (Peer-to-Peer).

Контроль исправности интерфейса Peer-to-Peer производится внутренней схемой диагностики. Контролируется время передачи сообщения. Если оно превышает уставку, бинектор B6030 принимает значение лог.1, переключается триггер и формируется предупредительный сигнал «Обрыв сети».

Включение и отключение **ОКУ** производится с помощью D-триггера, имеющего три управляющих входа (в порядке приоритетности):

- RESET. Сигнал лог.1 по этому входу устанавливает триггер в исходное состояние Q=0. ОКУ при этом пассивный (B9491=1),
- SET. Сигнал лог.1 по этому входу устанавливает триггер в состояние Q=1. ОКУ при этом активный (B9490=1),
- STORE. На выход Q записывается значение сигнала, присутствующего на входе D в момент прохождения переднего фронта сигнала лог.1, поступившего на вход STORE.

При подготовке агрегата к пуску производится подача питающих напряжений в **ВТ**. Чтобы в работу был введен **ОКУ**, необходимо питающие напряжения подать сначала в **ОКУ**, а затем с задержкой 5-10с в **РКУ**. При этом сначала сигналом «**POWER ON**» триггер устанавливается в исходное состояние. Так как до подачи питающих напряжений в **РКУ** бинектор B6201=0, то сигналом по входу SET (B9453=1) триггер переключается. В результате в бинектор B9490 записывается лог.1 и **ОКУ** включается. С клеммы 1EB1:46 в ячейки **СВС1** и **ЯИС** поступает сигнал «**ОКУ вкл.**». В результате сигнал «**В работе ОКУ**» поступает на **ВУУ** и активируется на двери шкафа.

Перевод управления возбуждением с **ОКУ** на **РКУ** происходит в следующих случаях:

- По команде оператора. Команда может быть подана с **ВУУ** (приходит в **АС** на клемму X163:41, в бинектор B0020 записывается лог.1) или от кнопки **Jog** панели OP1S. Эта команда принимается так же **РКУ** и передается по цифровой связи в **ОКУ** бинектором B6203. В любом случае устанавливается B9380=1. При условии, что **РКУ** исправен (B6201=1), в бинектор B9490 записывается лог.0 и ОКУ отключается. Сигнал B9490=0 является командой на включение **РКУ**. Бинектор B9490 управляет дискретным выходом (1EB1:46), воздействующим на вход 2EB1:41 **РКУ**. При наличии сигнала на этом входе **РКУ** отключается, а при его отсутствии – включается. С клеммы 1EB1:46 в ячейки **СВС2** и **ЯИС** поступает сигнал «**РКУ вкл.**». В результате сиг-

нал «**В работе РКУ**» поступает на **ВУУ** и активируется на двери ВТ.

♦ Автоматически при обрыве Us (B9450=1), отказе плеча (B9568=1), наличии сигналов «Активный сбой» (B0106=1) или «Перекл.» (B9387=1). В этих случаях при условии, что **РКУ** исправный (B6201=1), записывается B9364=1 и происходит перевод управления на **РКУ**.

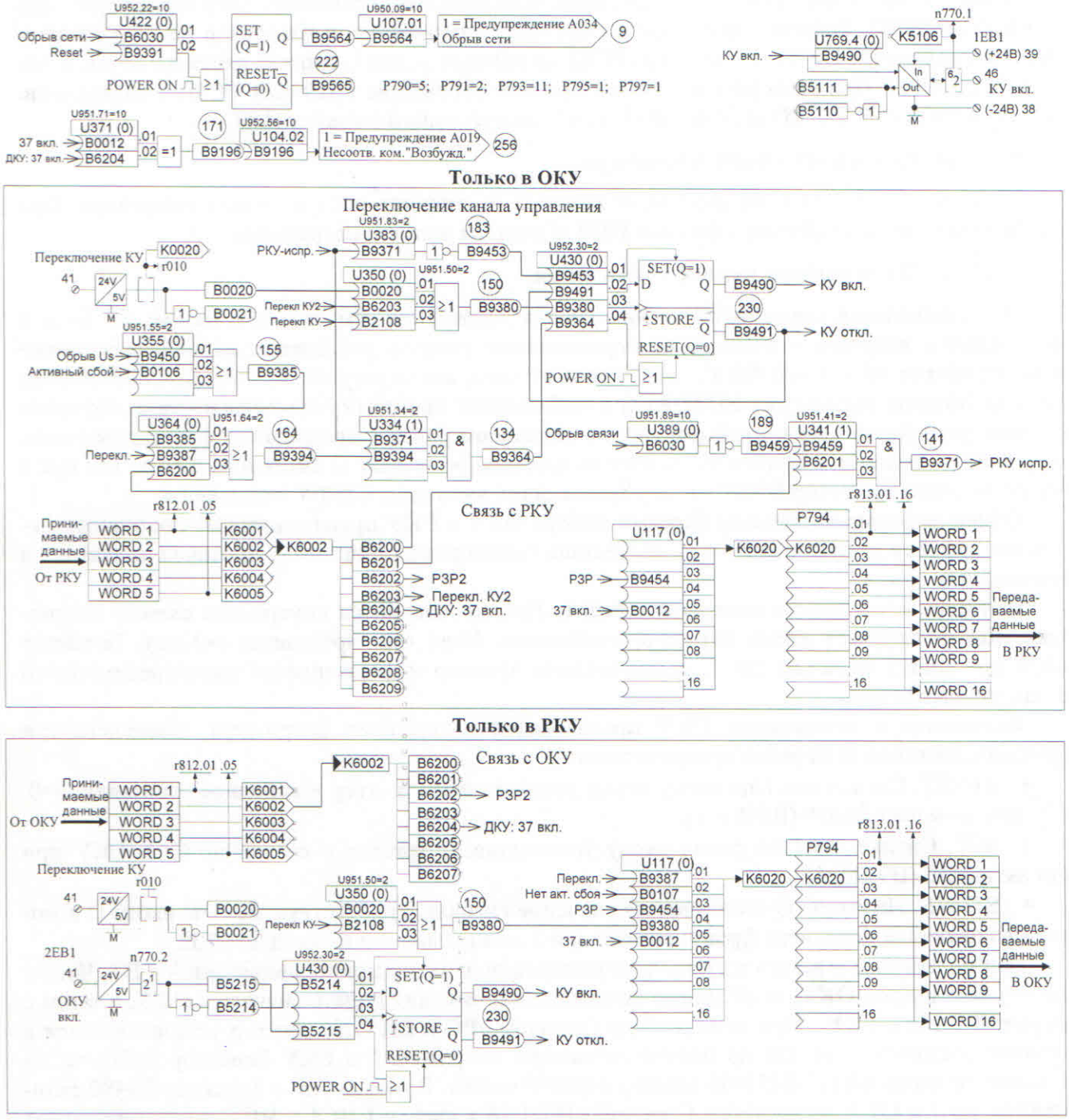


Рис. 8. Блок выбора каналов управления.

♦ Автоматически при наличии сигнала «**Перекл.**» (B9387=1) в **РКУ**. При этом сигнал передается по интерфейсу в **ОКУ**, преобразуется в сигнал «**Перекл. КУ2**» (B6203=1), под действием которого происходит перевод управления возбуждением с **ОКУ** на **РКУ**.

5.9.7.12. **Сервисный блок.**

Сервисный блок предназначен для облегчения проведения наладочных работ. В его состав входят устройство **UN002**, схема которого приведена на Рис. 10, и программный модуль, показанный на Рис. 9.

Связь **АС** с **UN002** осуществляется через разъемы **ХК1** (для АС1) и **ХК2** (для АС2). **UN002** подключается к **ХК1** и **ХК2** поочередно.

UN002 обеспечивает подачу следующих команд и сигналов:

- регулируемого сигнала на аналоговый контрольный вход АС с помощью переменного резистора R1,
- дискретного контрольного сигнала на вход АС с помощью тумблера S1,
- дискретных команд «Больше», «Меньше», «Перекл. КУ» с помощью кнопок соответственно S2, S3, S4.

Устройство UN002 оснащено контрольными гнездами, на которые постоянно выведены текущие значения сигнала по контрольному аналоговому входу, выходного сигнала АРВ, тока возбуждения. На контрольное гнездо «К. выход» путем установки определенного сочетания значений параметров можно вывести значение одного из восьми сигналов (см. Рис. 9).

Сигнал, поступающий на аналоговый контрольный вход, после нормализации и обработки в АЦП записывается в коннектор К0013 в положительной либо отрицательной полярности. Задание требуемой полярности сигнала производится установкой в параметре Р423 значений 0 либо 1 в соответствии с приведенными на Рис. 9 указаниями.

При Р424=0 число, записанное в коннектор К0013, переписывается в коннектор К9269 и поступает на контрольный вход АРВ. Если Р424=1, то контрольной вход АРВ подключается на выход генератора синусоидальных колебаний.

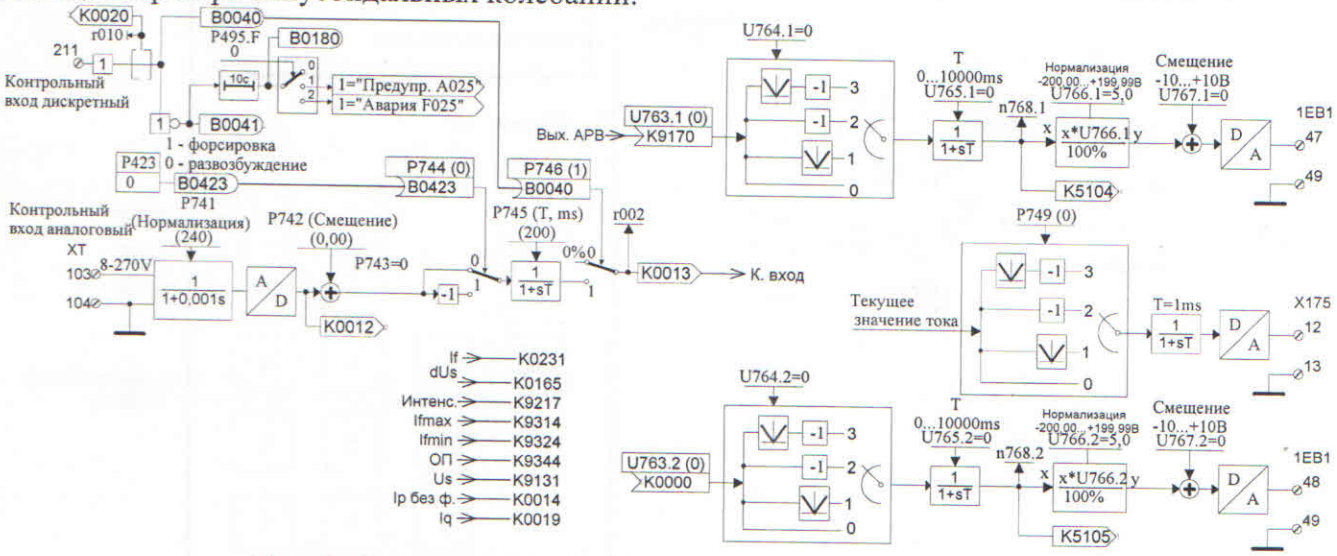


Рис. 9. Сервисный блок для проведения наладочных работ.

На **ПИ-регуляторе** и **RS-триггере** выполнен генератор треугольных колебаний. Частота колебаний генератора регулируется путем изменения значения числа, записанного в коннектор К0013 и равна значению подаваемого сигнала (%). С помощью блока нелинейности записанные в К9354 параметры треугольных колебаний преобразуются в параметры синусоидальных и записываются в коннектор К9231. В параметр Р404 записываются амплитудные значения колебаний, составляющие 5% от записанных в К9231.

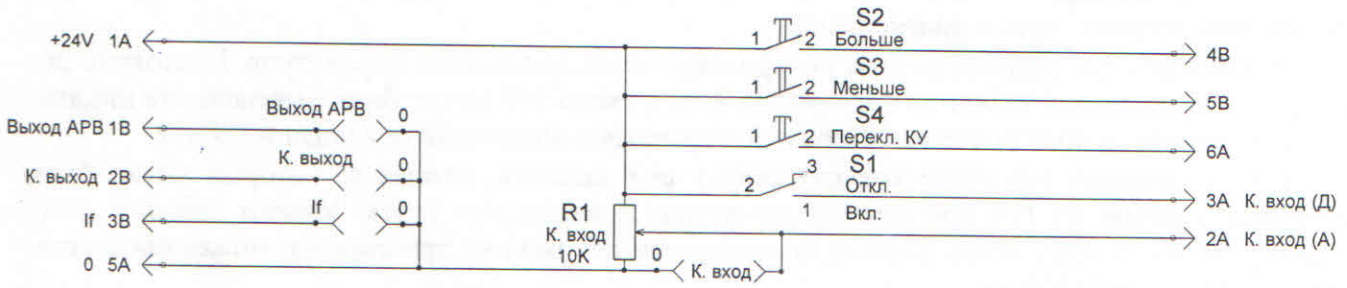


Рис. 10. Устройство **UN002** для наладки АРВ.

Выход АРВ (К9167) в ЦАП преобразуется в аналоговый сигнал и поступает на клемму 1EB1:47, а затем на контрольное гнездо «**Выход АРВ**» устройства для наладки. Аналогичным образом обрабатывается коннектор, в котором записано текущее значение тока возбуждения, и в виде аналогового сигнала поступает на клемму X175:12 и контрольное гнездо устройства для наладки.

На вход мультиплексора поступает восемь сигналов. С выхода мультиплексора в коннек-

тор K9450 записывается значение одного из входных сигналов. Выбор сигнала производится путем установки в параметры P425, P426, P427 значений в соответствии с таблицей истинности. Выбранный сигнал после нормализации (задается параметром P766.2) и обработки в ЦАП поступает на клемму 1EB1:48 и контрольное гнездо «**К. выход**» устройства для наладки.

5.9.7.13. **Панель оператора OP1S.**

Внешний вид панели оператора **OP1S** приведен на Рис. 11.

На дисплее панели отображаются данные об активном и реактивном токе, напряжении статора генератора, а так же значение сопротивления изоляции цепей возбуждения (100% соответствует сопротивления изоляции равное 1МОм).

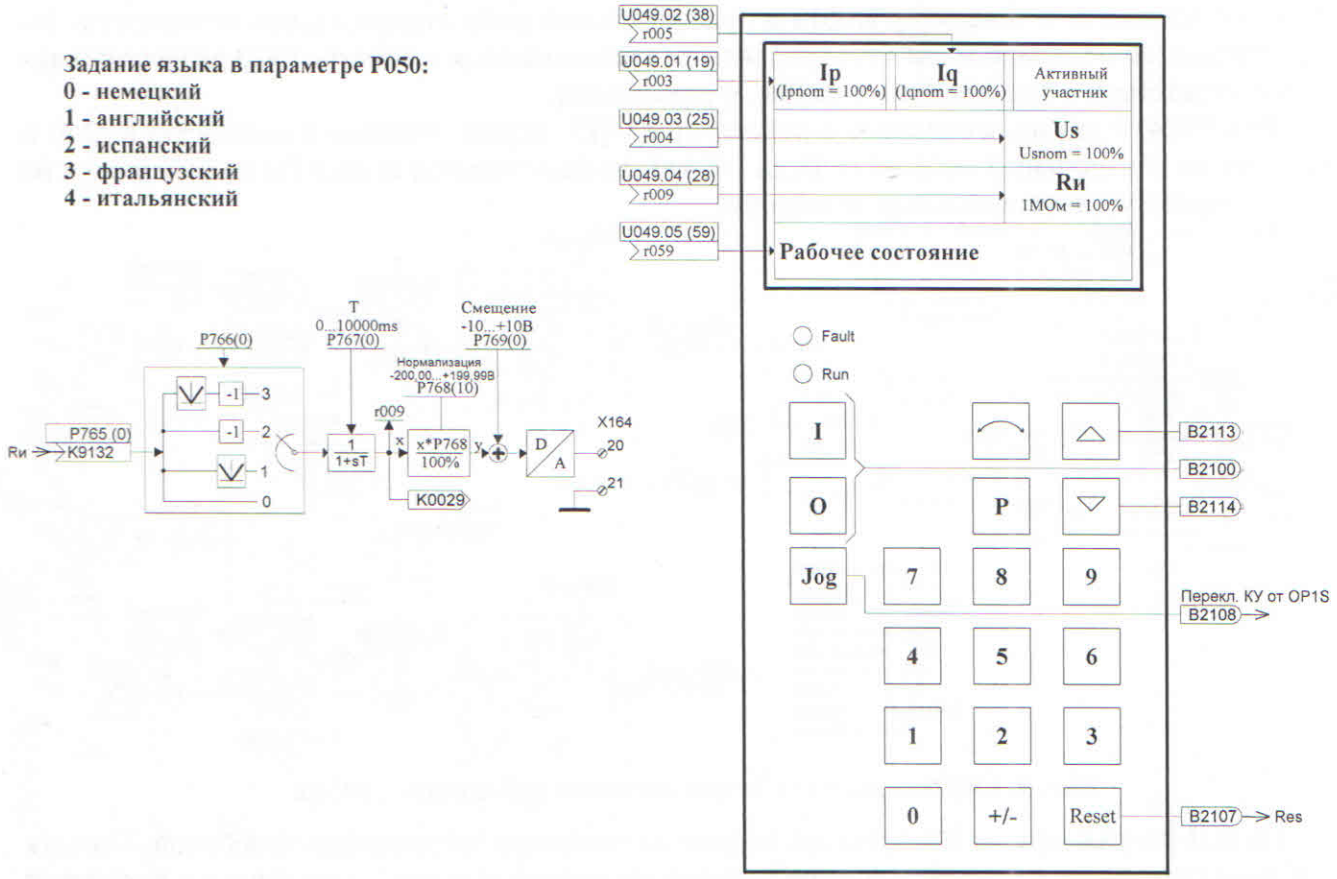


Рис. 11. Панель оператора **OP1S**.

5.9.7.14. **Система защиты, сигнализации и диагностики.**

Программным обеспечением контроллера предусмотрены следующие возможности системы защиты, сигнализации и диагностики:

- Определение режима работы контроллера через индикацию параметров. Постоянно доступны для индикации около 50 параметров и еще около 300 могут быть выведены на индикацию программным подключением. Перечень параметров индикации приведен в Табл. 2.
- Запоминание («осциллографирование») до 8 величин, каждая из которых может быть получена в любой из 128 программно доступных контрольных точек. Можно задать момент времени начала запоминания. Период дискретности для режима трассировки может быть установлен в пределах 3-300 мс,
- Запоминание номера и времени наступления каждого из восьми последних аварийных состояний с формированием сообщений, содержащих их характеристики. Перечень аварийных и предупредительных сообщений контроллера приведен в Табл. 3 и Табл. 4.

Табл. 2

Параметр	Индицируемая величина	Примечание
r002	Сигнал, подаваемый на контрольный вход	Номинальному значению Us соответствует 100%
r003	Активный ток генератора	Номинальному значению соответствует 100%
r004	Измеренное значение напряжения статора	Номинальному значению соответствует 100%
r005	Реактивный ток генератора	Номинальному значению соответствует 100%
r009	Сопротивление изоляции	R=1МОм соответствует 100%, R=10кОм - 1%
r013	❖ Температура внутри шкафа	°К
r017	❖ Частота напряжения генератора	Гц
r018	Угол управления тиристорами	Электрических градусов
r043	Значение коннектора, выбранного в P044	
r045	Значение бинектора, выбранного в P046	
r047	Память диагностики сбоев	Дает более подробное разъяснение
r048	Время эксплуатации, час	Время работы на данном канале управления
r049	Время текущего и 7 предыдущих сбоев (F)	
r060	Версия программного обеспечения	
r069	Фабричный номер SIMOREG	
r070	Заказной номер SIMOREG	
r947	Память сбоев	№ текущего и 7 предыдущих сбоев
r949	Значения сбоев	Дополняет r947
r951	Описание сбоя	
n009	Нагрузка процессора	
n042	Память предупреждений, которые появились с моменты последнего включения питания	J002 – память A017…A032 J003 – память A033…A048
n762.4	Ток первичной обмотки ТСЗП	Номинальному значению соответствует 50%
n762.6	Напряжение питания датчиков	Номинальному значению соответствует 0
n768.1	Выход АРВ	В статических режимах не более 2%

Табл. 3

Индикация	Сообщение	Примечание
F019	КЗ ТСЗП	
F021	If>2,25Ifn	
F023	Отключение от защит генератора	
F033	Отключение от РЗР	
F034	Повышение Us на холостом ходу	
F062	Сбой памяти параметров	Защиты контроллера
F063	Ошибка данных компенсации	
F064	Сброс от сторожевого таймера	
F065	Запрещенное состояние микропроцессора	
F069	Данные MLFB неверны	

Табл. 4

Индикация	Сообщение	Примечание
A018	Короткое замыкание бинарных выходов	Сигнализирует о наличие КЗ на выходе одного из выбираемых цифровых выходов
A019	Несоответствие команды «Воз-	В одном из каналов присутствует команда на возбужде-

	буждение»	ние, а в другом – на гашение
A021	Потеря питания от СН	Сигнализирует о потере питания от СН в течение 10с
A022	Отказ б/к QG	Замыкающий и размыкающий блок-контакты выключателя генератора находятся в одинаковом положении
A024	Отказ датчиков	Сигнализирует о потере питания датчиков или обрыве цепей измерения напряжения статора
A028	Потеря резервного питания	Сигнализирует о потере резервного питания в течение 10с
A027	Потеря питания от ТП	Сигнализирует о потере питания от ТП в течение 40с
A034	Обрыв сети	Сигнализирует об отказе связи по последовательному интерфейсу между ОКУ и РКУ

6. Размещение и монтаж.

