



*Открытое акционерное общество  
«БЕЛЭНЕРГОРЕМНАЛАДКА»  
Филиал «Инженерный центр»*



*Интегрированная система менеджмента качества и охраны труда при выполнении проектных, строительного-монтажных, ремонтных и наладочных работ, изготовлении оборудования и запасных частей для объектов энергетики и других отраслей промышленности сертифицирована BUREAU VERITAS Certification на соответствие международному стандарту ISO 9001:2000 и международной спецификации OHSAS 18001:1999*

## **Устройство автоматического включения резерва АВР**

**Руководство по эксплуатации  
КПВУ.263.00.00.00.00РЭ**

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления лиц, эксплуатирующих устройство автоматического резерва АВР, а также для наладочного и ремонтного персонала.

РЭ включает в себя данные об устройстве АВР, принципе действия его, порядке работы с устройством АВР, указания по его использованию при первом включении и в различных схемах электроснабжения, техническому обслуживанию в период эксплуатации, хранению и транспортированию, а также гарантийные обязательства и свидетельство о приемке.

## 1 Описание и работа устройства АВР

### 1.1 Назначение устройства АВР

1.1.1 Устройство автоматического включения резерва (АВР) предназначено для выполнения функций автоматического ввода резервного питания по факту исчезновения напряжения основного источника питания.

Устройство АВР может применяться в схемах АВР-ТП, сетевого АВР и подстанционного АВР на секционном выключателе в соответствии с рисунками А.1, А.2, А.3.

В соответствии с рисунком А.2 устройство АВР при установке его совместно с блоком защиты присоединений БЗП-10 ТУ РБ 00100307.369-98 в камере секционирования СВ может выполнять функции перестройки уставки защиты по времени для режима потери питания со стороны подстанции А и включения от АВР выключателя В.

Устройство АВР осуществляет перестройку уставки на время действия защиты по факту отсутствия напряжения на СВ со стороны основного питания - подстанции А.

Устройство АВР может применяться в электроустановках 0,4; 6; 10 кВ.

1.1.2 По воздействию климатических факторов внешней среды устройство АВР соответствует выполнению УХЛЗ по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре окружающей среды от минус 25 до плюс 45 °С, относительной влажности воздуха не более 98 % при 20 °С и высоте над уровнем моря не более 1000 м.

Режим работы изделия – длительный.

Пример обозначения при заказе: «Устройство АВР. ТУ ВУ100345505.015-2006».

### 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Устройство АВР выполняет функцию автоматического включения резервного питания (путем воздействия непосредственно на выключатель) и имеет дискретный выход для перестройки уставки защиты по времени в пунктах секционирования.

Устройство АВР включает следующие функциональные узлы:

- измерительный орган напряжения с выдержкой времени на срабатывание и возврат и дискретным выходом для перестройки уставки защиты по времени;
- орган выдержки времени АВР;
- выходные исполнительные промежуточные реле;
- реле индикации срабатывания схемы АВР с самовозвратом после восстановления напряжения основного питания;
- источник питания схемы.

1.2.2 Питание устройства АВР осуществляется от источника однофазного переменного напряжения 220 В (100 В) плюс 15 %, минус 20 % промышленной частоты (ТСН или ТН резервирующей секции шин).

1.2.3 Измерительный орган напряжения подключается к источнику однофазного переменного напряжения 220(380) В промышленной частоты (ТСН на зажимах, питающего резервируемую секцию шин трансформатора). Входной трансформатор измерительного органа напряжения должен длительно выдерживать напряжение  $1,15U_{ном}$ .

1.2.4 Мощность, потребляемая устройством по цепям измерения напряжения, не должна быть более 3,0ВА, а по цепям питания – более 2,5 ВА.

1.2.5 Напряжение срабатывания измерительного органа напряжения (при снятии напряжения с входа) должно быть  $(0,5 \pm 0,05)U_{ном}$ , В.

1.2.6 Напряжение возврата измерительного органа (при подаче напряжения на вход) должно быть  $(0,55 \pm 0,05)U_{ном}$ , В. Коэффициент возврата должен быть 1,1.

1.2.7 Выдержка времени срабатывания измерительного органа напряжения регулируется от 0,5 до 1,5с.

1.2.8 Выдержка времени возврата измерительного органа напряжения регулируется от 0,8 до 1,8с.

1.2.9 Уставка АВР по времени регулируется от 20 до 40 с или от 2 до 10 с в зависимости от заказа.

1.2.10 Время замкнутого состояния контактов выходных реле при срабатывании и возврате схемы устройства АВР должно быть не менее 230 мс.

1.2.11 Разброс по напряжению срабатывания должен быть не более 2,5 %.

1.2.12 Разброс по времени срабатывания органов выдержки времени должен быть не более 2,5%.

1.2.13 Относительная погрешность по напряжению срабатывания при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне должна быть не более 2,5 %.

1.2.14 Относительная погрешность по времени срабатывания органов выдержки времени при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне должна быть не более 5 %.

1.2.15 Устройство АВР должно осуществлять управление выключателями при уровне напряжения на резервирующем источнике питания не ниже  $0,9 U_{ном}$ .

1.2.16 Коммутационная способность контактов выходных реле:

- ток 0,4А при напряжении 220 В переменного тока;
- ток 0,1А при напряжении 220 В постоянного тока.

1.2.17 Кожух устройства имеет степень защиты от пыли и влаги IP65 по ГОСТ14254-96.

1.2.18 Устройство имеет класс защиты человека от поражения электрическим током 01 в соответствие с ГОСТ12.2.007.0-75.

1.2.19 Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов относительно корпуса и между собой, измеренное мегаомметром 1000В, должно быть не менее 10 МОм.

1.2.20 Электрическая изоляция обмоток трансформаторов относительно корпуса и между собой должна выдерживать в течение 1мин. испытательное напряжение 1700 В переменного тока промышленной частоты.

Габаритные размеры устройства АВР: 110×120×150 мм.

Масса устройства должна быть не более 2,0 кг.

1.3 Комплектность

1.3.1 В комплект поставки изделия входят:

- устройство АВР – 1 шт.;
- добавочное сопротивление – 1 шт. (поставляется по заказу);
- руководство по эксплуатации – 1 шт.

#### 1.4 Устройство и принцип действия устройства АВР

1.4.1 В соответствии с рисунком Б.1 измерительный орган напряжения состоит из трансформатора TV1, резисторов R1-R8, конденсаторов C1-C3, диодов VD1-VD6, транзисторов VT1, VT2, двух элементов микросхемы D1 (D1.1; D1.2). Контролируемое напряжение 220 В подается на схему через тумблер SA1 и предохранитель F1. В случае необходимости подключения к источнику напряжения 380 В снаружи устройства монтируется добавочное сопротивление, поставляемое по заказу. Ограничительный диод VD18 служит для защиты схемы от импульсных перенапряжений.

При возникновении положительного полупериода напряжения на зажиме 4 трансформатора TV1 открывается транзистор VT1 и от источника +15В заряжается конденсатор C2. Отрицательный полупериод напряжения замыкается через диод VD3. Напряжение от конденсатора C2 поступает через эмиттерный повторитель VT2 на входы 1, 2 микросхемы D1.1 и воспринимаются как логическая «1». На выходе 3 микросхемы имеется логический «0», который поступает на входы 5, 6 D1.2 и на выходе этой микросхемы поддерживается сигнал логической «1». При снижении уровня контролируемого напряжения или при его полном исчезновении конденсатор C2 разряжается через резистор R4 и логическая «1» на входах 1, 2 D1.1 сменяется логическим «0», что приводит к возникновению логической «1» на выходе 3 D1.1 и перезаряду конденсатора C3 – его нижняя обкладка с постоянной времени, зависящей от величины R6, R7, приобретает потенциал логической «1», что приводит к появлению логического «0» на выходе 4 D1.2.

При последующей подаче контролируемого напряжения происходит обратный процесс перезаряда конденсатора C3 с той же постоянной времени и на выходе 4 D1.2 вновь возникает «1».