6.1. Составные части **ВТ** следует располагать в местах с меньшими вибрациями. Во избежание перекосов дверей поверхность пола должна быть ровной. Должно обеспечиваться двустороннее обслуживание. **ВТ** должны устанавливаться вертикально. Отклонение от вертикали не должно превышать 3°.

6.2. Оборудование **ВТ** следует располагать в помещениях, не содержащих токопроводящей пыли, газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металл. Температура окружающего воздуха в помещении не должна превышать 40°С. Объем помещений и вентиляционные устройства должны выбираться с учетом потерь мощности 2,8 кВт в трансформаторе и 1.0 кВт в шкафах **ВТ**.

6.3. Преобразовательный трансформатор для уменьшения потерь в связях целесообразно устанавливать возможно ближе к преобразователю.

6.4. Соединение **ВТ** с преобразовательным трансформатором должно производиться с учетом того, что в соединительных связях протекает пульсирующий несинусоидальный ток. Вокруг жил кабелей не должны создаваться короткозамкнутые контуры из магнитных материалов. Для монтажа должны использоваться кабели или провода без брони. При использовании трехжильных кабелей, включаемых параллельно, необходимо, чтобы в каждом кабеле проходили все три фазы питания преобразователя.

6.5. Присоединительные шины или кабели должны иметь надлежащее сечение, чтобы превышение их температуры при протекании номинального тока было не более 60°С. Шины или кабели должны быть закреплены так, чтобы они не создавали дополнительные механические усилия на шины шкафов.

6.6. Перед установкой болтов контактные поверхности присоединяемых шин следует зачистить до металлического блеска стальной щеткой, протереть салфеткой, смоченной бензином, и смазать смазкой ЦИАТИМ-203 или другой аналогичной. Перед затяжкой болтов убедиться, что концы подсоединяемых шин или наконечники кабелей прилегают к выводам по всей поверхности без перекосов и зазоров. После затяжки болтов контактные соединения рекомендуется покрыть влагостойкой краской или лаком.

7. Указание мер безопасности.

7.1. Эксплуатация **ВТ** должна производиться с соблюдением действующих правил техники безопасности.

7.2. Корпус шкафа должен быть заземлен.

7.3. ВТ должен эксплуатироваться с закрытыми дверями. Открывать двери разрешается только при осмотрах.

8. Подготовка к работе.

8.1. После транспортировки оборудования на место установки произведите его осмотр с целью выявления возможных повреждений.

8.2. Произведите проверку преобразовательного трансформатора в соответствии с «Нормами испытания электрооборудования», «Правилами устройства электроустановок» и эксплуатационной документацией на трансформатор.

8.3. Подготовьте измерительные приборы и приспособления, необходимые при проверке и

наладке оборудования, примерный перечень которых приведен в Табл. 5.

8.4. Проверьте правильность монтажа силовых цепей и цепей вторичной коммутации, соединяющих преобразовательное оборудование **ВТ** с внешними устройствами. При проверке силовых цепей визуальным осмотром проверьте соответствие их принципиальным схемам, выполнение требований раздела 6. Проверьте правильность фазировки силовых цепей и цепей переменного тока, полярность силовых цепей и цепей постоянного тока 220В, правильность монтажа цепей измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Табл. 5

Тип прибора, приспособления	Класс точн.	Назначение	Кол
Мегаомметр МС-05, 2500В	2,5	Измерение сопротивления изоляции силовых цепей	1
Мегаомметр М1104, 1000В	1,0	Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей	1
Вольтметр Э315/3, (0-75-150-300-600В)	0,5	Контроль переменного напряжения.	2
Амперметр Э514/3, (5-10А)	0,5	Контроль переменного токоа.	3
Вольтамперметр М2018 (0-20А, 0-600В, 0-750мВ)	0,2	Измерение параметров режимов ВТ	2
Ампервольтметр Ц4311	0,5,~1,0	Универсальное применение	3
Цифровой мультиметр В7-35	0,5-1,5	Универсальное применение	1
Электронный осциллограф С1-76, С1-83	-	Настройка электронных устройств	1
Лабораторный автотрансформатор ЛАТР	-	Настройка электронных устройств	2
Трехфазный автотрансформатор или потенциал-регулятор, 0-420В, 1,5кВА	-	Настройка электронных устройств	2
Однофазный трансформатор 220/12В	-	Проверка датчиков тока	3
Установка для испытания изоляции до 5кВ	-	Испытание изоляции, разрядника	1
Токоизмерительные клещи Ц-91, (0-500А)	-	Измерение распределения токов по параллельным ветвям	1
Вольтамперметр – фазоиндикатор ВАФ-85	-	Измерение токов, снятие векторных диаграмм	1
Мост постоянного тока ММВ	-	Измерение активных сопротивлений	1
Однофазный изолирующий трансформатор 220/220В с изоляцией на 3,5кВ	-	Питание осциллографов	2
Реостат 10-15 Ом	-	Проверка датчиков тока	3
Устройства для прозвонки цепей	-	Проверка правильности монтажа	2
Источник питания Б5-48, (0 - 50В, 2А)	-	Настройка электронных устройств	2
Приспособления для испытания изоляции из состава ЗИП		Испытание изоляции	

8.5. Произведите проверку электрического сопротивления изоляции и испытание электрической прочности изоляции, после чего силовые цепи и цепи вторичной коммутации преобразовательного оборудования подключите к внешним устройствам.

8.6. Произведите предварительную проверку функционирования и настройку электронных устройств. *При измерении напряжений в электронных устройствах используйте вольтметр с высоким входным сопротивлением. Если не оговорено особо, все измерения производите относительно нулевой шины.*

8.7. Проверьте автоматические выключатели и контакторы в соответствии с эксплуатационной документацией и типовыми инструкциями.

8.8. Испытайте **ВТ** при работе генератора с резервным возбудителем.

8.9. Испытайте **ВТ** при работе генератора в режиме холостого хода.

8.10. Испытайте **ВТ** при работе генератора в сети.

9. Методика испытания.

9.1. Проверка изоляции.

9.1.1. Подготовьте шкаф **ВТ** к проверке изоляции, для чего:

- Закоротите между собой клеммы У и К в каждом блоке тиристоров,
- Закоротите между собой шины A, B, C, +, -, катод диода V1;
- Включите разъединители QS1, QS2, QS3 и закоротите резистор R5,
- Включите выключатели QR1 и QR2 вручную,
- Включите выключатели SF1…SF7, выключатель освещения SA,
- Отключите ответные части разъемов и провода внешней схемы, подходящие к АС, расположите их так, чтобы исключить возможность замыкания их на другие цепи и корпус,
- Отключите от ТСН проводник, заземляющий нулевой вывод вторичной обмотки. Закоротите между собой выводы вторичной обмотки,
- отключите в ячейках **УВ1**, **УВ2**, **СВС1**, **СВС2**, **ЯД1**, **ЯД2**, **ЯИС**, **ЯЗЗ**, **ЯП1**, **ЯП2**, **ЯРП1**, **ЯРП2** и в **АС** ответные части всех разъемов.

9.1.2. Путем установки перемычек образуйте следующие испытуемые цепи:

- Цепь 1 (силовые цепи) - закороченные между собой шины A, B, C, +, -;
- Цепь 2 (питание УНВ) - закороченные между собой клеммы X1:1, 2;
- Цепь 3 (оперативные цепи ВТ) - закороченные между собой клеммы X1:5…33;
- Цепь 4 (цепи сигнализации рабочего возбудителя) - закороченные между собой клеммы X1:38…41, 43…54;
- Цепь 5 (цепи на потенциале оперативного тока КСС) - клеммы X1:35, 36, 55…60;
- Цепь 6 (оперативные цепи резервного возбудителя) - закороченные между собой клеммы X1:61…73;
- Цепь 7 (цепи сигнализации резервного возбудителя) - закороченные между собой клеммы X1:75…78;
- Цепь 8 (измерительные цепи тока генератора) - клеммы X1:88…90;
- Цепь 9 (измерительные цепи тока трансформатора возбуждения) - клеммы X1:91…93;
- Цепь 10 (измерительные цепи напряжения генератора для ОКУ) - клеммы X1:80…82;
- Цепь 11 (измерительные цепи напряжения генератора для РКУ) – X1:83…85;
- Цепь 12 (измерительное напряжение сети) - клеммы X1:86, 87;
- Цепь 13 (сеть 0,4кВ станции) - клеммы X1:103…106;
- Цепь 14 (цепи освещения) - клеммы X1:107, 108;
- Цепь 15 (цепь питания АС) - клеммы ЯП1-X3;
- Цепь 16 (цепь щетки вала)- клемма X1:95.

9.1.3. Произведите измерение сопротивления изоляции и испытание электрической прочности изоляции образованных цепей. При проверке изоляции любой цепи остальные цепи должны быть заземлены. Сопротивление изоляции должно быть не менее 5МОм.

Цепь **1** проверяется мегаомметром на 2500В и испытывается напряжением 2,0кВ.

Остальные цепи проверяются мегаомметром на 1000В и испытываются напряжением 1000В.

После окончания испытания изоляции снимите все закоротки, восстановите схему, подключите к **АС** внешние провода и ответные части разъемов.

9.2. Предварительная проверка функционирования.

9.2.1. **ВТ** поставляется заказчику прошедшим приемо-сдаточные испытания и настроенным на параметры конкретного генератора.

9.2.2. Целью предварительной проверки функционирования является выявление неисправностей, которые могут возникнуть при транспортировании и монтаже оборудования.

9.2.3. Предварительная проверка должна производиться на остановленном генераторе. Коммутационная аппаратура (все разъединители и выключатели) до начала проверок должна находиться в отключенном положении.

*9.2.4. Общие указания по настройке и регулированию параметров **АС**:*

Ввод и изменение параметров АС производите с панели OP1S либо через PC-совместимый компьютер с использованием программного пакета Drive Monitor (наладка с применением компьютера наиболее удобна). После включения питания АС на дисплее панели управления PMU

индицируется параметр r000, соответствующий состоянию устройства.

При переходе устройства в состояние индикации аварии на дисплее высвечивается номер аварии. Сброс аварии производится нажатием кнопки «квитирование»;

Панель управления OP1S переходит в режим индикации состояния контроллера через несколько секунд после включения питания. Для ввода или изменения параметров при помощи OP1S нажатием кнопки «P» переведите панель в режим индикации базового меню.

В базовом меню нажатием кнопок «▲» и «▼»выберите функцию «Свободный доступ» (Free access) и нажмите кнопку «P». После этого панель OP1S переходит в режим индикации и ввода параметров; В режиме «Свободный доступ» оперируя кнопками «P», «▲» и «▼» возможен просмотр и изменение значения интересующих вас параметров;

9.2.5. Общие указания по настройке и регулированию параметров АС через PC.

При использовании PC-совместимого компьютера подключите его с помощью специального шнура связи, входящего в состав ЗИП, к АС вместо панели **OP1S**. Откройте любой файл с расширением .dnl. При этом на дисплее появляется окно, показанное на Рис. 12.

Кликните мышью по кнопке «Parameter list complete», показанной на Рис. 12 стрелкой. После этого появится таблица, изображенная на Рис. 13[4]. При этом, как видно на рисунке, активирована кнопка «Offline», что свидетельствует об отсутствии связи между SIMOREG и PC. Для установления связи кликните мышью по кнопке «Online (Write EEPROM)» показанной на Рис. 13 стрелкой 1. При этом SIMOREG соединится с PC и все изменения параметров, которые вы введете, будут занесены в постоянную память SIMOREG.

Номер параметра указан в первом столбце таблицы. Далее в этой строке указывается вся информация об этом параметре. Для параметров, имеющих несколько индексов, номер индекса указан в четвертом столбце. При этом показан только первый индекс. Для того, что бы сделать доступными остальные индексы, необходимо кликнуть мышью по знаку «+» в третьем столбце таблицы.

Для перехода к нужному параметру наберите его номер на клавиатуре.

Для изменения параметра кликните дважды в нужной строке таблицы. При этом строка подсвечивается синим цветом и появляется окно ввода параметра, например, такое, как показано на Рис. 14. Выделите значение параметра, указанное в окне «connectornumber:», дважды кликнув на нем мышью. Значение параметра подсветится синим. Наберите требуемое значение параметра (буквы «B» или «K» в обозначении бинектора или коннектора не указывается). Введите набранный параметр нажатием на клавишу «Enter» или кликнув по клавише «OK».

Параметрирование (выбор параметров и изменение их значений) возможно только при P051=40. Поэтому необходимо начать параметрирование с установки параметра P051=40. Это значение будет сохраняться до отключения питания *SIMOREG.*

Для сохранения набора параметров SIMOREG в PC выберите в меню «File» → «Upload» → «Basic Device Complete». Затем в появившемся окне укажите имя файла и папку, куда его следует поместить. Кликните по клавише «OK». После окончания записи закройте окно. Во избежание сбоев при записи файла рекомендуется при этом никаких других операций с PC не производить.

Для записи в SIMOREG набора параметров, сохраненного в PC выберите в меню «File» → «Download» → «Save [EEPROM]». Затем в появившемся окне укажите папку и имя файла, из которого следует считать параметры. Кликните по клавише «OK». После окончания записи закройте окно. Во избежание сбоев при записи файла рекомендуется при этом никаких других операций с PC не производить.

[4] Возможно, при открытии файла с расширением .dnl таблица Рис. 13 появится сразу.

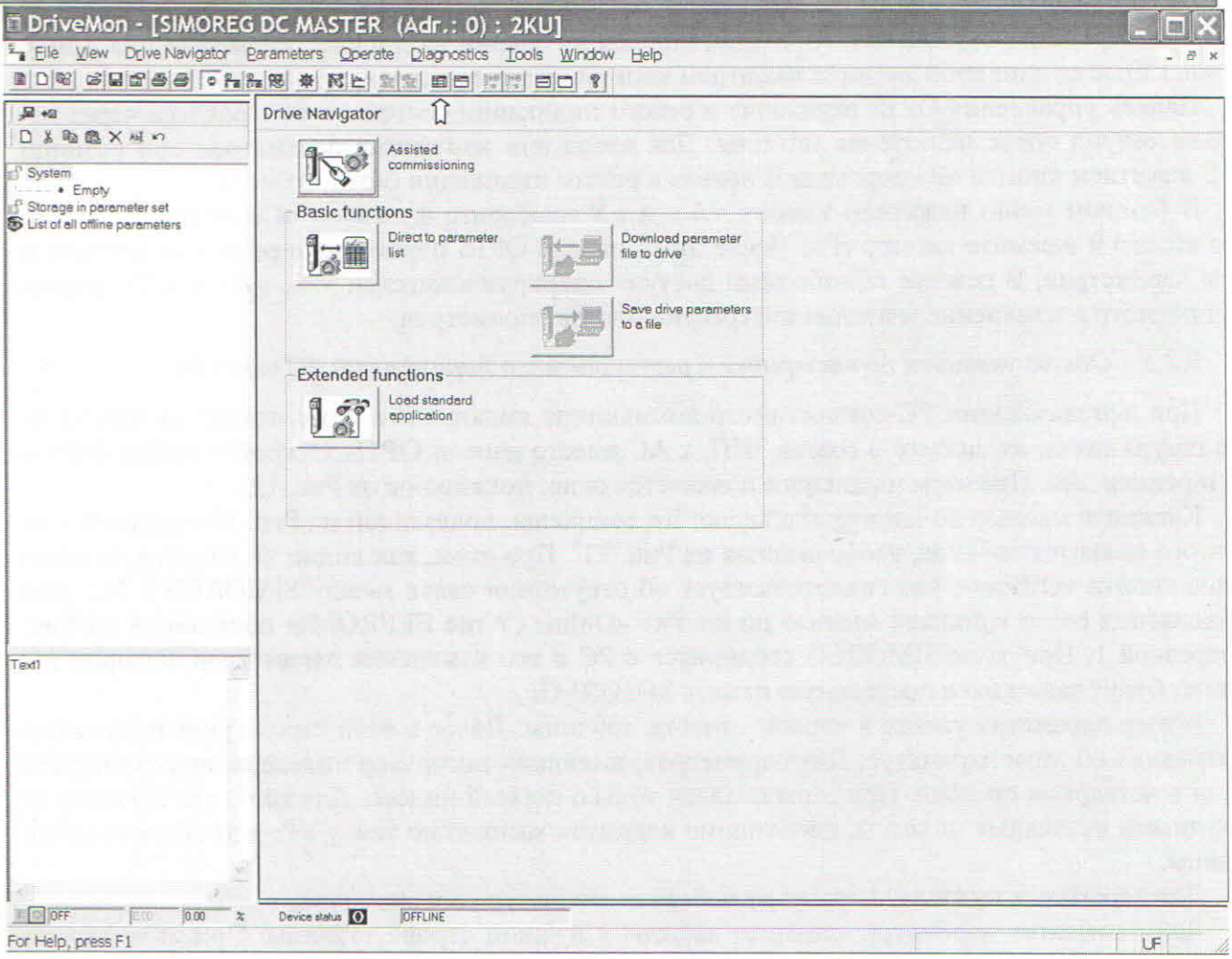


Рис. 12. Изображение на дисплее PC при открытии файла *.dnl

9.2.6. Осциллографирование переходных процессов при помощи PC.

Для включения осциллографа кликните кнопку, отмеченную на Рис. 13 стрелкой 2. Появится окно, изображенное на Рис. 15. Для настройки осциллографа кликните кнопку «Settings…». Появится окно «Record Settings – SIMOREG DC MASTER ONLINE», изображенное на Рис. 16 слева.

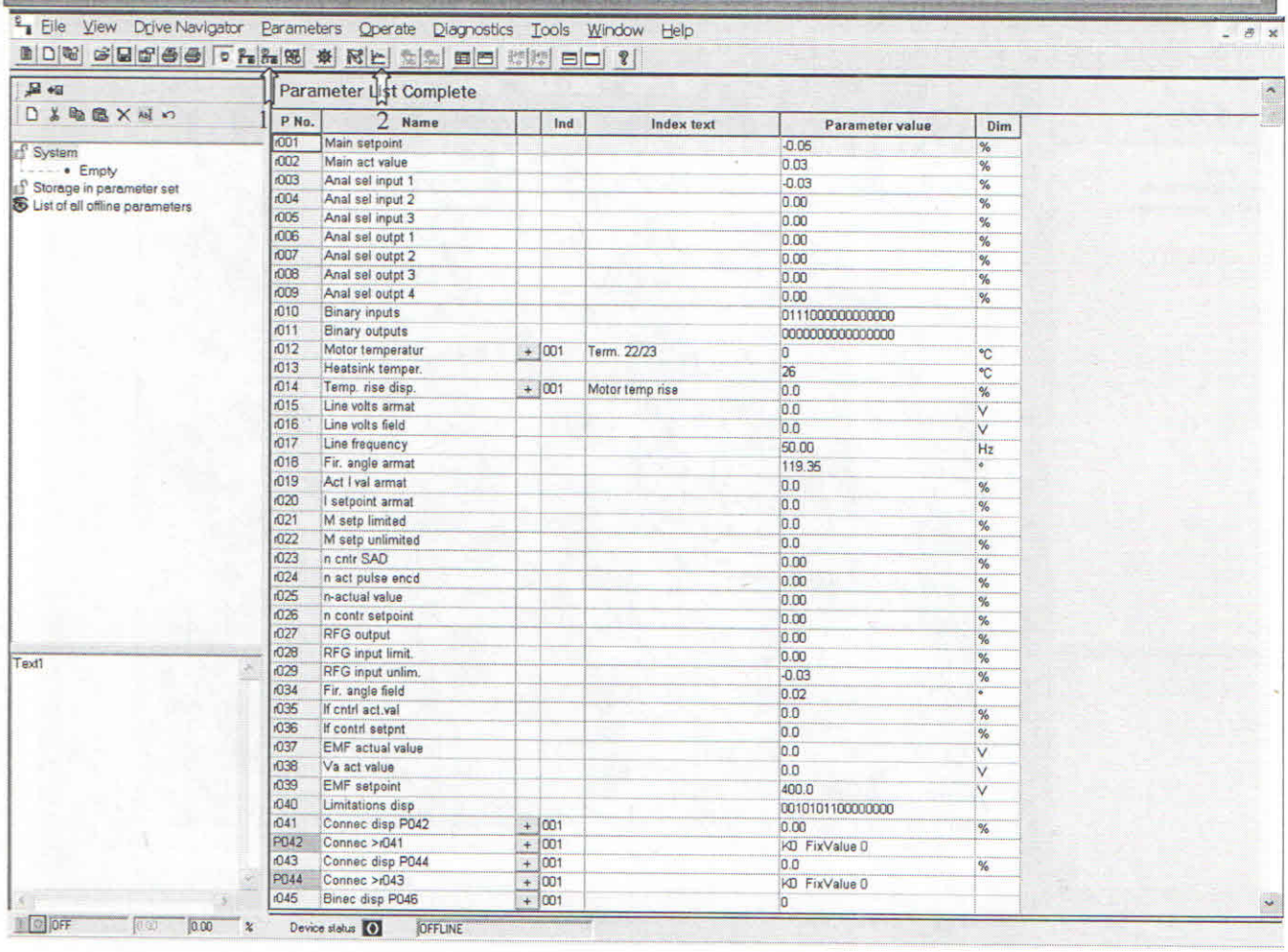
В левой части окна видна таблица записываемых коннекторов. Для ввода номера коннектора кликните кнопку «…» слева от окна, в котором записан номер коннектора, появится окно ввода, аналогичное показанному на Рис. 14. Таким образом могут быть введены 10 коннекторов. В том случае, если необходимо осциллографировать и дискретные сигналы, то последний коннектор не вводится – он будет использован для дискретных сигналов. Неиспользованные каналы отключите, кликнув по значку «˅» справа от окна с номером неиспользуемого коннектора.

Для записи дискретных сигналов кликните кнопку «BiCo-conversion…». Появится окно «Binector -> Connektor Converter for…», изображенное на Рис. 16 справа.

Для ввода номера бинектора кликните кнопку «…» слева от окна номера бинектора и в появившемся окне ввода введите номер интересующего Вас бинектора. Таким образом могут быть внесены 16 бинекторов. Неиспользованные каналы отключите, кликнув по значку «˅» справа от окна с номером неиспользуемого бинектора. Кликните клавишу «ОК», окно «Binector -> Connektor Converter for…» закроется.

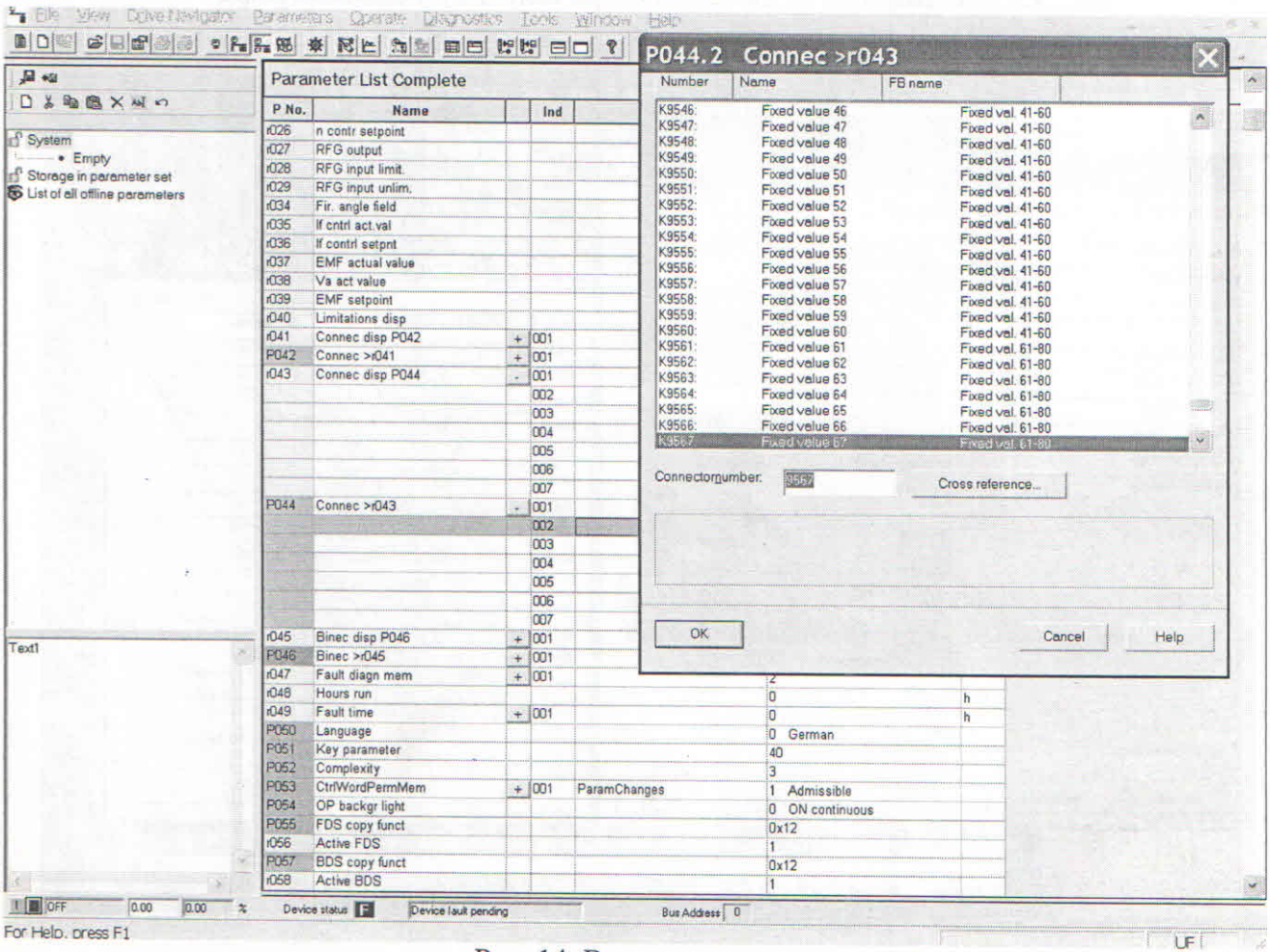
В окне «Recording Interval:» введите цифру, задающую время записи. При этом 1 соответствует 1,33с, 2 – 2,66с и так далее. Имейте ввиду, что количество измерений, по которым строится осциллограмма, не зависит от времени осциллографирования, поэтому записывать быстрые процессы с большим временем осциллографирования нельзя.

В окне «Pretrigger:» введите длительность осциллограммы, предшествующую моменту начала записи в процентах от общей длительности осциллограммы. При наладке рекомендуемая величина 5%, при использовании осциллографа в качестве аварийного – 95%.



P No.	Name		Ind	Index text	Parameter value	Dim
r001	Main setpoint				-0.05	%
r002	Main act value				0.03	%
r003	Anal sel input 1				-0.03	%
r004	Anal sel input 2				0.00	%
r005	Anal sel input 3				0.00	%
r006	Anal sel outpt 1				0.00	%
r007	Anal sel outpt 2				0.00	%
r008	Anal sel outpt 3				0.00	%
r009	Anal sel outpt 4				0.00	%
r010	Binary inputs				0111000000000000	
r011	Binary outputs				0000000000000000	
r012	Motor temperatur	+	001	Term. 22/23	0	°C
r013	Heatsink temper.				26	°C
r014	Temp. rise disp.	+	001	Motor temp rise	0.0	%
r015	Line volts armat				0.0	V
r016	Line volts field				0.0	V
r017	Line frequency				50.00	Hz
r018	Fir. angle armat				119.35	°
r019	Act I val armat				0.0	%
r020	I setpoint armat				0.0	%
r021	M setp limited				0.0	%
r022	M setp unlimited				0.0	%
r023	n cntr SAD				0.00	%
r024	n act pulse encd				0.00	%
r025	n-actual value				0.00	%
r026	n contr setpoint				0.00	%
r027	RFG output				0.00	%
r028	RFG input limit.				0.00	%
r029	RFG input unlim.				-0.03	%
r034	Fir. angle field				0.02	°
r035	If cntrl act.val				0.0	%
r036	If contrl setpnt				0.0	%
r037	EMF actual value				0.0	V
r038	Va act value				0.0	V
r039	EMF setpoint				400.0	V
r040	Limitations disp				0010101100000000	
r041	Connec disp P042	+	001		0.00	%
P042	Connec >r041	+	001		KD FixValue 0	
r043	Connec disp P044	+	001		0.0	%
P044	Connec >r043	+	001		KD FixValue 0	
r045	Binec disp P046	+	001		0	

Рис. 13. Таблица параметров SIMOREG.



P No.	Name		Ind		
r026	n contr setpoint				
r027	RFG output				
r028	RFG input limit.				
r029	RFG input unlim.				
r034	Fir. angle field				
r035	If cntrl act.val				
r036	If contrl setpnt				
r037	EMF actual value				
r038	Va act value				
r039	EMF setpoint				
r040	Limitations disp				
r041	Connec disp P042	+	001		
P042	Connec >r041	+	001		
r043	Connec disp P044	-	001		
			002		
			003		
			004		
			005		
			006		
			007		
P044	Connec >r043	-	001		
			002		
			003		
			004		
			005		
			006		
			007		
r045	Binec disp P046	+	001		
P046	Binec >r045	+	001		
r047	Fault diagn mem	+	001		
r048	Hours run			0	h
r049	Fault time	+	001	0	h
P050	Language			0 German	
P051	Key parameter			40	
P052	Complexity			3	
P053	CtrlWordPermMem	+	001	ParamChanges	1 Admissible
P054	OP backgr light			0 ON continuous	
P055	FDS copy funct			0x12	
r056	Active FDS			1	
P057	BDS copy funct			0x12	
r058	Active BDS			1	

Number	Name	FB name
K9546:	Fixed value 46	Fixed val. 41-60
K9547:	Fixed value 47	Fixed val. 41-60
K9548:	Fixed value 48	Fixed val. 41-60
K9549:	Fixed value 49	Fixed val. 41-60
K9550:	Fixed value 50	Fixed val. 41-60
K9551:	Fixed value 51	Fixed val. 41-60
K9552:	Fixed value 52	Fixed val. 41-60
K9553:	Fixed value 53	Fixed val. 41-60
K9554:	Fixed value 54	Fixed val. 41-60
K9555:	Fixed value 55	Fixed val. 41-60
K9556:	Fixed value 56	Fixed val. 41-60
K9557:	Fixed value 57	Fixed val. 41-60
K9558:	Fixed value 58	Fixed val. 41-60
K9559:	Fixed value 59	Fixed val. 41-60
K9560:	Fixed value 60	Fixed val. 41-60
K9561:	Fixed value 61	Fixed val. 61-80
K9562:	Fixed value 62	Fixed val. 61-80
K9563:	Fixed value 63	Fixed val. 61-80
K9564:	Fixed value 64	Fixed val. 61-80
K9565:	Fixed value 65	Fixed val. 61-80
K9566:	Fixed value 66	Fixed val. 61-80
K9567	Fixed value 67	Fixed val. 61-80

Рис. 14. Ввод параметров.

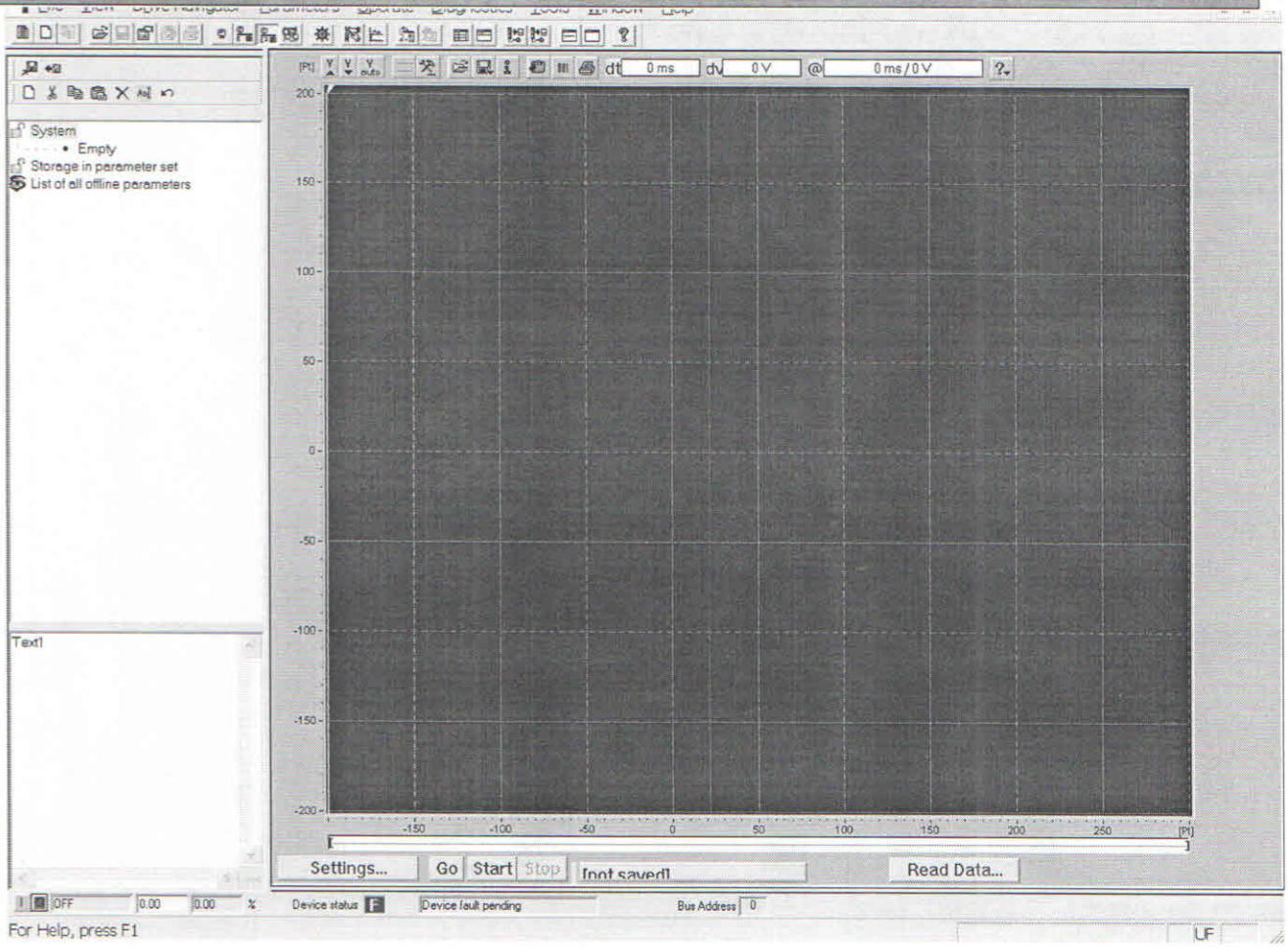


Рис. 15. Изображение на дисплее PC при включении осциллографа.

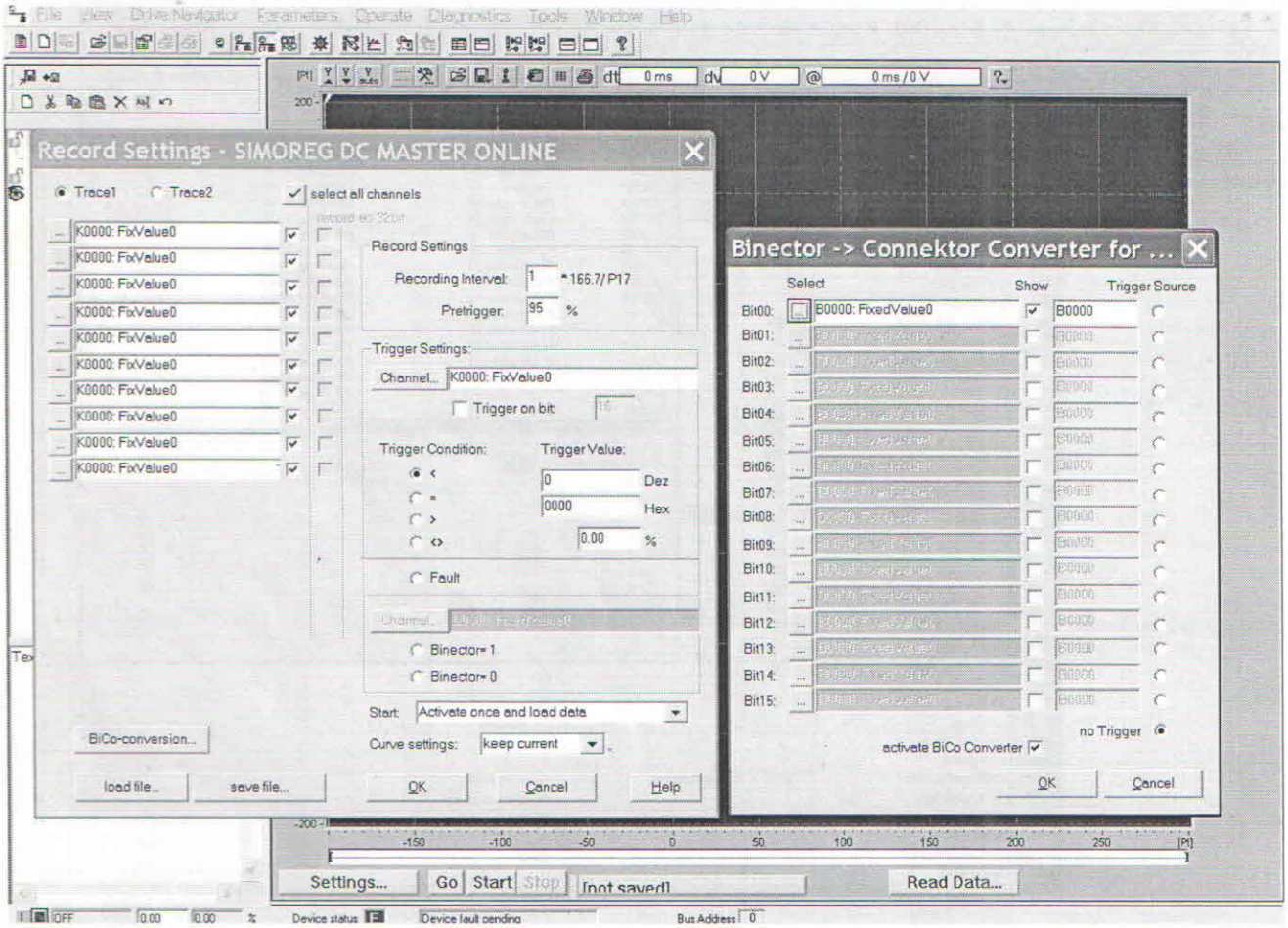


Рис. 16. Окна настройки осциллографа.

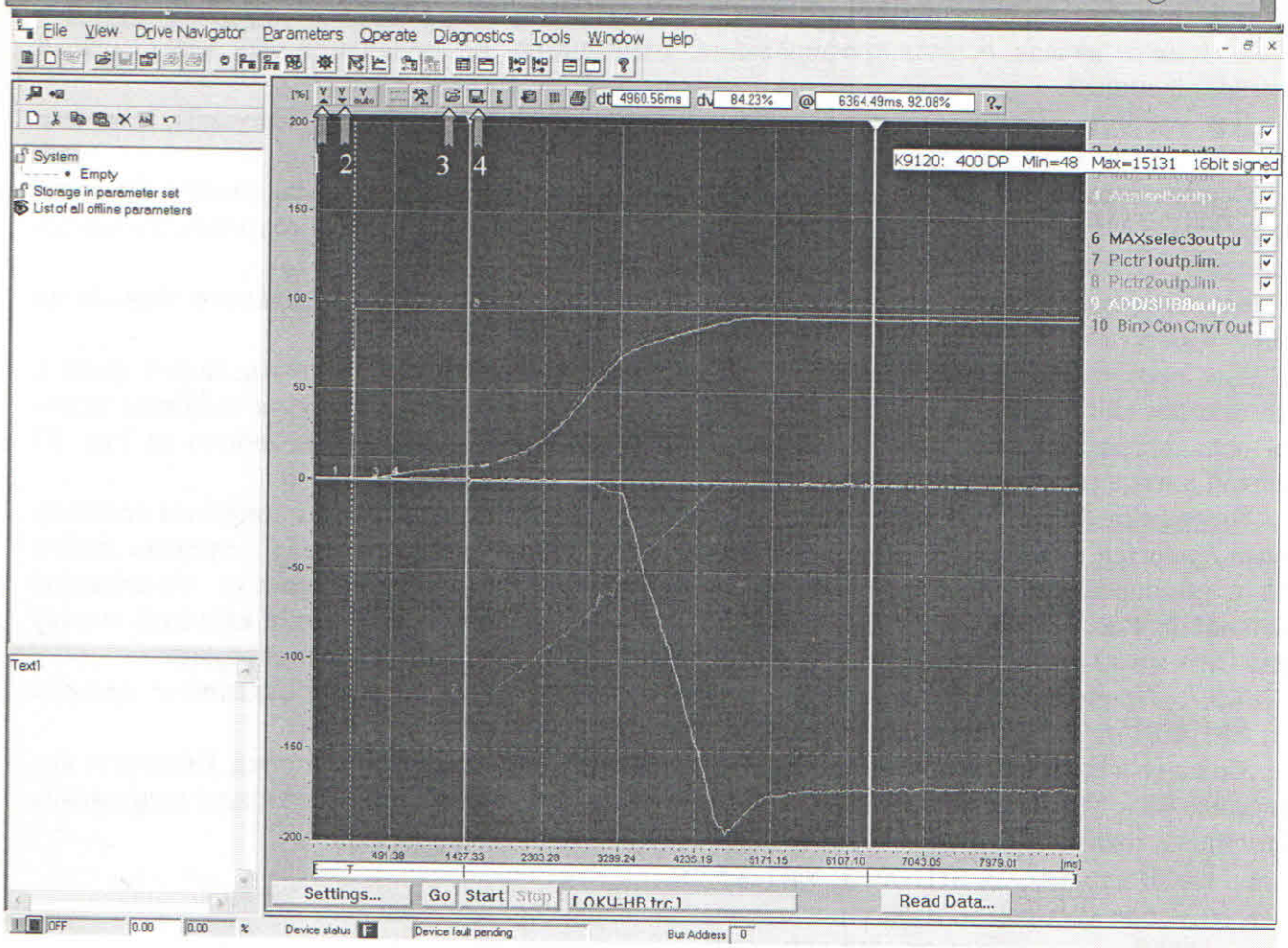


Рис. 17. Примерный вид осциллограммы.