1.4.2 Орган выдержки времени АВР состоит из резисторов R9, R12-R15, конденсатора C5, диодов VD8-VD10, транзистора VT4 и элементов микросхем D1.3, D1.4 и D2.3. Орган выдержки времени АВР запускается по факту возникновения логического «0» на входе 5 D2.3. Выдержка времени регулируется резисторами R12, R13 и определяется временем перезаряда конденсатора C5. После срабатывания органа выдержки времени логическая «1» на выходе 10 D1.3 меняется на логический «0».

1.4.3 В качестве выходных исполнительных реле срабатывания (K1) и возврата (K2) устройства АВР используются реле РП-21 на номинальное напряжение – 24 В, а в качестве органа индикации сработанного состояния схемы АВР – двухпозиционное реле РПС-32 (K3). Напряжение на обмотки реле подается через транзисторы VT5 – срабатывание схемы и VT3 – возврат схемы. Транзисторы открываются кратковременно (на время приблизительно равное 240 мс) от импульсных схем, которые состоят из резисторов R10, R11(R17, R18), конденсаторов C4(C6), диодов VD7(VD12) и микросхем D2.2(D2.4). (В скобках даны номера элементов для схемы срабатывания).

1.4.4 Источник питания схемы устройства состоит из трансформатора TV2, на который можно подавать напряжение 220 В или 100 В, диодного моста VS1, диодов VD19, VD20, светодиода VD15, резистора R19, конденсаторов C7, C8, C9 и микросхемы стабилизатора напряжения +15. Развязывающие диоды VD19, VD20 необходимы при объединении источников питания устройства АВР и блока релейной защиты БЗП-10. Ограничительный диод VD17 служит для защиты схемы от импульсных перенапряжений.

1.4.5 Для индикации срабатывания устройства АВР служит светодиод VD16.

1.4.6 Опробование работоспособности устройства выполняется путем отключения контролируемого напряжения с помощью тумблера SA1.

1.4.7 Увеличение значений уставок (по напряжению и времени) достигается вращением движков подстроечных резисторов против часовой стрелки.

## 2 Использование устройства АВР по назначению

### 2.1 Подготовка изделия к работе перед первым применением

2.1.1 Подготовительные работы заключаются в изучении устройства, принципа действия его составных частей согласно настоящего РЭ и подготовке контрольно-измерительной аппаратуры и оборудования.

#### 2.1.2 Внешний и внутренний осмотр

2.1.2.1 При внешнем осмотре проверяется отсутствие механических повреждений, качество покрытий и надписей, плотность прилегания крышки корпуса, комплектность и т. п.

2.1.2.2 При внутреннем осмотре проверяется крепление навесного монтажа, плат, жгутов, трансформаторов, реле, надежность заземления корпусов трансформаторов и т. д. Необходимо прожечь все винтовые соединения.

2.1.3 Проверка сопротивления изоляции обмоток трансформаторов относительно заземления и между собой производится мегаомметром 1000 В. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 10 МОм.

2.1.4 Проверка прочности электрической изоляции выполняется подачей напряжения промышленной частоты величиной 1,7 кВ в течение 1 мин. между точками элементов устройства, приведенными в п. 2.1.3.

2.1.5 Проверка работоспособности и электрических характеристик выполняется в соответствии с протоколом наладки и пунктами 1.2.1-1.2.14 настоящего «Руководства по эксплуатации» по схемам, приведенным в приложениях Б, В.

2.1.5.1 Проверку на соответствие требованиям пункта 1.2.1 проводят:

а) путем поочередного включения и отключения контролируемого напряжения ( $U_{\text{контр.}}$ ) на входе устройства АВР.