Введите условие начала осциллографирования, установив точку в круглом окне «<», «=», «>», «< >», если при этом выбранная величина становится меньше, равна, больше или не равна заданному значению. При этом активируется окно «Channel…» с номером коннектора. Кликните на этой кнопке и введите номер коннектора, в котором записана величина, являющаяся запускающей для процесса осциллографирования. В окне «%» справа от окна «< >» введите заданное значение для этой величины в %.

Если пуск осциллографа совпадает с изменением дискретной величины, например, командой на подачу возбуждения, то установите точку в круглом окне «Binector=1» или «Binector=0». При этом активируется окно «Channel…» с номером бинектора. Кликните на этой кнопке и введите номер биннектора, в котором записана величина, являющаяся запускающей для процесса осциллографирования. При установке точки в окне «Fault» запуск осциллографа произойдет при появлении любого сообщения об аварии. Кликните клавишу «ОК», окно « Record Settings – SIMOREG DC MASTER ONLINE » закроется.

Если осциллографирование необходимо начать немедленно, не дожидаясь выполнения заданного условия, кликните кнопку «Go» (Рис. 15). В противном случае кликните кнопку «Start». Осциллограмма запишется после выполнения заданного Вами условия.

Вид осциллограммы показан на Рис. 17.

Справа от осциллограммы перечислены осциллографируемые величины. При подводе к ней курсора высвечивается номер коннектора. При выборе конкретной величины показывается ее масштаб. Масштабы величин по вертикали могут быть разными. Масштаб по вертикали выделенной величины может быть изменен кнопками, отмеченными стрелкой 1 или 2. Масштаб по времени всех величин может быть изменен перетаскиванием квадратных скобок в окне под осью времени. Перетаскивая мышью белые вертикальные линейки (первоначально они находятся на левом срезе осциллограммы) можно измерить выбранную величину. При этом в окне «dt» указывается время между событиями, отмеченными линейками, в окне «dv» дается изменение выбранной величины за это время, а в окне «@» указано время события, отмеченного линейкой, перемещаемой последней, и значение выбранной величины в этот момент. За 0 времени прини-

мается момент начала осциллографирования, отмеченный на осциллограмме вертикальной пунктирной линией.

Для удобства изучения осциллограммы лишние лучи могут быть отключены, для чего необходимо убрать значок «ˇ» справа от его обозначения.

Осциллограмма может быть сохранена. Для этого необходимо кликнуть кнопку, отмеченную стрелкой 4, выбрать «Save as…», указать папку и имя файла. При этом сохраняются все осциллографированные величины, в том числе и отключенные.

Что бы отключить осциллограф и вернуться в список параметров кликните мышью по кнопке «Parameter list complete», показанной на Рис. 12 стрелкой.

Для прочтения ранее сохраненной осциллограммы необходимо открыть любой файл с расширением .dnl (SIMOREG при этом может не подключаться, режим работы «offline») включить осциллограф так, как это описывалось ранее, кликнуть кнопку, отмеченную на Рис. 17 стрелкой 3 и выбрать нужный файл.

Внимание. После нажатия кнопки «Start» PC может быть отключен. Записанная осциллограмма хранится в SIMOREG. Для ее прочтения необходимо подключить PC, открыть любой файл с расширением .dnl, перейти в режим работы «online» (кликнув кнопку, отмеченную стрелкой1 на Рис. 13) включить осциллограф так, как это описывалось ранее, и кликнуть кнопку «Read Data…». Однако в этом случае будет сохранена только первая 1/3 осциллограммы.

9.2.7. *Проверьте функционирование источников питания* для чего отключите провода AF1, BF1, CF1 от ТСН и подключите их к клеммам X1:103, 104, 105.

Подайте в ВТ напряжение ~3*380В от станционной сети собственных нужд. Включите выключатель SF1. Убедитесь, что при этом в схеме образуются следующие питающие напряжения постоянного тока относительно корпуса шкафа:

- +24В[5] на клеммах ЯП1-X2:1, УВ1-X5:2;
- - 24В на клеммах ЯП1-X2:3;
- ≈500В на клеммах AC1 - XP:5U1, 5W1;
- на дверях шкафа активированы сигналы «отключение SF», «сообщение ОКУ», на дисплее PMU AC1 поочередно присутствуют сообщения **A021** (потеря питания от собственных нужд), **A028** (потеря резервного питания).

Включите выключатель **SF2** и отключите выключатель **SF1**.Убедитесь, что при этом в схеме образуются следующие питающие напряжения:

- +24В на клеммах ЯП1-X2:1;
- - 24В на клеммах ЯП1-X2:3;
- ≈500В на клеммах AC1 - XP:5U1, 5W1;
- на дверях шкафа активированы сигналы «отключение SF», «сообщение ОКУ», на дисплее PMU AC1 присутствует сообщение **A028** (потеря резервного питания).

Включите выключатель **SF3** и отключите выключатель **SF2**. Убедитесь, что при этом в схеме образуются следующие питающие напряжения:

- +22В на клеммах **ЯП1** – X2:1, - 22В на клеммах **ЯП1** – X2:3,
- ≈400В на клеммах AC1 - XP:5U1, 5W1,
- на дверях шкафа активированы сигналы «отключение SF», «сообщение ОКУ», на дисплее PMU AC1 присутствует сообщение **A021** (потеря питания от собственных нужд).

Включите выключатель **SF4**. Убедитесь, что при этом в схеме образуются следующие питающие напряжения постоянного тока относительно корпуса шкафа:

- +24В на клеммах ЯП3-X2:1, УВ1-X5:2;
- - 24В на клеммах ЯП3-X2:3;
- ≈500В на клеммах AC2 - XP:5U1, 5W1;
- на дверях шкафа активированы сигналы «отключение SF», «сообщение РКУ», на дисплее PMU AC2 поочередно присутствуют сообщения **A021** (потеря питания от собственных нужд), **A028** (потеря резервного питания).

Включите выключатель **SF5** и отключите выключатель **SF4**.Убедитесь, что при этом в схеме образуются следующие питающие напряжения:

---

[5] Допуск на не стабилизированные напряжения составляет ±20%

- +24В на клеммах ЯП3-X2:1;
- - 24В на клеммах ЯП3-X2:3;
- ≈500В на клеммах AC2 - XP:5U1, 5W1;
- на дверях шкафа активированы сигналы «отключение SF», «сообщение РКУ», на дисплее PMU AC2 присутствует сообщение **A028** (потеря резервного питания).

Включите выключатель **SF6** и отключите выключатель **SF5**. Убедитесь, что при этом в схеме образуются следующие питающие напряжения:

- +22В на клеммах ЯП3 – X2:1, - 22В на клеммах ЯП3 – X2:3,
- ≈400В на клеммах AC2 - XP:5U1, 5W1,
- на дверях шкафа активированы сигналы «отключение SF», «сообщение РКУ», на дисплее PMU AC2 присутствует сообщение **A021** (потеря питания от собственных нужд).

Включите выключатели SF1…SF7 и убедитесь в том, что все сигналы и сообщения PMU снялись.

9.2.8. Проверка на прохождение сигналов и команд.

Подготовьте оборудование к проверке функционирования, для чего подключите **ВТ** по силовым цепям к ротору и цепям вторичной коммутации в соответствии Рис. 19.

Подайте напряжение питания сигнализации. Убедитесь, что при этом на дверях **ВТ** активированы индикаторы сигнализации отключенного положения разъединителей **QS1**, **QS2** и выключателей **QR1**, **QR2**. Проделайте операции включения – отключения разъединителей. Убедитесь в качестве регулировки разъединителей и правильности работы индикаторов их положения. В дальнейшем, при выполнении операций включения – отключения выключателей **QR1**, **QR2**, также убедитесь в правильности работы местной сигнализации их положения.

Подайте в **ВТ** напряжение питания цепей сигнализации резервного возбудителя. Убедитесь, что при этом на **ВУУ** проходит сигнал «**Потеря оперативного тока резервного возбудителя**».

Подайте оперативный ток резервного возбудителя. Убедитесь, что при этом снимается сигнал «**Потеря оперативного тока РВ**» и на **ВУУ** проходит сигнал «**QR2 отк.**».

Подайте оперативный ток защит генератора. Убедитесь, что при этом контактор **КСС** включается и на **ВУУ** проходит сигнал «**КСС включен**».

Подайте команду на включение **QR2**. Убедитесь, что при этом включается выключатель **QR2**, отключается контактор **КСС**, на **ВУУ** проходит сигнал «**QR2 вкл.**» и снимаются сигналы «**КСС включен**» и «**QR2 отк.**».

В ячейке **УВ2** снимите ответную часть разъема X7. Убедитесь, что при этом на **ВУУ** проходит сигнал «**Обрыв цепи отключения QR2**». Подключите ответную часть разъема X7 и убедитесь, что сигнал снимается.

Подайте команду на отключение **QR2**. Убедитесь, что команда не проходит.

Подайте команду на отключение **QR2** от защит генератора. Убедитесь в отключении **QR2**, включении **КСС** и правильности работы схемы сигнализации.

Подайте оперативный ток рабочего возбудителя и убедитесь, что при этом на **ВУУ** проходит сигнал «**Потеря питания сигнализации**» и «**QR1 отк.**».

Подайте напряжение питания цепей сигнализации рабочего возбудителя и убедитесь, что сигнал «**Потеря питания сигнализации**» снимается.

Снимите оперативный ток рабочего возбудителя. Убедитесь, что при этом на **ВУУ** проходит сигнал «**Потеря оперативного тока**». Подайте оперативный ток.

Снимите оперативный ток защит генератора. Убедитесь, что при этом на **ВУУ** проходит сигнал «**Потеря оперативного тока КСС**». Подайте оперативный ток защит генератора.

Подайте команду на включение **QR1**. Убедитесь, что при этом включается выключатель **QR1**, отключается контактор **КСС**, на **ВУУ** проходит сигнал «**QR1 вкл.**» и снимаются сигналы «**КСС вкл.**» и «**QR1 отк.**».

В ячейке **УВ1** снимите ответную часть разъема X7. Убедитесь, что при этом на **ВУУ** проходит сигнал «**Обрыв цепи отключения QR1**». Подключите ответную часть разъема X7 и убедитесь, что сигнал снимается.

Подайте команду на отключение **QR1**. Убедитесь, что команда не проходит.

Подайте команду на отключение **QR1** от защит генератора. Убедитесь в отключении **QR1**,

включении **КСС** и правильности работы схемы сигнализации.

Подайте команды на включение выключателей **QR1** и **QR2**. Убедитесь, что при включенном положении обоих выключателей команда на отключение выключателя от соответствующего ключа управления проходит.

Проверьте уставку срабатывания **УЗП**, для чего:

- подключите электронный осциллограф через высокоомный делитель напряжения к силовым выводам **УЗП**;
- подключите к силовым выводам **УЗП** через резистор сопротивлением 300 Ом мощностью не менее 100Вт источник переменного напряжения 1500В мощностью не менее 0,5кВА. Чтобы исключить значительный перегрев резистора, обеспечьте возможность быстрого снятия испытательного напряжения после срабатывания разрядника;
- Убедитесь, что амплитудное значение напряжения фиксируемого осциллографом находится в пределах 900…1100В;
- Отключите испытательное напряжение и осциллограф.

Проведите проверки, необходимые в соответствии с местными условиями для ввода в работу генератора при возбуждении его от резервного возбудителя.

Убедитесь в исправности электронной части **АС** для чего включите выключатели SF1…SF6 и убедитесь, что на дисплее панелей управления индицируется «7.1», исходящая из АС1 и АС2 информация может быть прочитана и расшифрована. В дальнейшем проверку наличия сообщений и их соответствие проверяйте по умолчанию. Отключите выключатели SF1…SF6.

Так как при прохождении сигнала о любой неисправности на верхний уровень управления подаются «**Вызывной сигнал**» и сигнал «**Неисправность**», а на двери **ВТ** загорается лампа **HL** «**Неисправность**», то при выполнении проверок наличие указанных сигналов проверяйте по умолчанию.

Проверьте отработку команд на включение/отключение каналов управления:

- включите выключатели SF1…SF3. Убедитесь, что на двери ВТ активированы сигналы **«В работе ОКУ»** и **«Откл. выключателя в цепи пит.»**, на клемме X1:44 присутствует потенциал +220В;
- переведите управление с ОКУ на РКУ, для чего включите выключатели SF4…SF6 и подайте с ВУУ команду на переключение каналов управления. Убедитесь, что на двери ВТ деактивированы сигналы **«В работе ОКУ»** и **«Откл. выключателя в цепи пит.»**, активирован **«В работе РКУ»** и аналогичный сигнал проходит на ВУУ;
- выполните обратный перевод управления с РКУ на ОКУ, для чего подайте с ВУУ команду на переключение каналов управления. Убедитесь, что на двери **ВТ** деактивирован сигнал «**В работе РКУ**», активирован сигнал «**В работе ОКУ**» и аналогичный сигнал проходит на **ВУУ**;

9.2.9. Проверка настройки параметров (см. Рис. 1).

Все последующие проверки выполняйте как на ОКУ, так и на РКУ. Для быстрого переключения каналов управления подключите устройство для наладки к разъему ХК1.

Подайте напряжение сети. Убедитесь, что коннектор К9147 при номинальном напряжении сети имеет значение 100%. Откорректируйте его при необходимости параметром U099.04.

Произведите настройку канала измерения **Iтсзп** (см. Рис. 1) в **ОКУ**, для чего отключите от X1:91…X1:93 внешнего клеммника провода от трансформаторов тока в цепи трансформатора возбуждения и подключите к клеммам X1:91, X1:93 источник постоянного тока, способный обеспечить ток до 8А.

Установите ток источника пропорциональным номинальному току возбуждения генератора. Значение тока вычисляется по выражению In=Ifn*U2/KTT*U1, где Ifn – номинальное значение тока возбуждения генератора, А; U1, U2 – номинальные значения соответственно первичного и вторичного напряжений трансформатора возбуждения, В; KTT – коэффициент трансформации трансформаторов тока, установленных на стороне сетевой обмотки трансформатора возбуждения.

Убедитесь, что n762.4 = 50%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметра U756.4;

9.2.10. Проверка токовых защит (см. Рис. 7) в ОКУ:

На время проверки в обоих каналах установите P458.01=B1 (благодаря этому ток возбуждения, поступающий на вход защит, равен току **Iтсзп**). Выключатели QR1 и QR2 должны быть отключены.

Установите значение тока, равное 1,08*In и убедитесь, что при этом B0128=1 (что свидетельствует о начале работы схемы защиты от перегрузки ротора током возбуждения). Снимите ток. При этом B0128=0.

Проверьте функционирование защиты от перегрузки ротора током возбуждения, для чего установите значение тока, равное 2,0* In. Убедитесь, что при этом:

- через 4,5с на двери ВТ активируется сигнал **«Перегрузка»**;
- через 16,2с активируется сигнал **«Разгрузка от РЗР»**;
- через 18с активируется сигнал **«Переключение КУ от РЗР»**, деактивируется сигнал **«В работе ОКУ»** и активируется сигнал **«В работе РКУ»**.
- через 20с на двери ВТ активируется сигнал **«Гашение от РЗР»**, на дисплее OP1S1 высвечивается аварийное сообщение **F033** «Отключение от РЗР».

Снимите ток, при этом сигнал **«Перегрузка»** должен сняться автоматически. Подайте команду от кнопки «**Квитирование**», при этом должны деактивироваться сигналы «**Разгрузка от РЗР**», «**Переключение КУ от РЗР**» и «**Отключение от РЗР**».

Проверьте функционирование защиты от превышения двойного тока ротора, для чего установите значение тока, равное 2,26*In. Убедитесь, что при этом на дверях шкафа **ВТ** активируется сигнал «**Гашение-КЗ TU**». Снимите ток и квитируйте схему. Отключите источник тока и подключите на место провода от измерительных трансформаторов тока. Восстановите значение P458.01=B9491.

9.2.11. Проверка схемы контроля исправности источников питания.

Отключите QR1, подайте команду на возбуждение. Проверку производите путем имитации неисправностей. Указания по организации неисправностей и реакция схемы приведены в Табл. 6. Указанное в скобках относится к **РКУ**.

Табл. 6

Неисправность	Отключить	Индикация	
		OP1S	На двери
Потеря питания от ТП	SF1 (SF4)	A027	Сообщение ОКУ (РКУ)
Потеря питания от СН	SF2 (SF5)	A021	Сообщение ОКУ (РКУ)
Потеря резервного питания	SF3 (SF6)	A028	Сообщение ОКУ (РКУ)
Потеря питания датчиков	ЯД1-X2 (ЯД2-X2)	A024*	Сообщение ОКУ (РКУ)

* При работе на **ОКУ** производится автоматический перевод на **РКУ**.

9.2.12. Произведите проверку защиты от снижения сопротивления изоляции цепей возбуждения, для чего отключите рубильник QS3, установите на место ответную часть разъема X3 в ячейке Я33, включите выключатели SF1…SF7 и убедитесь, что при этом с задержкой ≈5с на двери активирован сигнал «Обрыв щетки вала». Убедитесь в невозможности квитировать схему. Отключите SF1…SF7.

Подключите между шиной «+» (цепь +UF) и клеммой X1:95 (цепь ЩВ) магазин сопротивлений, установите значение сопротивления 100кОм и включите рубильник QS3 и выключатели SF1…SF7. Убедитесь, что на дисплее панелей управления OP1S1 и OP1S2 индицируется значение сопротивления ок. 10%. Перевод показаний дисплея в значение сопротивления изоляции: Rиз (кОм) = 10* (показание дисплея).

Снижая ступенями значение сопротивления, установленного на магазине сопротивлений, оцените точность работы схемы и убедитесь, что при Rиз≈50кОм активирован сигнал «Rиз = min», при Rиз≈10кОм активирован сигнал «Rиз = 0».

Изменение уставок срабатывания защиты, при необходимости, выполняйте при помощи резисторов 8R1 и 9R1 (см. Рис. 31), настройку характеристики измерителей на OP1S – параметрами U099.28 (коэффициент передачи) и U099.29 (смещение нуля).

9.2.1. На этом предварительная проверка функционирования заканчивается. Восстановите

штатную схему, верните на место провода AF1, BF1, CF1.

Проверка ВТ при работе генератора на холостом ходу и возбуждении от резервного возбудителя.

9.2.2. Подготовка ВТ для возбуждения генератора от резервного возбудителя.

Примите меры, исключающие возможность случайного замыкания между силовыми цепями переменного и постоянного тока.

Подайте оперативные токи резервного возбудителя и защит генератора, напряжение питания цепей сигнализации резервного, рабочего возбудителей и напряжение питания местной сигнализации, включите разъединитель **QS2** и выключатель **QR2**.

Проведите проверки, необходимые в соответствии с местными условиями для ввода в работу генератора при возбуждении его от резервного возбудителя.

9.2.3. Используйте приспособление для наладки АРВ **UN002** создающее определенные удобства при производстве регламентных работ, для чего подключите его к разъему **XK1** (при работе на ОКУ) или **XK2** (при работе на РКУ). Если не будет оговорено особо, подачу команд на изменение уставки АРВ и переключение каналов управления производите от кнопок приспособления **UN002**. Осциллографирование производите с помощью **АС**. Ввод и изменение параметров **АС** производите с помощью РС – совместимого компьютера с установленным программным обеспечением **Drive Monitor**.

9.2.4. Возбудите генератор от резервного возбудителя и установите номинальное напряжение генератора. Включите выключатели **SF1**…**SF7**. Введите в работу **ОКУ**.

Убедитесь, что фазировка напряжений, поданных на клеммы X1:80…85, соответствует указанной на марках проводов внутренней схемы **ВТ**.

Проверьте значение **Us изм**. При номинальном напряжении генератора r004=100%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметра P721.

Проверьте значение **Us расч**. При номинальном напряжении генератора K9120=100%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметров P078.1, который должен быть равен 70% от напряжения питания преобразователя, и U099.02.

Проверьте соответствие **If расч** текущему значению тока возбуждения. При номинальном токе возбуждения K9130=50%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметра U099.35.

Подайте команду «Возбуждение». С помощью электронного осциллографа проанализируйте форму выходного напряжения преобразователя и убедитесь в наличии управляющих импульсов на всех тиристорах. Убедитесь, что при повышении напряжения генератора выходное напряжение преобразователя понижается, а при снижении напряжения генератора – повышается, при подаче команд «Больше» и «Меньше» имеет место адекватное изменение выходного напряжения преобразователя.