Фиксация факта срабатывания (при отключении напряжения) и возврата (при подаче напряжения) измерительного органа напряжения с выдержками времени выполняется с помощью осциллографа, путем контроля наличия логического «0» или логической «1» на клемме 4 устройства АВР («0» – после срабатывания, «1» – после возврата);

б) путем отключения контролируемого напряжения с устройства АВР и фиксации факта срабатывания органа выдержки времени по свечению светодиода «АВР» на лицевой панели устройства;

в) наличие и работу выходных реле проверяют путем проверки наличия или отсутствия цепи контактов этих реле в момент срабатывания и возврата устройства;

г) о наличии и работе реле индикации срабатывания схемы АВР судят по загоранию и погасанию светодиода «АВР», который запитан через контакт этого реле.

2.1.5.2 Проверка на соответствие требованиям пунктов 1.2.2-1.2.4 выполняется путем измерения напряжения и тока на входах контролируемого напряжения и питания устройства АВР и перемножая эти величины.

2.1.5.3 Проверка на соответствие требованиям пунктов 1.2.5, 1.2.6 выполняется путем плавного изменения величины контролируемого напряжения на входе устройства АВР и фиксации его величины при срабатывании и возврате измерительного органа напряжения, о срабатывании или возврате которого судят по уровню логического сигнала на клемме 4, контролируя его с помощью осциллографа.

2.1.5.4 Проверка на соответствие требованиям пунктов 1.2.7, 1.2.8 выполняется с помощью миллисекундомера (типа Ф209 или аналогичного), который запускается в момент подачи (снятия) контролируемого напряжения на устройство АВР (клеммы 17, 18) и останавливается контактом реле индикации срабатывания схемы (клеммы 7, 8). При этом необходимо устранить влияние на измерение выдержки времени АВР, что достигается установкой временной перемычки между точками А и Б принципиальной схемы. Регулировка величины выдержки времени срабатывания и возврата

измерительного органа напряжения выполняется переменным резистором R6 на печатной плате устройства.

2.1.5.5 Проверка на соответствие требованиям пункта 1.2.9 выполняется аналогично приведенной выше (п. 2.1.5.4). Регулировка времени срабатывания органа выдержки времени АВР выполняется резисторами R12, R13. Из измеренного значения времени необходимо вычесть выдержку времени на срабатывание измерительного органа напряжения.

2.1.5.6 Проверка на соответствие требованиям пункта 1.2.10 выполняется с помощью миллисекундомера, который запускается по факту замыкания контакта выходного реле (клеммы 9, 10 для реле K1 – срабатывание АВР и клеммы 13, 14 для реле K2 – возврат АВР) и останавливается при его размыкании.

2.1.5.7 Проверка на соответствие требованиям пункта 1.2.11 выполняется путем десятикратного проведения измерений как изложено в п. 2.1.5.3 и вычисления по результатам измерений максимальной разницы измеренных параметров.

2.1.5.8 Проверка на соответствие требованиям пункта 1.2.12 выполняется путем десятикратного проведения измерений как изложено в п. 2.1.5.4 и вычисления по результатам измерений максимальной разницы измеренных параметров.

## 2.2 Использование устройства АВР

### 2.2.1 Порядок работы с устройством АВР

2.2.1.1 В исполнительной схеме управления выключателем АВР (в схеме сетевого АВР) или выключателями основным и резервирующим (в схеме АВР-ТП или подстанционного АВР) должен предусматриваться орган для обеспечения однократности действия, что необходимо для предотвращения многократного включения резервного источника на устойчивое короткое замыкание и для возможности «Ввода-вывода» схемы из работы вручную, автоматически (блокировки от РЗ) или дистанционно (по каналам телеуправления). Это бывает необходимо и во время выполнения оперативных переключений. Обычно для этой цели используется двухпозиционное реле РП-11 (РП-12), контакты которого включаются в исполнительные цепи схемы АВР.

2.2.1.2 Построение исполнительной схемы АВР-ТП или подстанционного АВР должно предусматривать самовозврат выключателей питания в исходное состояние после появления напряжения со стороны основного источника. Причем эта операция должна проходить без перерыва питания потребителя.

2.2.1.3 Построение исполнительной схемы сетевого АВР должно предусматривать двусторонность действия АВР.