9.2.5. Переведите управление на **РКУ** и выполните проверки в соответствии с п. 9.2.4.

Проверка ВТ при работе генератора в сети и возбуждении от резервного возбудителя.

9.2.6. Подготовьте **ВТ** к испытаниям в сети, для чего переведите питание собственных нужд генератора на резервный трансформатор собственных нужд.

9.2.7. Включите генератор в сеть. Все последующие проверки выполняйте как на **ОКУ** так и на **РКУ**.

9.2.8. При нулевой активной нагрузке наберите максимально возможную по условиям работы генератора реактивную мощность. Убедитесь, что выход датчика активного тока r003=0. При необходимости подстройте его, вращая движок резистора 3R3 ячейки ЯД1 (ЯД2 при работе на РКУ) – см. Рис. 30.

Проверьте соответствие выхода датчика реактивного тока **Iq** текущему значению реактивного тока. Номинальному значению реактивного тока соответствует r005=+100%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметра P731.

Проконтролируйте соответствие расчетного значения тока возбуждения в коннекторе

К9130 текущему значению тока. При необходимости откорректируйте его параметром U099.36.

9.2.9. Наберите максимально возможную по условиям работы генератора активную мощность, (реактивная мощность может быть снижена).

Проверьте соответствие выхода датчика активного тока **Ip** текущему значению активного тока. Номинальному значению активного тока соответствует r003=+100%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметра P711.

Проконтролируйте соответствие расчетного значения тока возбуждения в коннекторе К9130 текущему значению тока. При необходимости откорректируйте его параметром U099.37.

Проверка ВТ при работе генератора на холостом ходу.

9.2.10. Отключите генератор от сети.

9.2.11. Выполните переводы возбуждения с резервного возбудителя на **ВТ** и обратно следующим образом:

- установите напряжение генератора равным 100% номинального значения,
- переведите управление на ОКУ. Воздействуя на уставку АРВ, установите напряжение на выходе ВТ на 10…15% меньшим напряжения резервного возбудителя,
- подайте команду на включение **QR1**, убедитесь в ее выполнении, и сразу же подайте команду на отключение **QR2**. Процесс осциллографируйте.

При возникновении в процессе перевода броска тока возбуждения необходимо быстро завершить перевод отключением выключателя **QR2**. Причины броска тока могут быть в действии канала производной тока возбуждения **АРВ** (необходимо выяснить причину, почему он при переводе оказался незаблокированным) или в недостаточной разнице напряжений резервного и рабочего возбудителей. В любом случае бросок тока свидетельствует об отказе схемы инвертирования при переводе возбуждения.

Выполните обратный перевод возбуждения на резервный возбудитель. Процесс осциллографируйте.

Переведите управление с ОКУ на РКУ и повторите опыты перевода возбуждения с ВТ на резервный возбудитель и обратно при управлении от **РКУ**. Процессы осциллографируйте.

Погасите поле генератора, после чего отключите **QR2** и **QS2**.

9.2.12. Проведите и осциллографируйте опыты начального возбуждения генератора:

Опыты неуспешного начального возбуждения:

- отключите разъединитель **QS1**, введите в работу **ОКУ**, включите **QR1**, подайте команду **«Возбуждение»** и убедитесь, что включается контактор начального возбуждения **КНВ**, через 10с на двери активируется сигнал **«Неуспешное НВ»** и отключается КНВ. Проанализируйте осциллограмму процесса. Убедитесь, что напряжение генератора в процессе начального возбуждения достигает значения не менее 7% номинального;
- квитируйте схему, переведите управление на **РКУ**, подайте команду **«Возбуждение»** и убедитесь, что **РКУ** отрабатывает такой же алгоритм, как и при работе на **ОКУ**. Квитируйте схему сигнализации.

Опыты начального возбуждения:

- включите разъединитель **QS1**, введите в работу **ОКУ**, убедитесь, что в схему подано измерительное напряжение сети;
- подайте команду «**Возбуждение**» и убедитесь, что при этом генератор возбуждается, напряжение генератора устанавливается равным напряжению сети (или номинальному значению, если напряжение сети не подано) и между клеммами X1:23, 24 появляется цепь (разрешение на синхронизацию генератора – если подано напряжение сети). Оцените точность подгонки напряжения генератора к напряжению сети.

Убедитесь, что значение выхода **АРВ**, записанное в коннекторе К9214, не превышает по абсолютной величине 2%. В противном случае отрегулируйте величину смещения в параметре U099.20.

Проверьте соответствие выхода датчика тока возбуждения **If** текущему значению тока. Номинальному значению тока возбуждения соответствует К9150=+50%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметра U099.01.

Проверьте соответствие выхода датчика тока трансформатора возбуждения **Iтсзп** текуще-

му значению тока. Номинальному значению тока возбуждения соответствует n762.4=+50%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметра U756.4.

Проверьте соответствие расчетного напряжения статора **Us расч** текущему значению напряжения. Номинальному значению напряжения соответствует K9120=100%. При необходимости произведите подстройку с помощью параметра U099.03.

Подайте команду на гашение. Процесс осциллографируйте.

Переведите управление на **РКУ**, подайте команду «**Возбуждение**» и убедитесь, что **РКУ** отрабатывает такой же алгоритм, как и при работе на **ОКУ**. Произведите в РКУ такие же настройки параметров.

Подайте команду на гашение. Процесс осциллографируйте.

9.2.13. **Проверка работы схемы гашения УЗП**:

Для включения тиристора в УЗП подготовьте схему для шунтирования части стабилитронов. Введите в работу **ОКУ**, подайте команду «**Возбуждение**» и убедитесь по электронному осциллографу в наличии на выходе преобразователя кривой выпрямленного напряжения нормальной формы.

Кратковременно (на 0,5…1с) шунтируйте стабилитроны и убедитесь, что при этом:

- в кривой выпрямленного напряжения формируются участки отрицательного напряжения,
- на **ВУУ** проходит сигнал «Работа разрядника»,
- после расшунтирования стабилитронов восстанавливается нормальная форма кривой выпрямленного напряжения и снимается сигнал «**Работа разрядника**».

Шунтируйте стабилитроны в течение 3…4с и убедитесь, что при этом:

- на **ВУУ** проходит сначала сигнал «Работа разрядника», затем на двери шкафа активируется сигнал «**УЗП включен**»,
- значение числа, записанного в коннектор K9219 (длительно допустимый ток возбуждения), изменяется с 50 на 40%.

Введите в работу **РКУ** и убедитесь, что при срабатывании разрядника **РКУ** отрабатывает такой же алгоритм, как и при работе на **ОКУ**.

9.2.14. С помощью электронного осциллографа измерьте коммутационные перенапряжения на тиристорах каждого плеча преобразователя. Оцените значение перенапряжений относительно класса тиристоров преобразователя.

9.2.15. Проверьте диапазон изменения напряжения генератора при воздействии на уставку **АРВ**, который должен составлять 80…110% номинального значения (напряжение сети при этом должно быть отключено). Убедитесь в правильности выбора уставки ограничителя максимального тока возбуждения на холостом ходу, записанной в U668. Переведите управление на ОКУ и снова проверьте диапазон изменения уставки.

9.2.16. Проведите опыты аварийного гашения поля (отключением **УГП** и инвертированием) при имитации работы защит генератора. Процесс осциллографируйте. Опыты проведите при управлении возбуждением как на **ОКУ**, так и на **РКУ**.

Проверка ВТ при работе генератора в сети.

9.2.17. Подготовьте **ВТ** к испытаниям в сети, для чего переведите питание собственных нужд генератора на резервный трансформатор собственных нужд.

9.2.18. Возбудите и включите генератор в сеть при возбуждении его от ВТ. Установите режим работы генератора P=20%Pn, Q=0.

9.2.19. Воздействуя на уставку **АРВ**, изменяйте ток ротора в пределах (0,4…0,85)Ifн. Проверьте при этом плавность регулирования реактивной мощности генератора.

9.2.20. Проверьте устойчивость работы **ВТ.** Проверку производите с использованием сервисного блока **UN002**. Подключите блок к разъему XK1, подайте на вход электронного осциллографа сигнал с контрольных гнезд «**Выход АРВ**» и отрегулируйте настройку луча так, чтобы он представлял собой медленно перемещающуюся по экрану точку, которая отклоняется на весь диапазон экрана при $U_{АРВ}$=7…8В.

Установите P423=0 и P424=0, подайте на контрольный вход **АРВ** с помощью R1 сигнал, обеспечивающий изменение напряжения генератора на 3…4% (контролируйте в r002). Включи-

те тумблер S1. При этом на контрольный вход **АРВ** (коннектор К0230) подается записанное в коннектор К0013 число.

Подавая толчком сигнал по контрольному входу **АРВ**, оцените качество переходного процесса. Переходный процесс считается удовлетворительным, если колебания выходного сигнала **АРВ** имеют затухающий характер, а число колебаний не превышает 3-х. Снимите осциллограмму переходного процесса. Отключите тумблер S1, установите равным нулю значение напряжения в контрольных гнездах «К. вход» в **UN002**.

9.2.21. Переведите управление на **РКУ** и повторите проверки по п. 9.2.20

9.2.22. Проверьте работу ограничителя минимального возбуждения (**ОМВ**), для чего введите генератор в режим недовозбуждения воздействием на уставку **АРВ** до срабатывания сигнального органа – сигнал «**Ограничение режимов**» на двери. Убедитесь, что при дальнейшей подаче команды на снижение уставки **АРВ** режим возбуждения генератора не изменяется.

Определите точку вступления в работу ОМВ в координатах Pг, Qг. При необходимости произведите корректировку изменением параметровU099.12, P520…P530. Увеличьте уставку АРВ.

Установите P423=1. Воздействием по контрольному входу введите генератор в режим ОМВ. Оцените устойчивость регулирования при входе и выходе из ОМВ. При возникновении автоколебаний выведите генератор из режима недовозбуждения. Устойчивость регулирования в режиме ОМВ настраивайте параметрами U537.03 и U539.03.

9.2.23. Проверьте работу ограничителя максимального возбуждения на пониженной уставке. Снизьте уставку ограничителя (U665) до приемлемой по режиму работы генератора.

Установите P423=0. Воздействием по контрольному входу введите генератор в режим ограничения. Оцените устойчивость регулирования при входе и выходе с ограничения. При возникновении автоколебаний отключите контрольный вход. Устойчивость регулирования в режиме ОМВ настраивайте параметрами U537.02 и U539.02. Восстановите U665=100%.

9.2.24. Увеличьте активную нагрузку генератора до 40% номинальной. Снимите зоны устойчивости в координатах Δf, f' и U_s', I_f'. Коэффициенты усиления изменяйте изменением параметров U099.14 (U_s'), U099.13(I_f'), U099.16 (Δf), U099.15(f'). Выберите оптимальную настройку.

9.2.25. Проверьте работу ограничителей в соответствии с п. 9.2.22 и 9.2.23.

9.2.26. Выполните проверки по п.п. 9.2.24, 9.2.25 при активной нагрузке генератора 60 и 100% номинального значения.

По результатам опытов выберите оптимальную настройку **АРВ** по каналам U'_s, I'_f, f', Δf.

9.2.27. При номинальной активной нагрузке генератора убедитесь, что коннектор К9214 (выход **АРВ**) имеет значение в пределах ±2%. При необходимости подстройку произведите изменением параметра U099.21.

9.2.28. Проверьте работу ограничителя перегрузки, для чего при активной нагрузке генератора 60% номинального значения установите номинальный ток возбуждения, убедитесь, что коннектор К9150 имеет значение 50%. В противном случае откорректируйте параметр U099.01. Снизьте уставку номинального тока ОП в 2 раза, установив U099.06=25 (см. Рис. 4). Убедитесь, что при этом значение тока возбуждения с выдержкой времени, определяемой характеристикой нагрева генератора и настройкой ограничителя перегрузки при токе возбуждения 150% номинального значения, снижается до 45% номинального значения. Зафиксируйте время от изменения значения параметра до разгрузки генератора, процесс осциллографируйте. Восстановите значение параметра U099.06. Убедитесь, что при этом ток возбуждения принимает номинальное значение.

9.2.29. Проверьте работу схемы контроля работы тиристоров.

Установите номинальный ток возбуждения. Убедитесь, что значение чисел, записанных в коннекторы К9145 (расчетное значение напряжения возбуждения) и К0292 (измеренное значение напряжения возбуждения) равны. При необходимости откорректируйте значение, записанное в К9145 параметром U099.05.

Отключите тиристор в блоке VT1, закоротив между собой клеммы **У** и **К**. Убедитесь, что

при этом ток возбуждения автоматически снижается до значения, определяемого настройкой **ОМВ**, на дисплее панели управления дополнительно индицируется сообщение «**А033**», активируется сигнал «**Ограничение режимов**», аналогичный сигнал поступает на **ВУУ**.

Снимите установленную закоротку с клемм **У** и **К** блока тиристоров и квитируйте схему.

9.2.30. Определите статизм регулирования[6] напряжения на шинах системы (сторона ВН генераторного трансформатора), для чего подключите к цепям измерительного трансформатора напряжения системы цифровой вольтметр, повысьте напряжение системы до максимально допустимого значения мероприятиями системного характера, зафиксируйте значения величин Uсетимакс, Qгмакс, Us, If.

Снизьте напряжение системы до минимально допустимого значения мероприятиями системного характера, зафиксируйте значения величин Uсетимин, Qгмин, Us, If.

Рассчитайте статизм регулирования S по выражению:

$S=100\%*\{[(U_{сети}^{макс}- U_{сети}^{мин})*Q_г^{ном}]/ [(Q_г^{макс}- Q_г^{мин})* U_{сети}^{ном}]\}$,

где $Qг^{ном}$, $U_{сети}^{ном}$ – номинальные реактивная мощность генератора (мВАр) и напряжение на шинах (кВ).

Статизм регулирования на шинах высокого напряжения должен составлять S=2…4%. При необходимости произведите подстройку изменением значения параметра U099.08.

9.2.31. Проведите опыт форсировки возбуждения, для чего подайте возмущающий сигнал на измерительный вход АРВ. Время форсировки не должно превышать 6с. Процесс осциллографируйте.

Обработайте результаты опыта. При необходимости выполните настройку ограничителя максимального тока возбуждения параметром U665 (см. Рис. 2) и повторите опыт. Время между опытами не менее 20мин.

На основании результатов опыта определите время изменения угла управления от номинального до минимального значения. Это время не должно превышать 0,04с;

9.2.32. Выполните переводы возбуждения с **ВТ** на резервный возбудитель и обратно.

9.2.33. После выполнения указанных проверок **ВТ** может быть введен в эксплуатацию.

10. Порядок работы.

10.1. Эксплуатация **ВТ** должна вестись специально обученным персоналом.

10.2. Режимы пуска, работы и останова генератора в части управления возбуждением автоматизированы. В нормальных условиях эксплуатации **ВТ** не требует специального контроля работы и настройки, кроме периодического внешнего осмотра при обходах оборудования обслуживающим персоналом.

10.3. Подготовку **ВТ** к пуску производите следующим образом:

- Включите в шкафу **ШТН** выключатели **SF-ОКУ**, **SF-РКУ**.
- Подайте в шкаф **ВТ** измерительное напряжение сети.
- Подайте в шкаф **ШВ** питающие напряжения по цепям постоянного и переменного тока в соответствии с Рис. 19.
- Включите в шкафу **ВТ** разъединитель **QS1**.
- Включите в шкафу **ШВ** выключатели **SF1**…**SF7***.
- Квитируйте схему сигнализации кнопкой «Квитирование» на двери шкафа.
- Подайте команду с **ВУУ** на включение **QR1**.

***Внимание**: *При подаче питающих напряжений в работу автоматически вводится канал, первым получивший питание. Чтобы ввести в работу **ОКУ**, при сборке схемы первыми включайте выключатели SF1…SF3. Соответственно, чтобы ввести в работу РКУ, первыми включайте выключатели SF4…SF6.*

10.4. Включение генератора в сеть методом точной синхронизации:

- После достижения агрегатом номинальных оборотов подайте с **ВУУ** команду «**Возбуж-**

[6] Если по режимным ограничениям энергосистемы выполнение этого опыта невозможно, **АРВ** вводится в эксплуатацию с коэффициентом статизма, значение которого задается заказчиком.

дение». При этом **АС** автоматически производит подгонку напряжения генератора к напряжению сети, после чего в схему пуска генератора подается сигнал об окончании подгонки уставки.

- Синхронизируйте генератор и включите его в сеть.
- Воздействуя с **ВУУ** на уставку **АРВ**, установите требуемый режим работы генератора.

10.5. Снятие характеристик холостого хода и короткого замыкания генератора:

- Отключите трансформатор возбуждения от шин статора генератора и подключите к нему питание от сети собственных нужд соответствующего напряжения,
- Подключите устройство UN002 для наладки АРВ к розетке XK1,
- Включите выключатели SF1 и SF2 питания ОКУ,
- При помощи ноутбука или панели OP1S введите следующие параметры: P600.01=13, P741=48, P423=0,
- Подайте команду на возбуждение, включите тумблер S1 устройства UN002 и, вращая потенциометр R1, регулируйте ток возбуждения.
- После окончания опыта снимите команду на возбуждение, отключите устройство UN002, верните измененные параметры, установив P600.01=9214, P741=240. Отключите выключатели SF1 и SF2.

10.6. В нормальных режимах работы следует один раз в смену проводить осмотр оборудования работающего **ВТ** дежурным персоналом. При осмотрах обращайте внимание на появление ненормальных шумов и запаха перегретой изоляции.

10.7. В начальный период эксплуатации (в течение трех месяцев со дня пуска **ВТ**) один раз в неделю, а затем один раз в три месяца производите осмотр оборудования **ВТ** при открытых дверях персоналом электротехнической лаборатории.

10.8. Последовательность операций при отключении генератора от сети следующая:

- Разгрузите генератор по активной мощности;
- Разгрузите генератор по реактивной мощности воздействием на уставку **АРВ**;
- Отключите генератор от сети;
- Погасите поле генератора подачей команды на гашение. Выключатель **QR1** при этом остается включенным. Если генератор не находится в оперативном резерве, то выключатели **SF1**…**SF7** целесообразно отключить.

10.9. Перевод возбуждения с **ВТ** на резервный возбудитель производите следующим образом:

- Включите разъединитель **QS2** в шкафу **ВТ**;
- Установите на выходе резервного возбудителя напряжение, превышающее напряжение **ВТ** на 10…15%;
- Подайте команду на включение выключателя **QR2**, убедитесь в наличии тока возбуждения и отключите выключатель **QR1**. Продолжительность параллельной работы основного и резервного возбудителей должна быть минимальной;
- Управляя резервным возбудителем, установите требуемый режим работы генератора;
- Отключите выключатели **SF1**…**SF7** и разъединитель **QS1** в шкафу **ВТ**.

10.10. Перевод возбуждения с резервного возбудителя на **ВТ** производите следующим образом:

- Включите разъединитель **QS1** и выключатели **SF1**…**SF7** в шкафу **ШВ**;
- Воздействием на уставку **АРВ** установите на выходе **ВТ** напряжение на 10…15% ниже напряжения резервного возбудителя;
- Подайте команду на включение **QR1**, убедитесь в его включении и сразу же отключите выключатель **QR2**;
- Воздействием на уставку **АРВ** установите требуемый режим работы генератора;
- Отключите разъединитель **QS2** в шкафу **ВТ**.

10.11. Для обеспечения нормальной работы **ВТ** проводите следующие контрольно-

профилактические работы:

- Один раз в год проводите чистку оборудования от пыли. Особенно тщательно должны быть очищены охладители тиристоров и радиаторы транзисторов в электронных блоках;
- Проводите проверку **ВТ** в объеме раздела 8 настоящего ТО и ИЭ одновременно с капитальным ремонтом генератора. При этом результаты измерений и характеристики должны совпадать с полученными при вводе **ВТ** в эксплуатацию.

11. Возможные неисправности и методы их устранения.

11.1. Возникающие неисправности фиксируются схемой диагностики и АС, визуализируются с помощью ячейки ЯИС и дисплея панели управления PMU или OP1S. Расшифровка сообщений ячейки ЯИС произведена в виде надписей на фасаде двери шкафа ВТ. Расшифровка сообщений о неисправностях как составных частей ВТ, так и собственно АС, выводимых на дисплей панели управления, произведена в Табл. 3 и Табл. 4

Перечень вероятных неисправностей и методы их устранения приведен в Табл. 7. В том случае, если сообщение о сбое было квитировано (в том числе при отключении питания), считайте его значение в параметре r947.09. Время сбоя (в часах эксплуатации[7]) указано в параметре r049.02, текущее время эксплуатации – в параметре r048.

Табл. 7

Признаки неисправности	Методы устранения
Поступил сигнал об автоматическом вводе в работу резервного канала управления.	По активированным сигналам на дверях ВТ и показаниям дисплея PMU или OP1S установить причину, вызвавшую переключение каналов и принять необходимые меры по устранению повреждения.
Поступил сигнал «Аварийное отключение возбуждения»	При этом генератор остается включенным в сеть без возбуждения с закороченной на сопротивление Rcc обмоткой возбуждения. В этом случае рекомендуется подать возбуждение от резервного возбудителя (при необходимости предварительно разгрузить генератор по активной мощности до 40% номинальной). По активированным сигналам на дверях ВТ и показаниям дисплея PMU или OP1S установить причину, вызвавшую отключение и принять необходимые меры по устранению повреждения.