### 2.2.1.4 Ввод устройства АВР в работу

Перед вводом устройства в работу рекомендуется вывести исполнительные цепи из работы, т. е. предотвратить воздействие на выключатель. Порядок ввода:

- включить тумблер SA1 – подать на схему контролируемое напряжение;
- включить тумблер SA2 – подать на схему напряжение питания. При этом произойдет срабатывание K2 («клевок»), который невозможно избежать, так как при подаче питания происходит имитация срабатывания схемы на возврат.

### 2.2.1.5 Вывод устройства из работы

Перед выводом устройства из работы рекомендуется вывести исполнительные цепи АВР из работы во избежание воздействия на выключатели. Порядок вывода:

- отключить тумблер SA2. Таким образом снимается напряжение питания с устройства АВР;

- не ранее чем через  $(4\pm 1)$  с необходимо отключить тумблер SA1. Таким образом снимается контролируемое напряжение с устройства АВР. Выдержка времени необходима, чтобы разрядился конденсатор на источнике питания устройства и не было ложного срабатывания схемы АВР за счет запасенной энергии на конденсаторе при

исчезновении контролируемого напряжения. Эти предосторожности необходимы в случае небольшой (от 2 до 3 с) выдержки времени АВР.

2.2.1.6 Проверку работоспособности устройства АВР («Опробование») можно выполнять имитируя исчезновение контролируемого напряжения отключением тумблера SA1. Предварительно (на действующем объекте) необходимо вывести из работы исполнительные цепи схемы АВР во избежание воздействия на выключатели.

2.2.2 Указания по использованию АВР в различных схемах электроснабжения

2.2.2.1 При использовании устройства АВР совместно с блоком защиты БЗП-10 в пункте сетевого АВР необходимо исключить ускорение защиты от АВР (отключить проводник от клеммы 4 устройства АВР). При этом в блоке БЗП-10 должно быть выведено ускорение защиты после АПВ (выпаян диод VD23).

2.2.2.2 В пункте секционирования устройство АВР применяется только для целей ускорения защиты БЗП-10 до  $t_{ср}=0,2с$ .

2.2.2.3 Если в режиме сетевого резервирования (отключен в ремонт выключатель ЛВ на подстанции А и включен выключатель В) случится короткое замыкание (к. з.) в точке К1, то отключится с временем 0,5с выключатель В, а не ближайший к точке к. з. выключатель СВ, так как на нем защита не перестроилась. Исправление неселективной работы произойдет в цикле АПВ выключателя В, так как во время бестоковой паузы и последующем включении выключателя В произойдет ускорение защиты на СВ от устройства АВР до  $t=0,2с$ , а на В останется время срабатывания  $t=0,5с$ .

2.2.2.4 Время срабатывания и возврата измерительного органа напряжения в устройстве АВР в пунктах секционирования должно быть больше (на ступень селективности) времени защиты на выключателе в пункте сетевого АВР.

2.2.2.5 При производстве оперативных переключений необходимо выводить из работы исполнительные цепи АВР (обычно это делается переключением двухпозиционного реле РП-11, через контакты которого собраны эти цепи, вручную или по телеуправлению) во избежание излишнего срабатывания схемы.

### 3 Техническое обслуживание устройства АВР

#### 3.1 Общие указания

3.1.1 После первого года эксплуатации проводится профконтроль устройства, целью которого является выявление и устранение приработочных отказов элементов устройства и схемы подключения. При выполнении профконтроля необходимо выполнить опробование работы устройства и прожечь все винтовые соединения как в устройстве, так и на клеммниках панели, на которой оно смонтировано.

3.1.2 Каждые последующие 5 лет выполняется профвосстановление, в объем которого кроме вышеизложенного входит измерение параметров устройства согласно протокола наладки в соответствии с приложением Г.

3.1.3 Периодичность проверок работоспособности устройства путем проведения «Опробования» устанавливается местными инструкциями, но рекомендуется проводить его ежегодно после прохождения грозового сезона.

#### 3.2 Меры безопасности

3.2.1 Корпуса всех трансформаторов должны быть заземлены.

3.2.2 Не допускается снимать крышку устройства, не снимая напряжение питания.

3.2.3 К эксплуатации устройства допускаются лица, изучившие данное «Руководство по эксплуатации» и прошедшие проверку знаний ПТБ.

### 4 Правила хранения

4.1 Изделие может храниться в закрытом сухом помещении без вредных газов, с естественной вентиляцией, без отопления.

## 5 Транспортирование

5.1 Транспортирование изделия может осуществляться любым видом транспорта при условии защиты от атмосферных осадков. Условия транспортирования Л по ГОСТ 23216-78 в части воздействия механических факторов.



Приложение А  
(обязательное)  
Применение в энергосистемах схемы АВР на напряжение 10 кВ

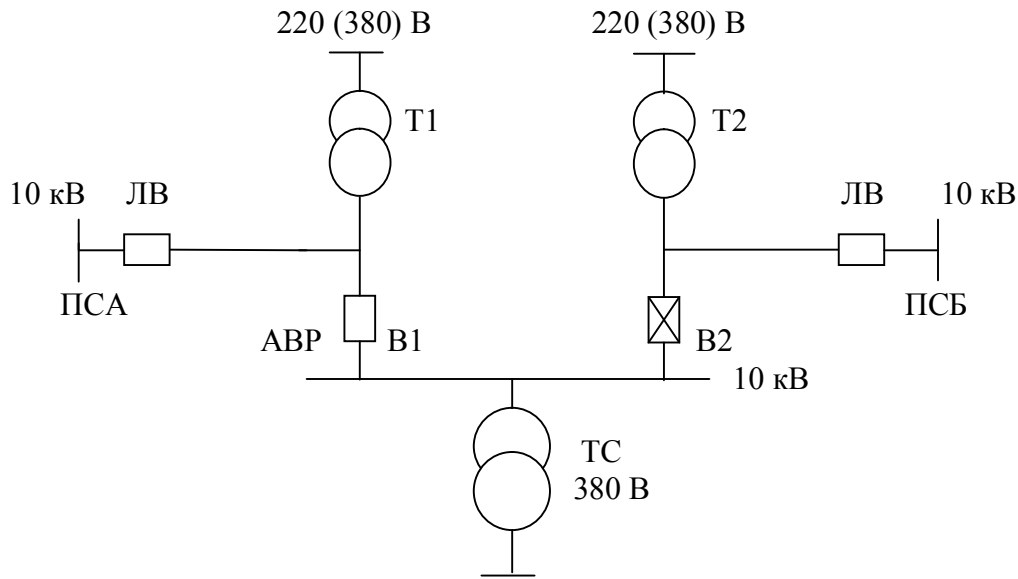


Рисунок А.1 – АВР-ТП

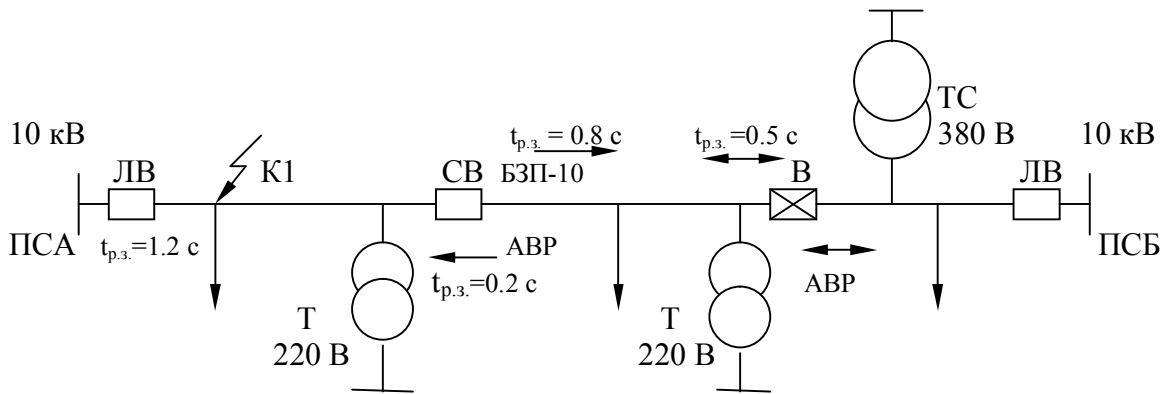


Рисунок А.2 – Сетевое АВР

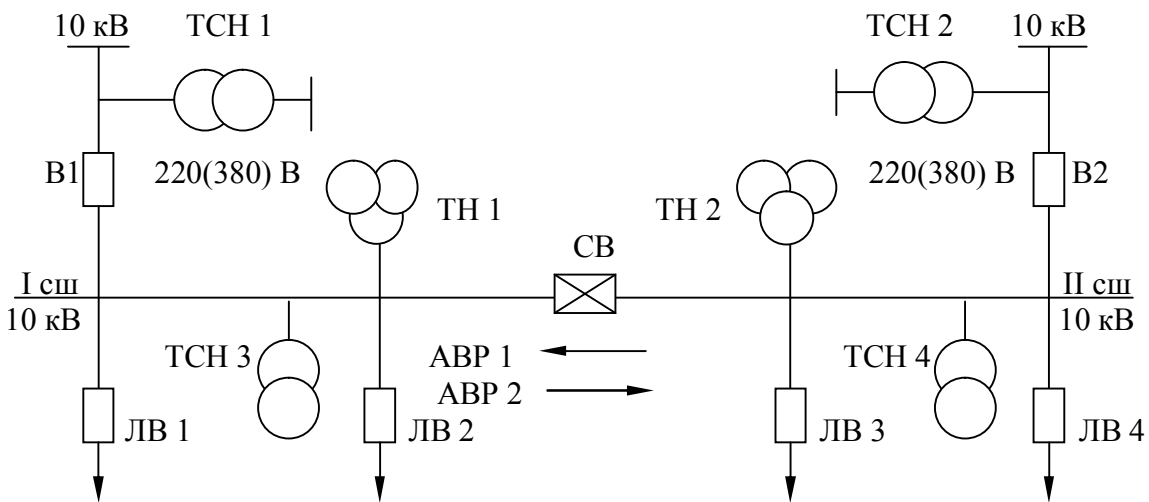


Рисунок А.3 – АВР на секционном выключателе подстанции

Приложение В  
(обязательное)