11.2. Замену тиристора производите следующим образом:

11.2.1. Демонтируйте блок тиристора;

11.2.2. Разберите блок, для чего отверните гайки узла крепления блока, снимите траверсы, опору, верхний охладитель и удалите заменяемый тиристор;

11.2.3. Тщательно очистите контактные поверхности охладителей и тиристора, протрите их бязью, смоченной спиртом (толуолом, бензином);

11.2.4. Нанесите на прилегающие к тиристору поверхности охладителей тонкий слой смазки КП-8;

11.2.5. Соберите блок тиристора в последовательности, обратной изложенной в п. 11.2.2 с контролем усилия сжатия.

11.2.6. Установите собранный блок тиристора на место в вентильную секцию.

12. Правила хранения.

12.1. Условия хранения составных частей **ВТ**:

12.1.1. Отапливаемые и вентилируемые склады; температура воздуха от +5°С до +40°С;

12.1.2. Отсутствие солнечного излучения, плесневых и дереворазрушающих грибов;

12.1.3. Относительная влажность воздуха – верхнее значение 80% при 25°С, среднемесячное значение в наиболее теплый и влажный период продолжительностью воздействия 12 месяцев – 65% при 20°С.

[7] Под временем эксплуатации понимается общее время работы возбудителя с током возбуждения.

12.2. Размещение составных частей **ВТ** на постоянное место хранения должно производиться не позднее, чем через 5 дней с момента прибытия на место назначения. Упаковка должна быть очищена от пыли и грязи, после чего составные части в упаковке должны быть помещены в закрытое помещение.

12.3. Перед размещением составных частей на хранение необходимо вскрыть транспортную упаковку и внешним осмотром проверить сохранность и комплектность поставки.

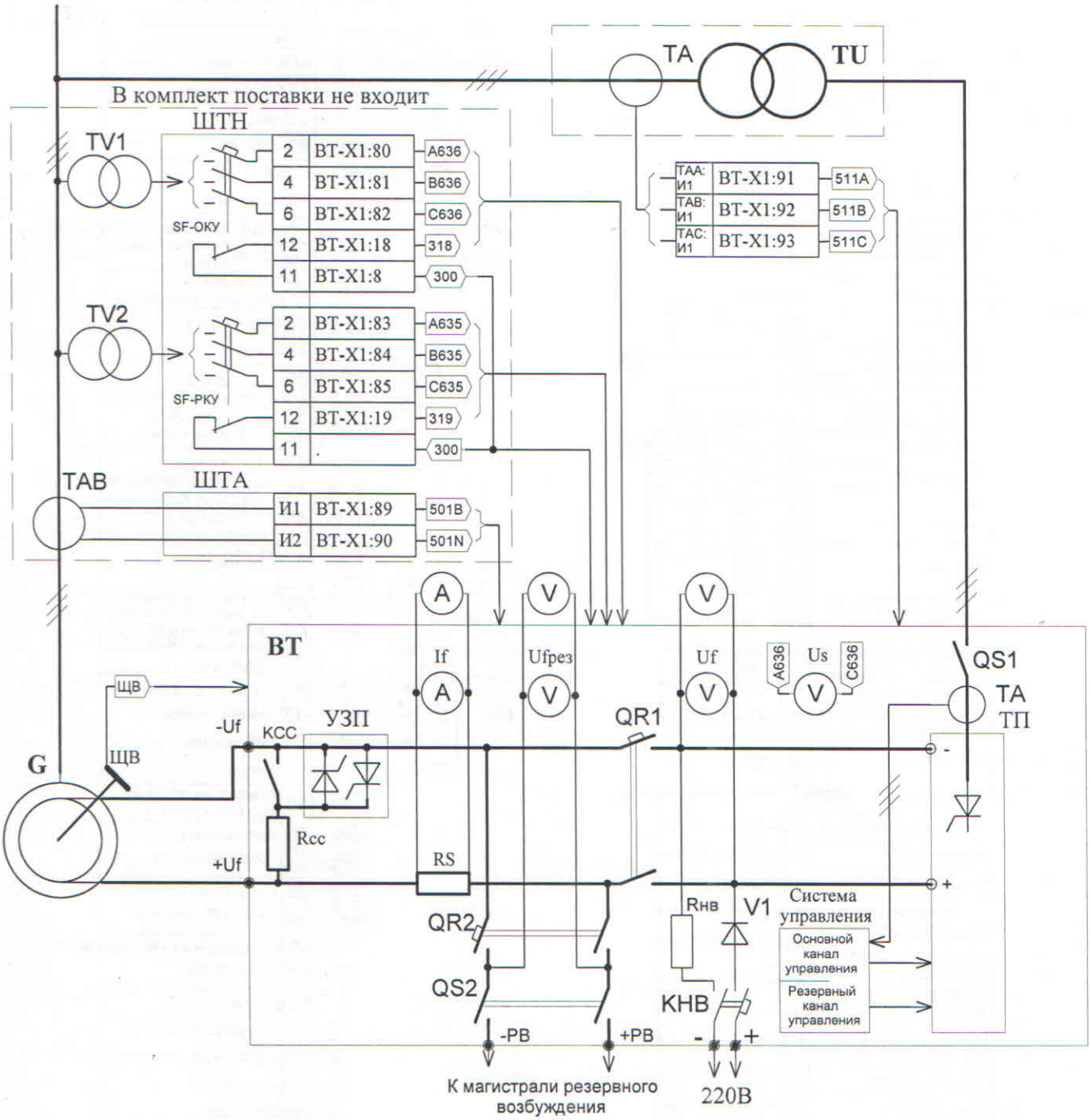


Рис. 18 Схема электрическая принципиальная (упрощенная) и соединений.

Трансформатор TU типа ТСЗП-250, 6,3/0,436 кВ

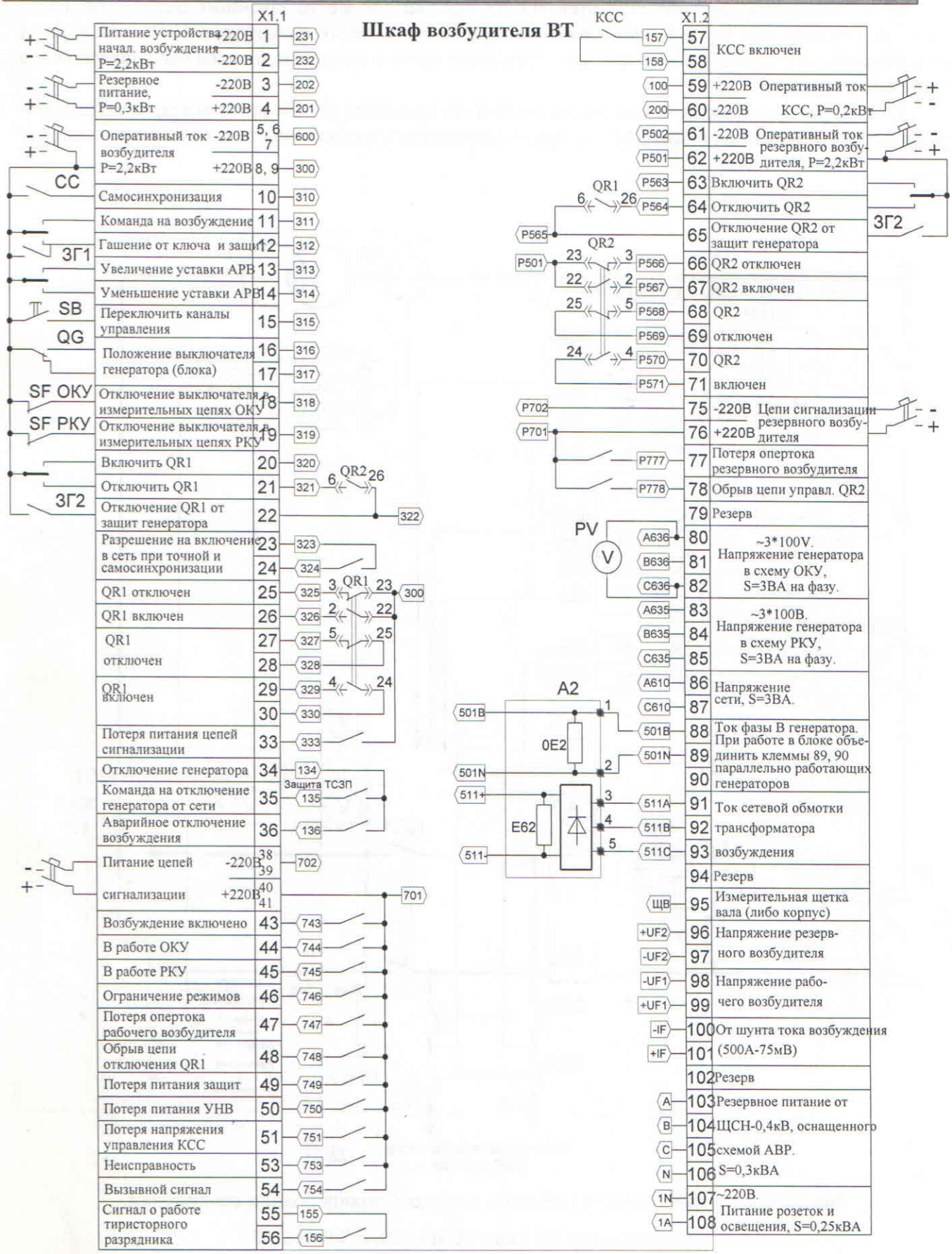


Рис. 19. Схема подключений по цепям вторичной коммутации.

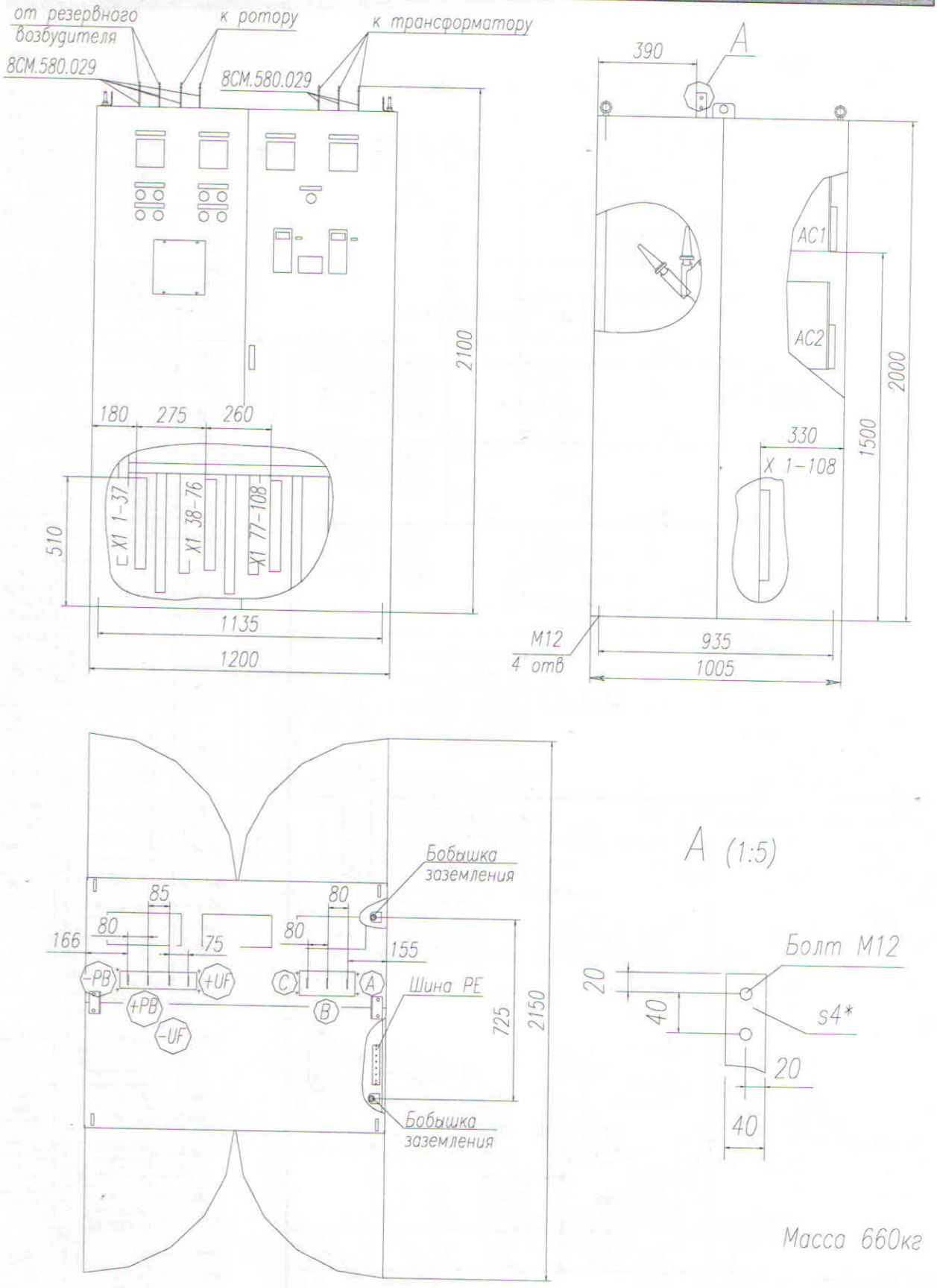


Рис. 20. Габаритно – установочные размеры оборудования.

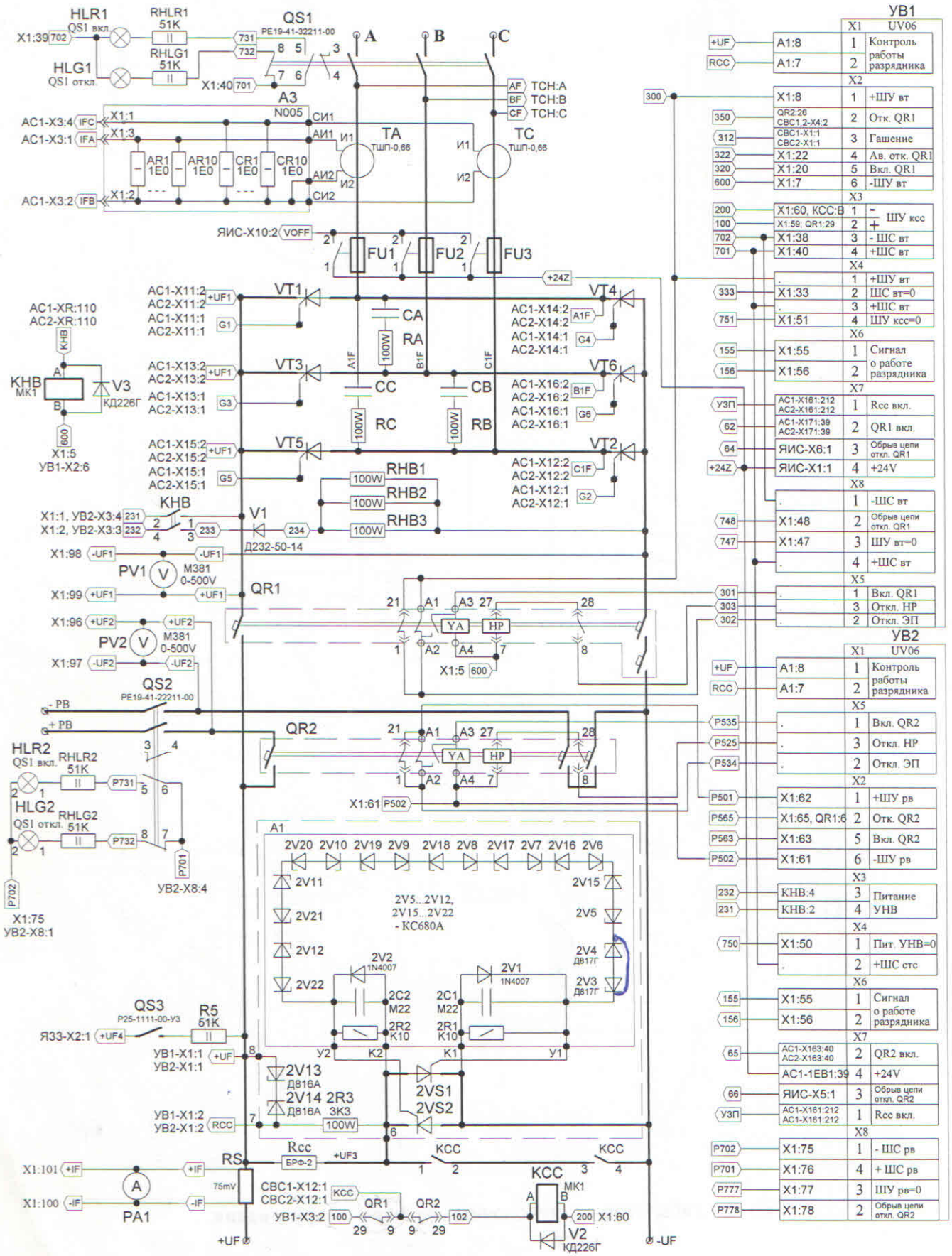


Рис. 21. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 1/5.

VT1...VT6, 2VS1, 2VS2 - T153-630-18, FU1...FU3 - ПП57-39671-У3 (660В, 630А), Rcc-ИРАК.434352.013-31 - 2 последовательно (6,16 Ом, 39А), ТА, ТС – 500/5А, ТСН - ТСЛ-0,4 (440/380В), CA…CC – E62.C58-102E10 (1,0μF/1200VAC), RA…RC – 100 Ом по 2 параллельно, RHB1…RHB3 – 39 Ом.

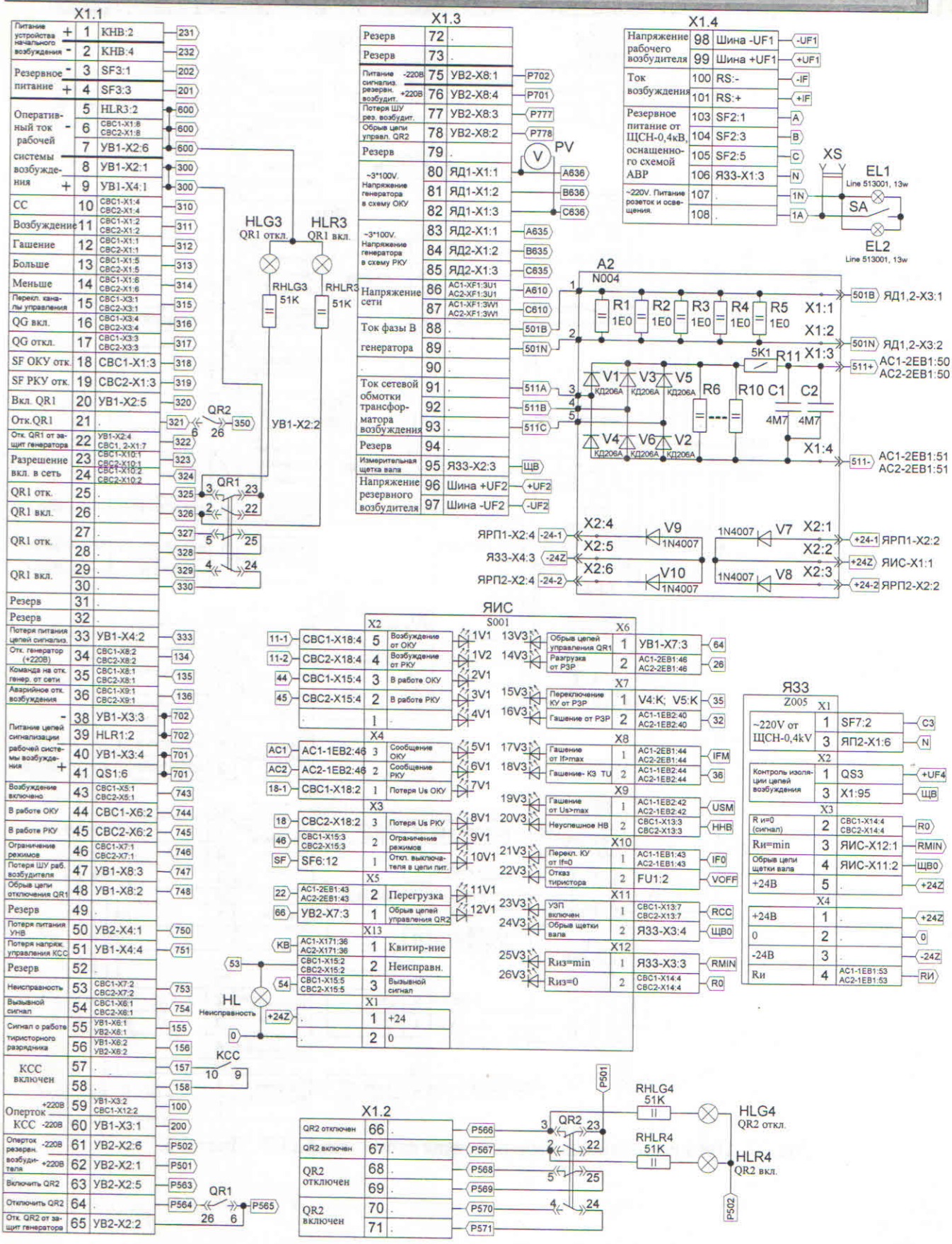


Рис. 22. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 2/5.