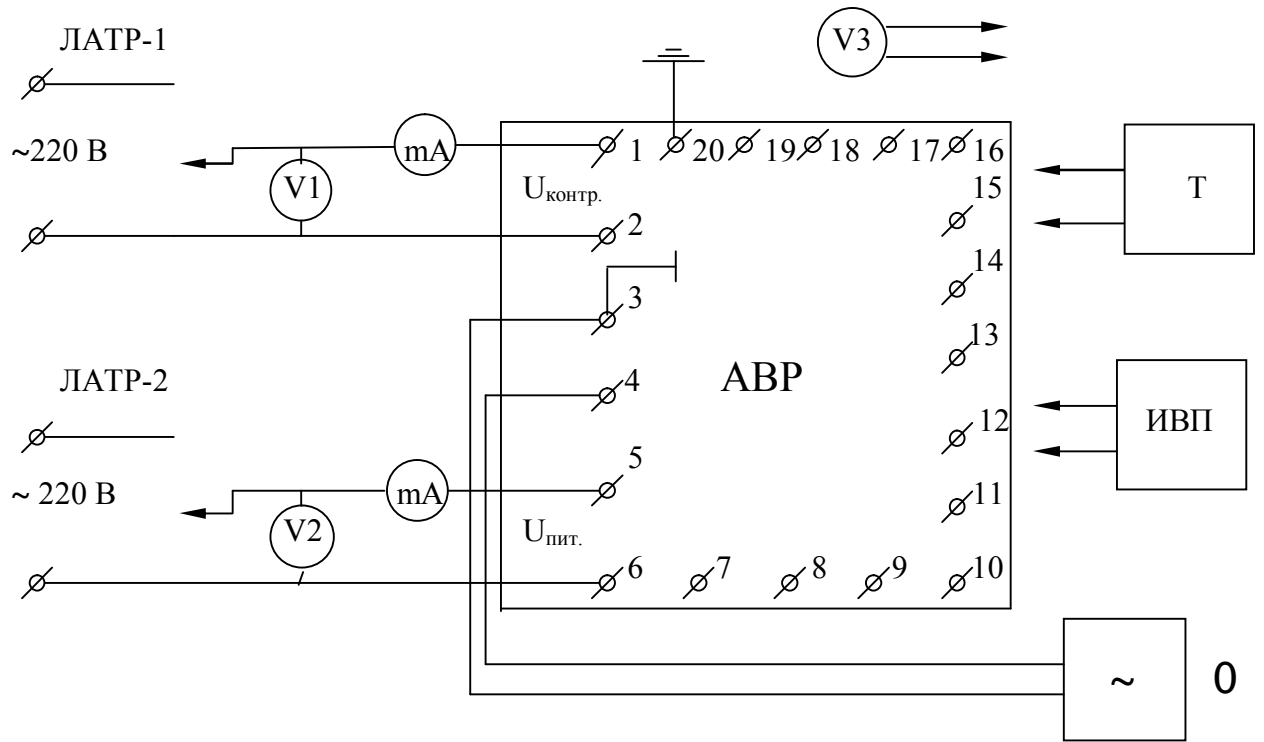


Рисунок В.1 – Схема для проверки устройства АВР

Приложение Г  
(обязательное)

Протокол проверки устройства АВР (заводской № \_\_\_\_\_)

1 Сопротивление изоляции обмоток TV1, TV2 относительно заземления и между собой, измеренное мегаомметром 1000В не менее \_\_\_\_\_ МОм.

2 Электрическая изоляция вышеуказанных цепей выдерживает без пробоев и перекрытий напряжение переменного тока промышленной частоты 1700В в течение 1 мин.

3 Напряжение трансформатора TV1:

$$U_{1-2} = 220\text{В}; \quad U_{3-4} = \underline{\hspace{2cm}} \text{В}.$$

4 Напряжение трансформатора TV2:

$$U_{1-3} = 220\text{В}; \quad U_{4-5} = \underline{\hspace{2cm}} \text{В};$$

$$U_{1-2} = 100\text{В}; \quad U_{4-5} = \underline{\hspace{2cm}} \text{В}.$$

5 Напряжение на выходе источника питания:

$U_{\text{пит}}, \text{В}$	+15	+24
176 (80%)		
220 (100%)		
253 (115%)		

6 Потребляемая от сети мощность:

$$S = \underline{\hspace{2cm}} \text{ВА} - \text{ по цепям измерения};$$

$$S = \underline{\hspace{2cm}} \text{ВА} - \text{ по цепям питания}.$$

7 Напряжение срабатывания и возврата измерительного органа напряжения:

$$U_{\text{ср}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{В};$$

$$U_{\text{возвр}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{В};$$

$$K_{\text{возвр}} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

8 Выдержка времени срабатывания и возврата измерительного органа напряжения регулируется в пределах:

$$t_{\text{ср}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{с};$$

$$t_{\text{возвр}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{с}.$$

9 Выдержка времени АВР регулируется в пределах:

$$t_{\text{АВР}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{с}.$$

10 Время замкнутого состояния контактов выходного реле при срабатывании (K1) и возврате (K2) схемы АВР:

$$t_{\text{замкн. К1}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{с};$$

$$t_{\text{замкн. К2}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{с};$$

11 Разброс по напряжению срабатывания не превышает \_\_\_\_\_ %.

12 Разброс по времени срабатывания органов выдержки времени при паузе между каждым последующим срабатыванием не менее 10с, не превышает \_\_\_\_\_ %.

13 Выполнена проверка внешних цепей устройства.

14 Выходные реле срабатывают при  $U_{\text{пит}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{В}$ .

**Заключение:** устройство АВР может быть включено в эксплуатацию.

Проверку выполнил \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_