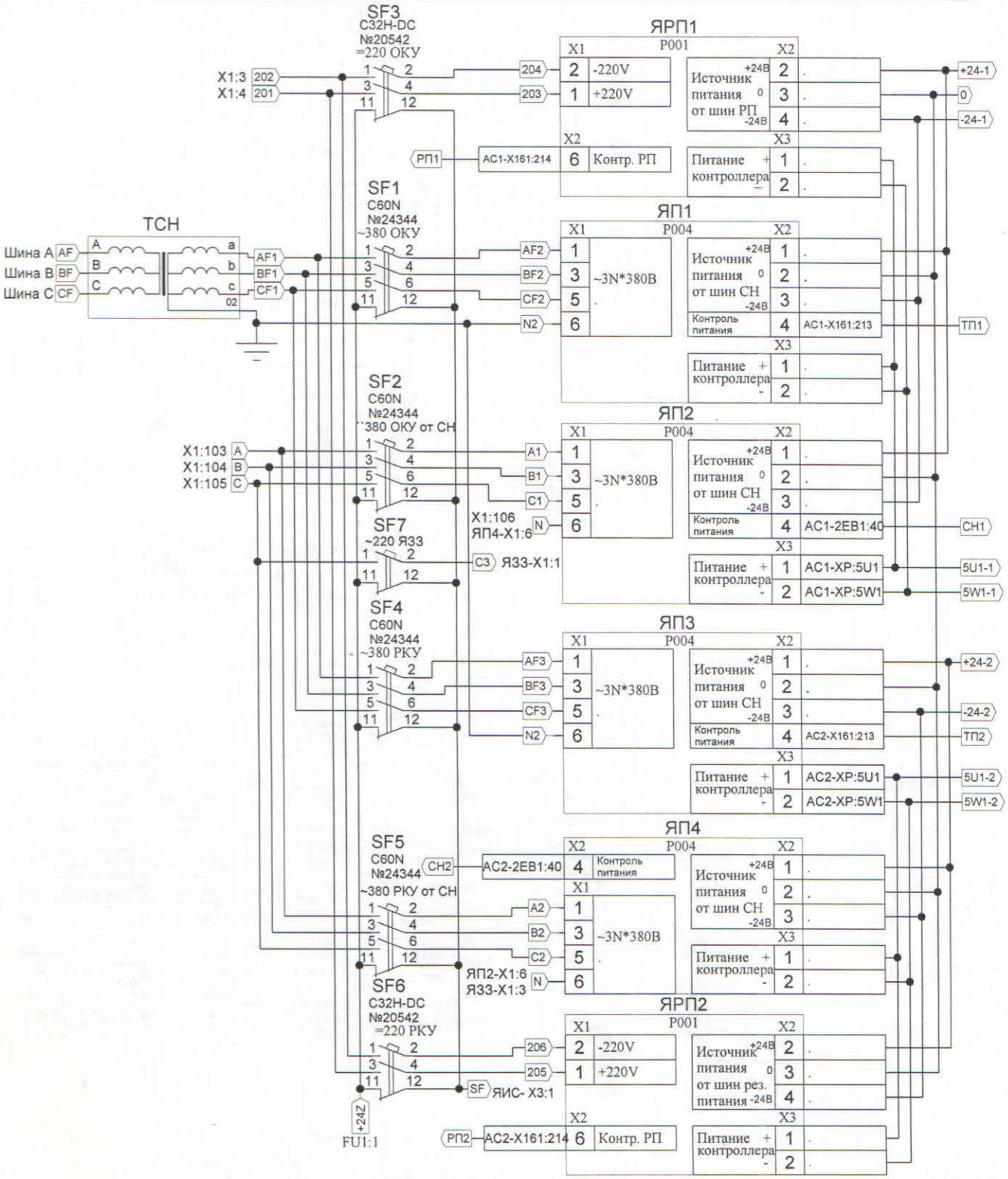


Рис. 23. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 3/5.

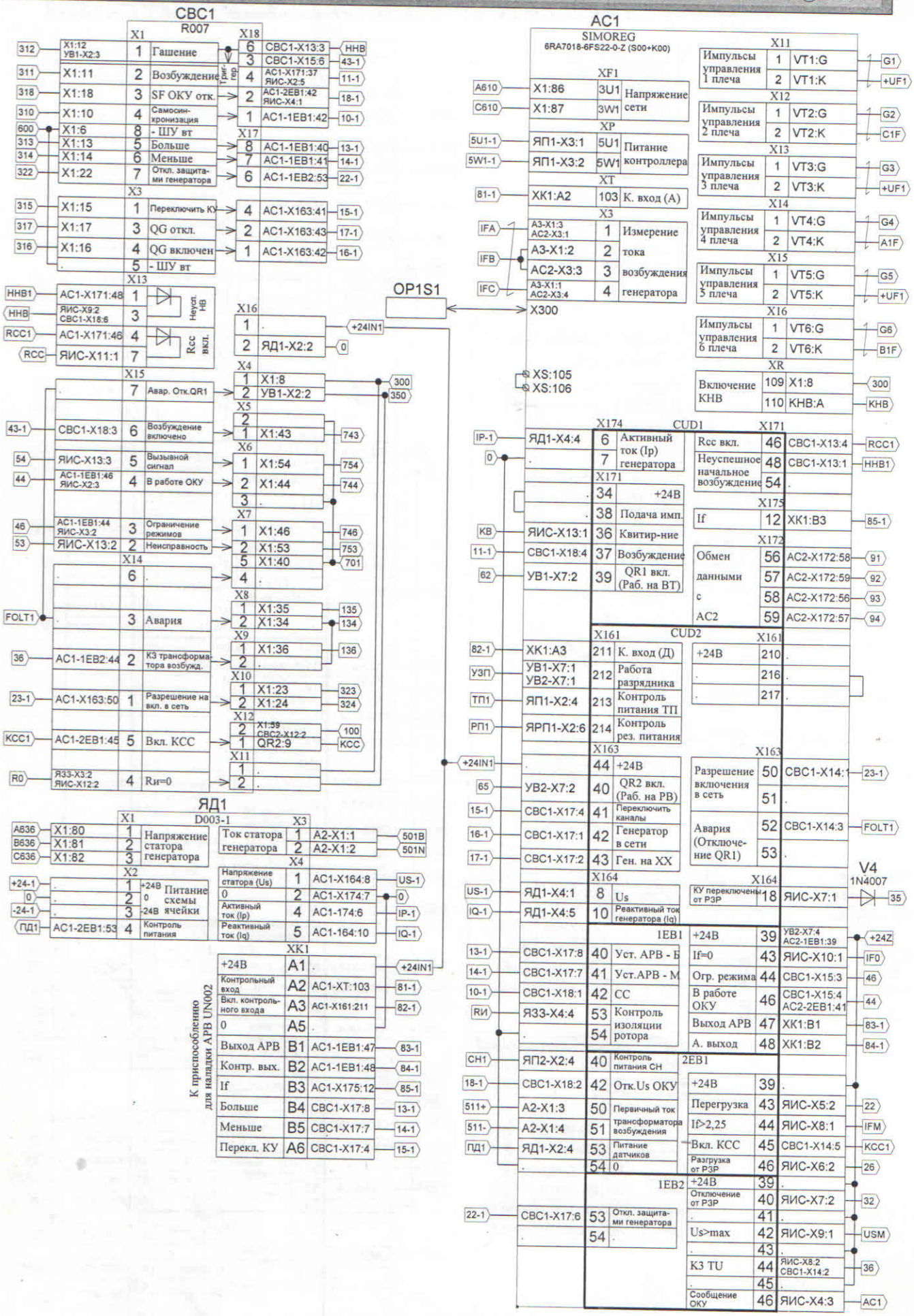


Рис. 24. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 4/5.

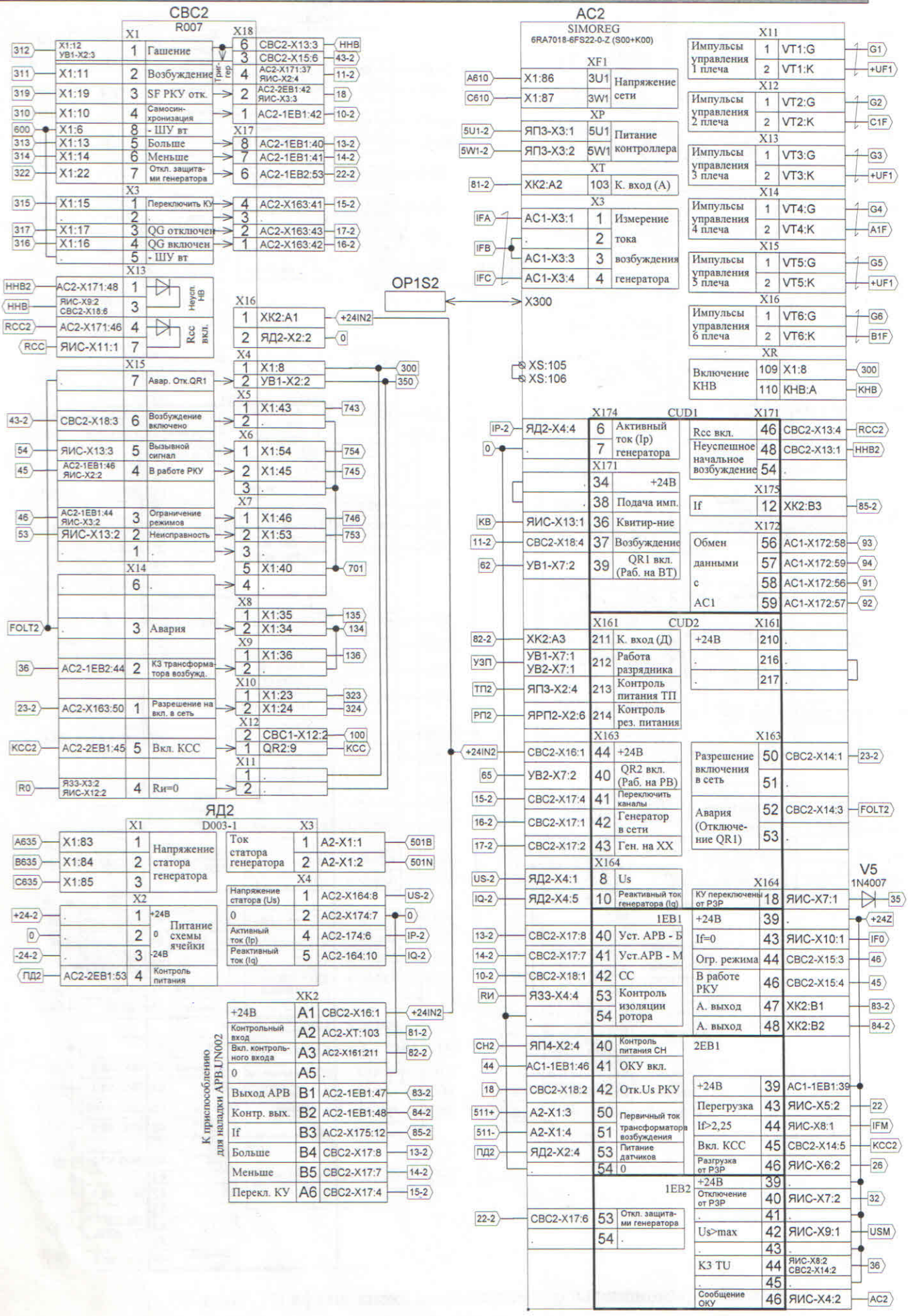


Рис. 25. Принципиальная электрическая схема шкафа **ВТ**. Лист 5/5.

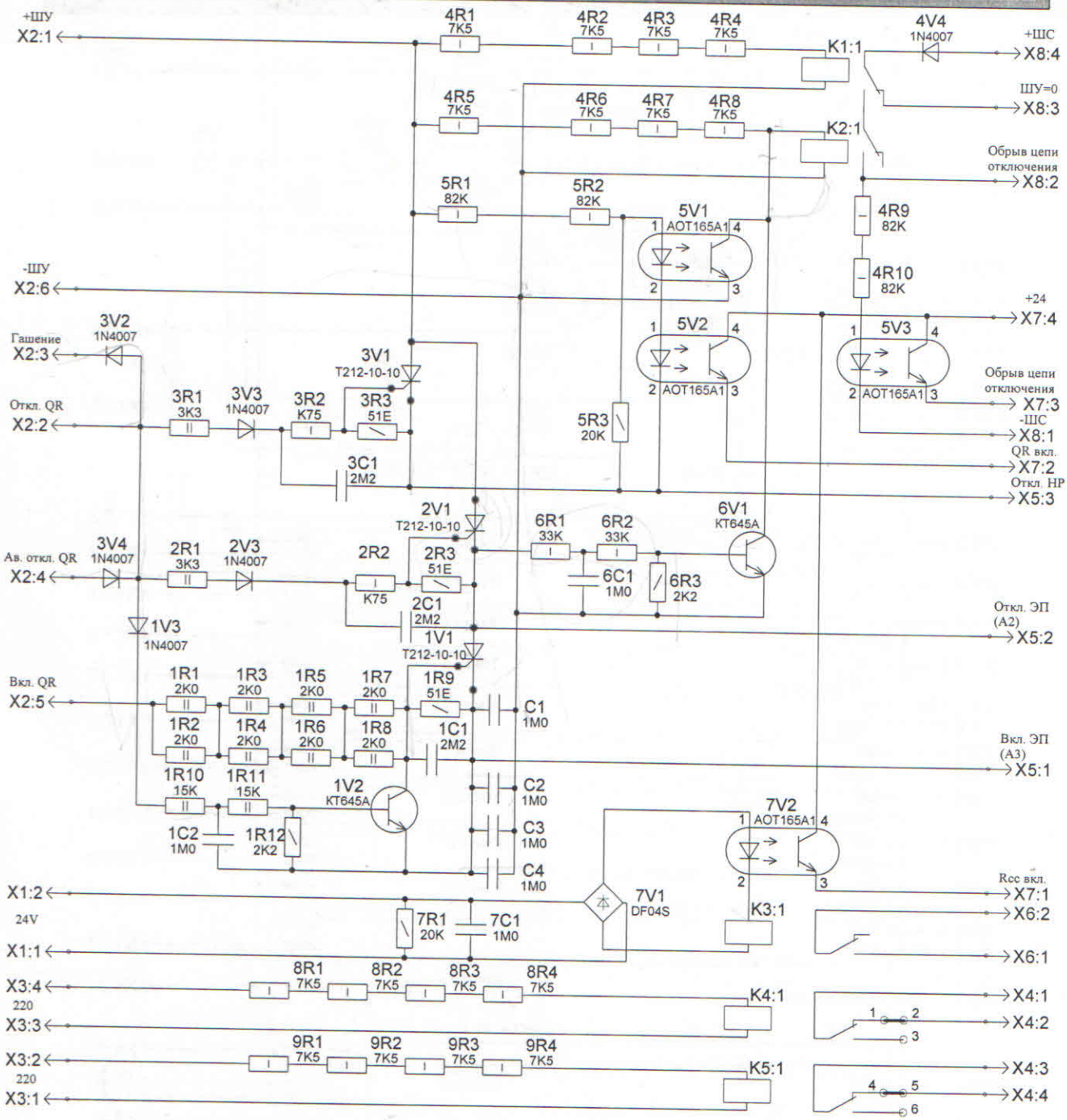


Рис. 26. Ячейка УВ (UV06) управления выключателем.

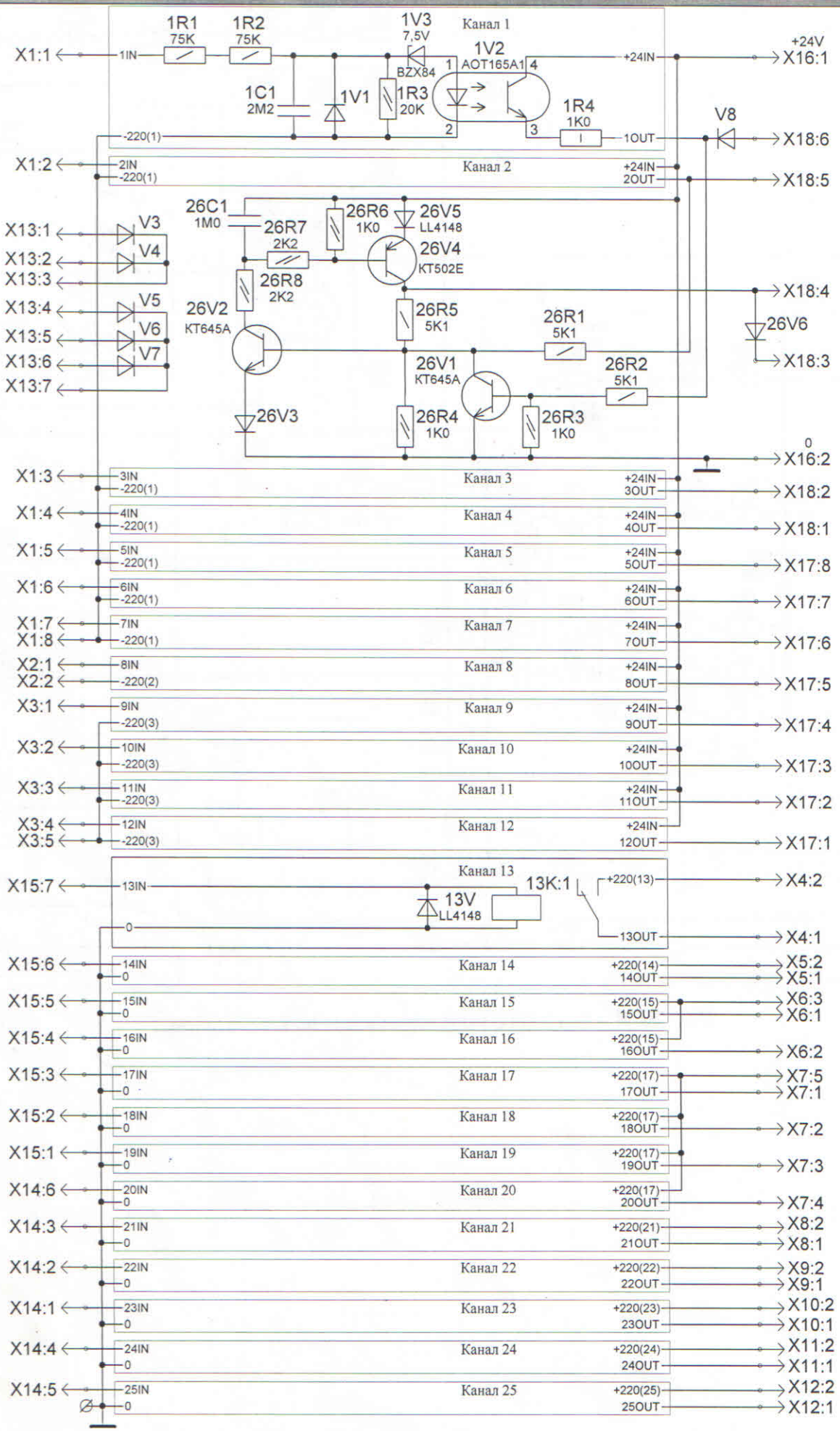


Рис. 27. Ячейка СВС (R007).

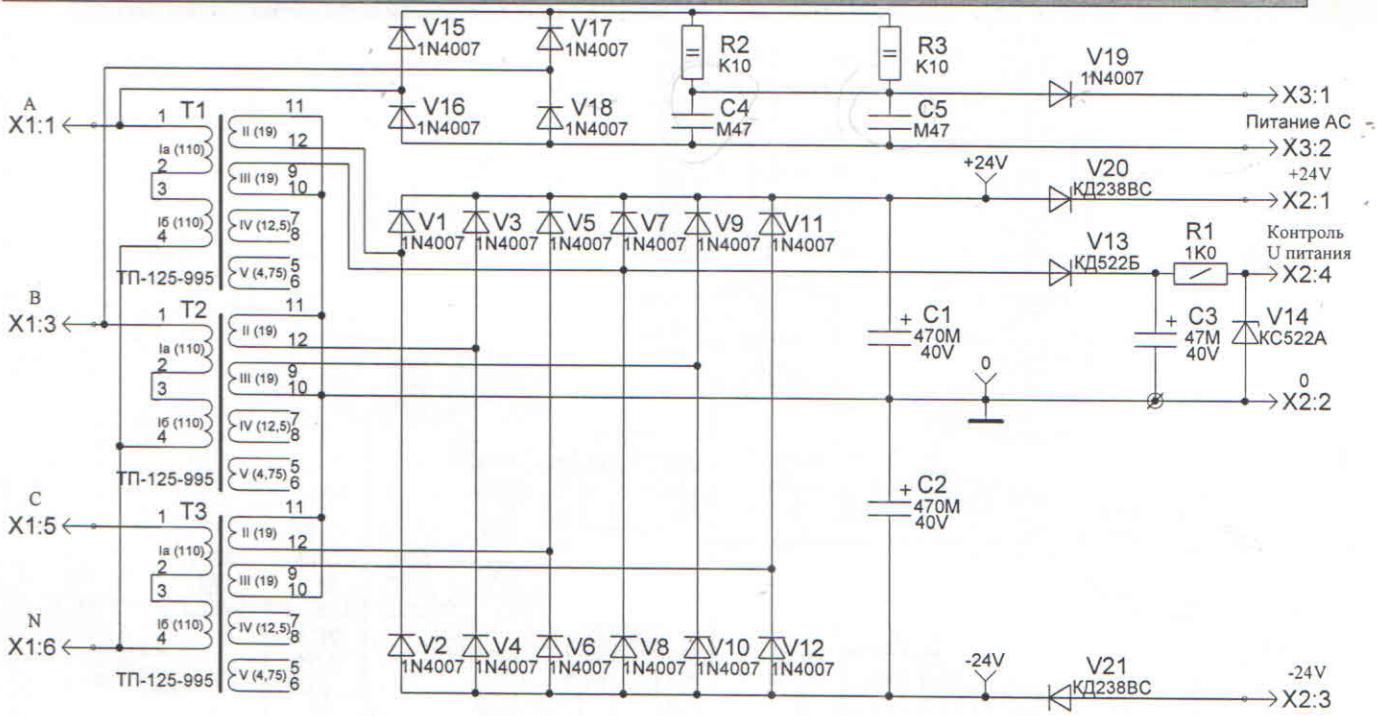


Рис. 28. Ячейка питания ЯП1 (Р004).

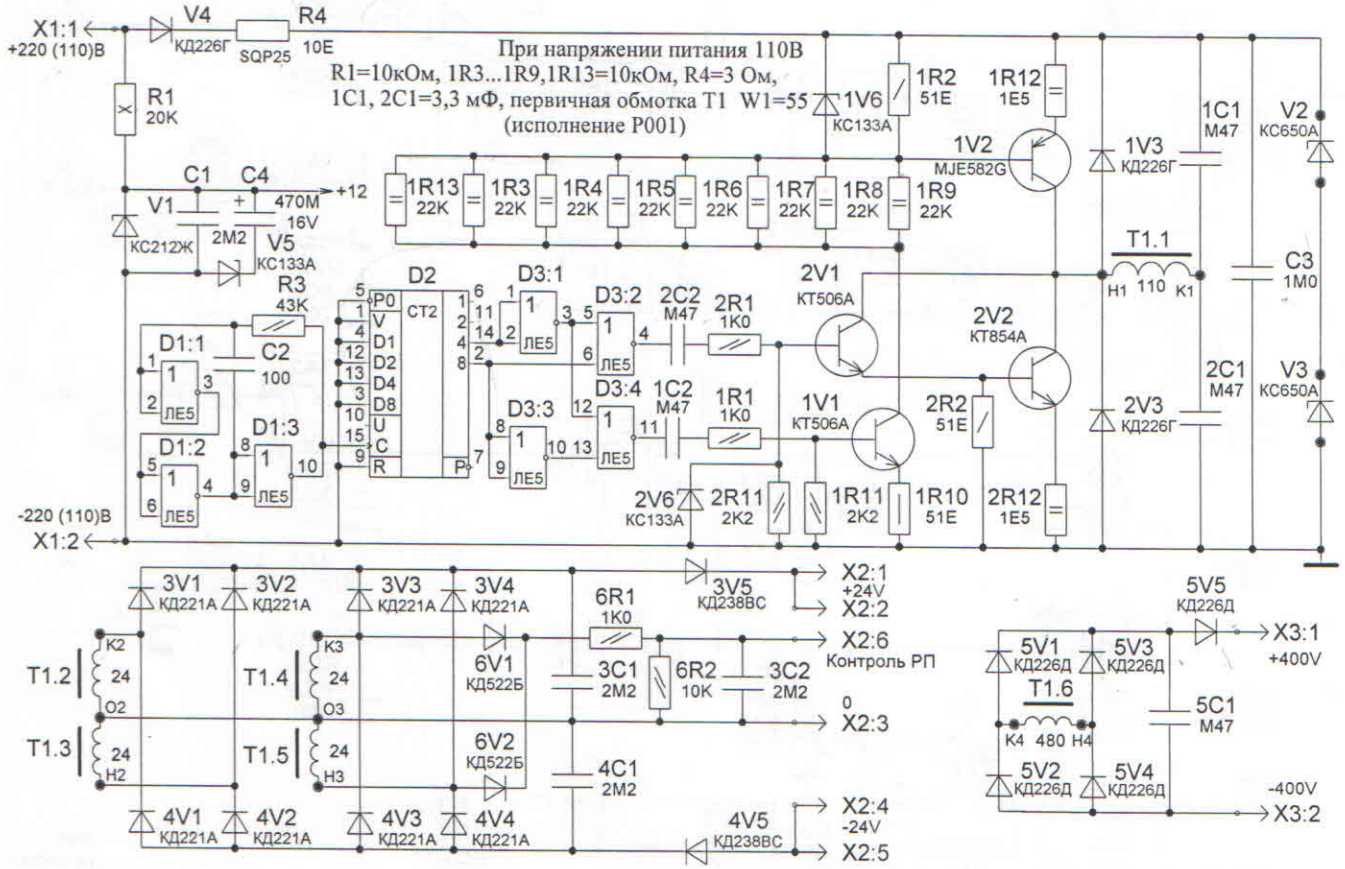


Рис. 29. Ячейка резервного питания ЯРП (Р001).

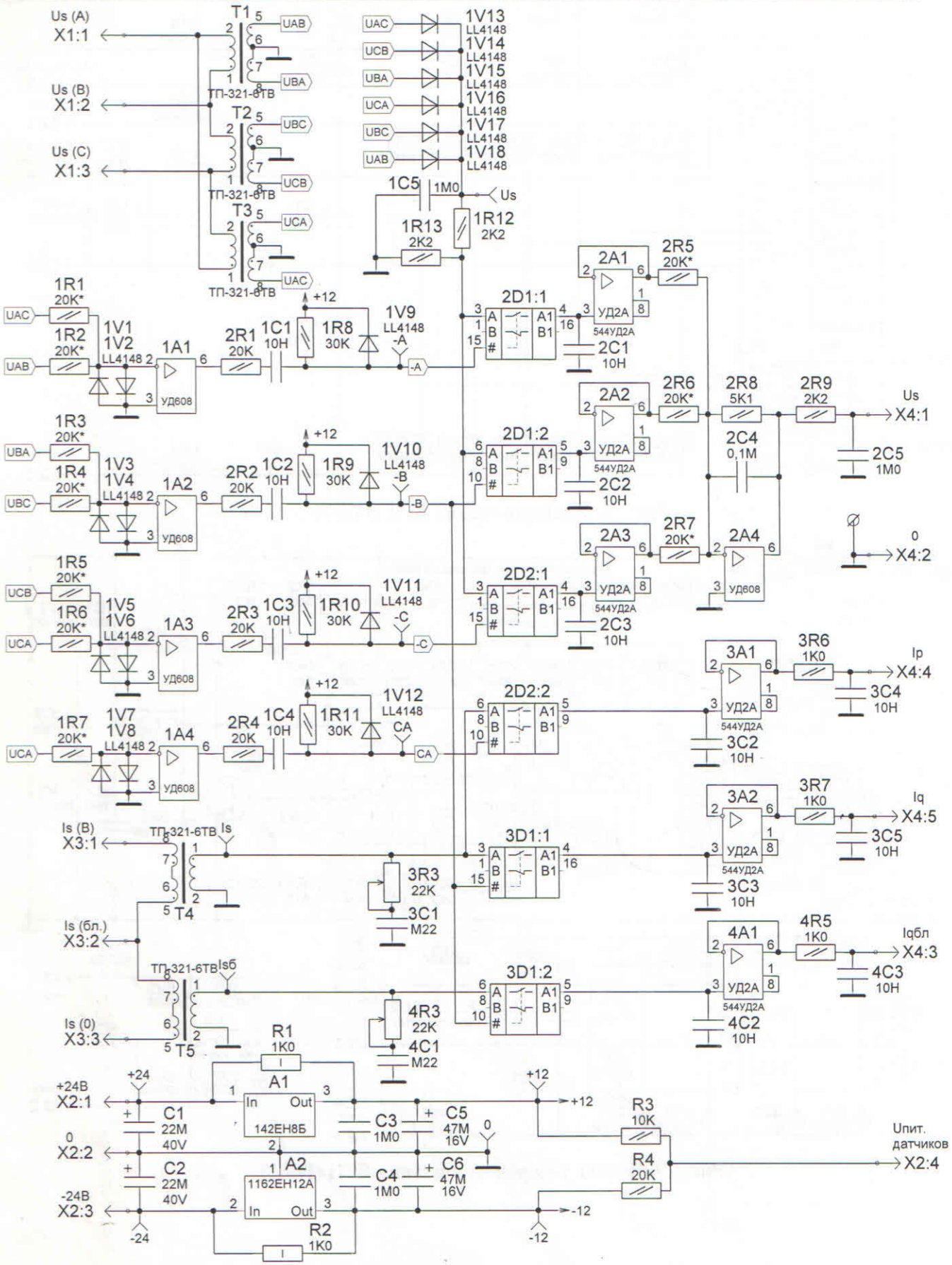


Рис. 30. Ячейка ЯД (D003-1).

В ячейке D003-1 трансформатор T5 и элементы с индексом 4 не устанавливаются.

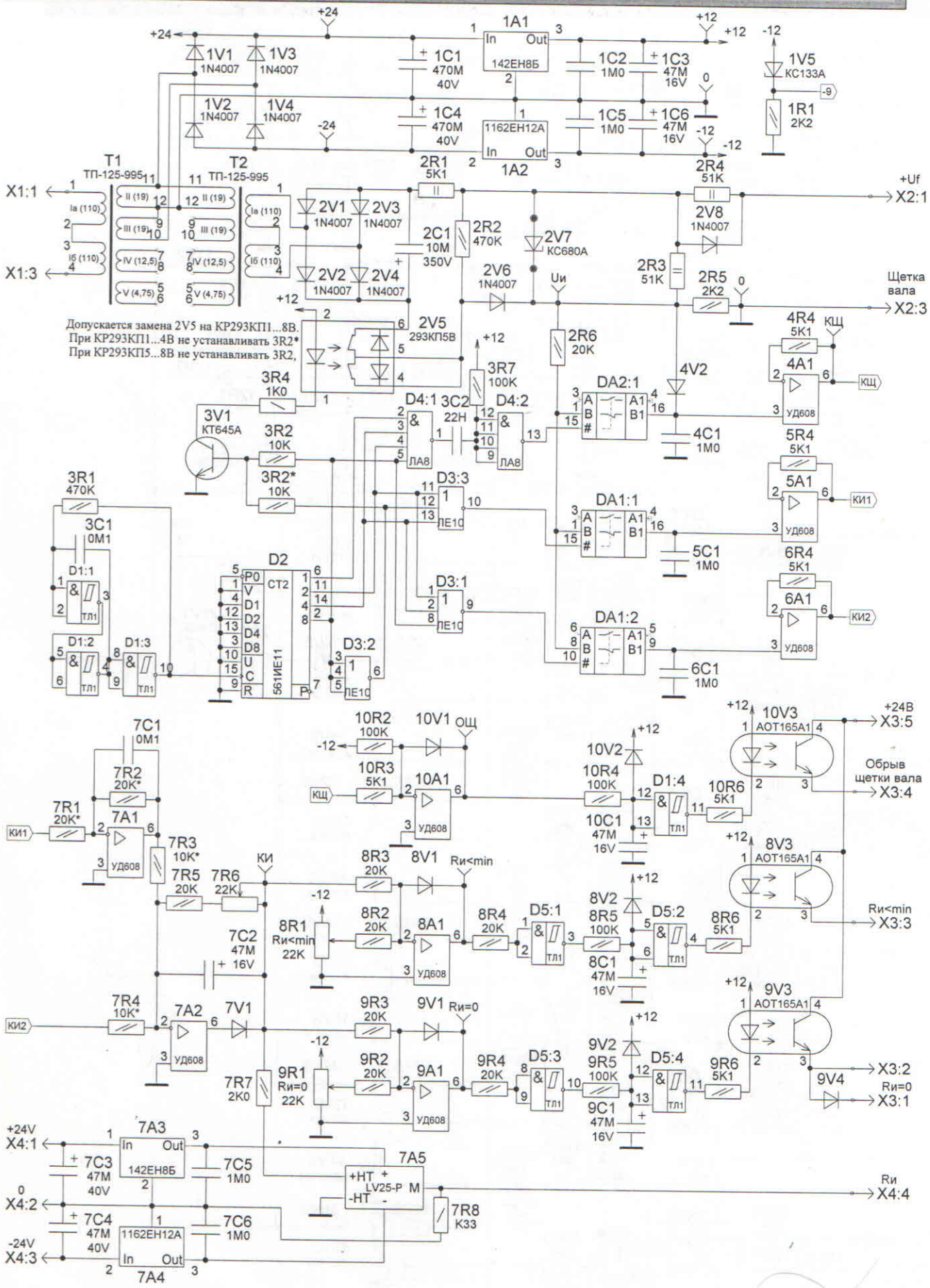


Рис. 31. Ячейка Z005 (Я33).

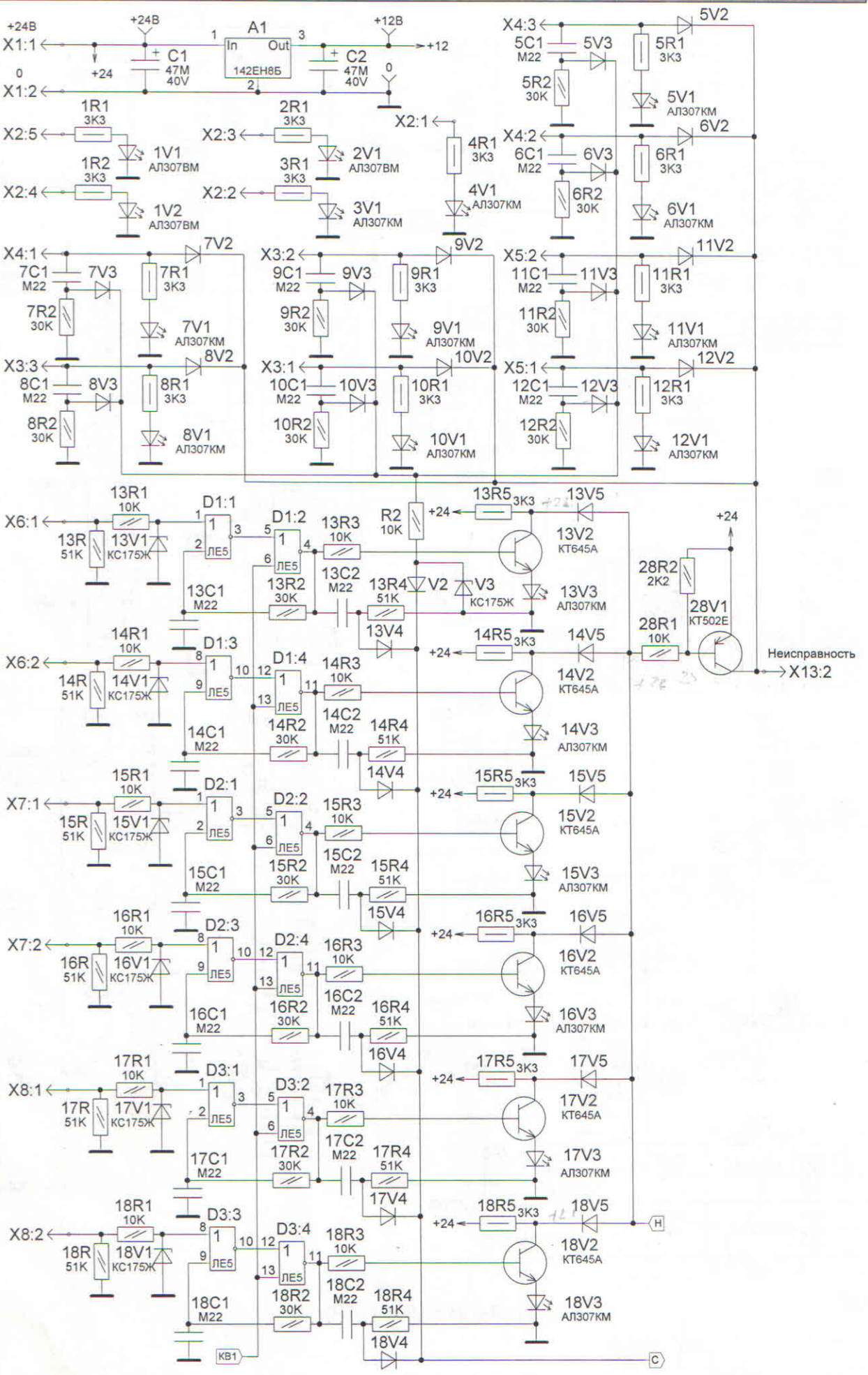


Рис. 32. Ячейки ЯИС (S001). Лист1/2.

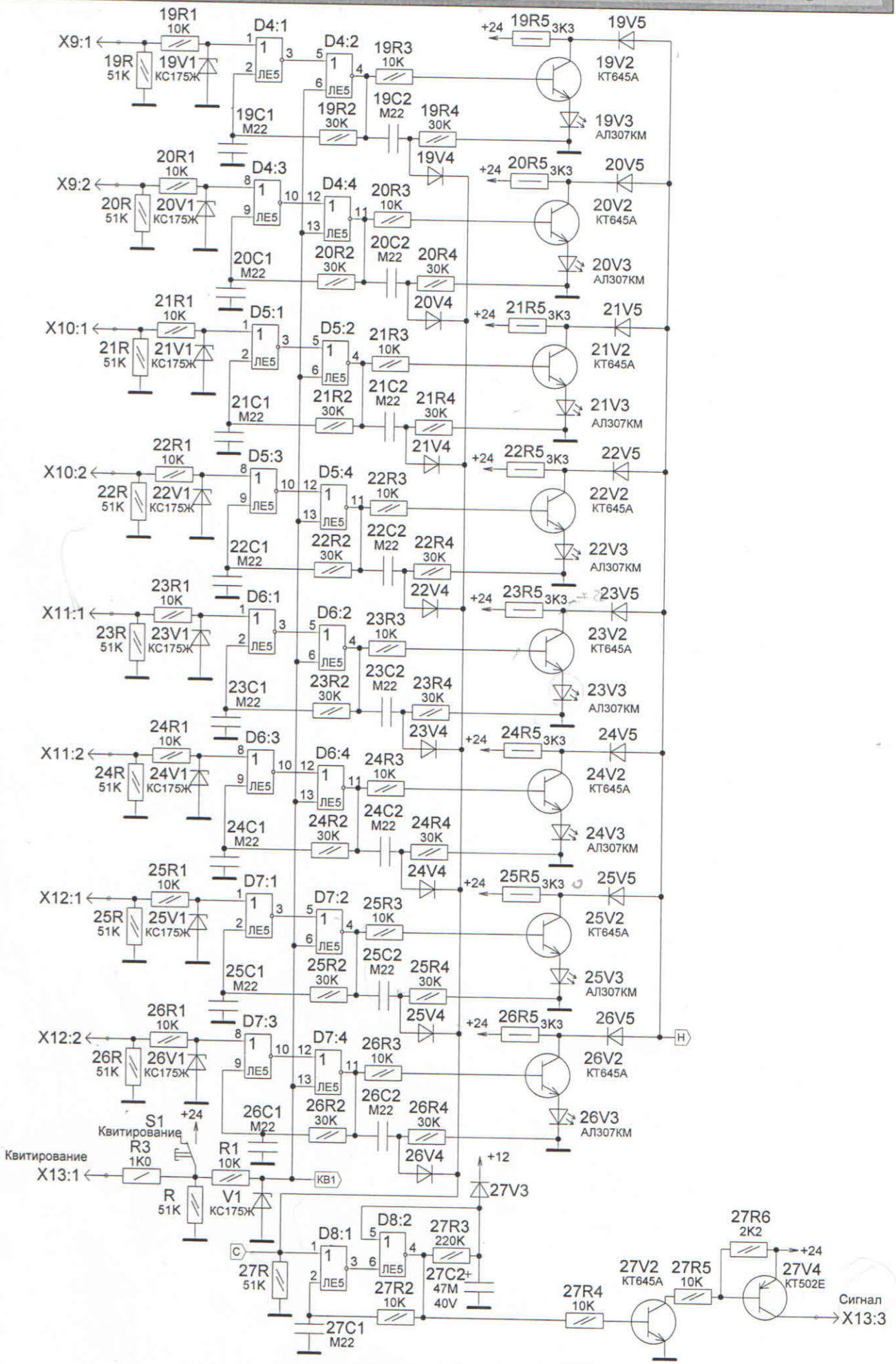


Рис. 33. Ячейка ЯИС (S001). Лист2/2.